

Studni przepisy dotyczące elektrod i spawaczy. Przepisy te (pierwsze oficjalne przepisy na świecie) dają zupełnie mocną techniczną i prawną podstawę do wykonywania budowli spawanych.

Podane przykłady świadczą dobitnie, że charakter połączeń spawanych jest najzupełniej inny, niż nitowanych. Dzięki prostemu sposobowi łączenia, dzięki monolityczności połączeń wytwarzają się formy, nie raz raczej zbliżone do form odlewów żelaznych i stalowych, formy „raczej rzeźbione niż łączone“, jak się wyraził jeden z wybitnych architektów. Stąd nadzwyczajna łatwość tworzenia form, i stąd możliwość zastąpienia nawet odlewów. Nie wszędzie się te formy już wytworzyły; często jesteśmy wciąż jeszcze w poszukiwaniu ich, a każda niemal nowa konstrukcja coś nowego przynosi, zbliżając się coraz bardziej do najlepszego, idealnego rozwiązania, zaś doskonały projekt konstrukcji nitowej przeniesiony żywcem do budowli spawanej może okazać się zupełnie wadliwy.

Krótki ten przegląd konstrukcji spawanych, wykonanych dotychczas w Polsce, świadczy dobitnie o szerokiej gamie ich zastosowań. Wszędzie, gdziekolwiek je zastosowano, uzyskano oszczędność materiału, dochodzącą do 30% (czasem do 50%), albo bardzo znaczne uproszczenie i udogodnienie konstrukcji, albo i jedno i drugie. Są to właśnie te zalety, jakie posiada budowla spawana wobec nitowanej.

PROF. DR. INŻ. ST. KUNICKI.

Konstrukcje żelazne w nowoczesnym budownictwie

Jednym z najcięższych skutków wojny światowej okazał się katastrofalny prawie brak domów mieszkalnych, szczególnie w większych miastach i osiedlach.

Według obliczenia Związku Polskich Zrzeszeń Technicznych należałoby w Polsce budować rocznie od 200 do 230 tysięcy izb. Jeśli nawet zredukować tę liczbę do skrajnego minimum, to, według, obliczeń P. Ministra C. Klarnera, należałoby budować rocznie około 55000 izb. Licząc średnio po 5000 złotych na jedną izbę, potrzebowalibyśmy wydawać na budownictwo li tylko mieszkaniowe, nie licząc budynków przemysłowych i użyteczności publicznej, najmniej po 275 do 300 milionów złotych rocznie, co stanowi około 10% całego naszego rocznego budżetu państwowego.

Przy takich warunkach jest naturalnym dążeniem do jaknajwiększej oszczędności w wydatkach na wzniesienie budowli mieszkaniowych.

Jednak z drugiej strony trzeba przyjąć pod uwagę nadzwyczaj ciężkie warunki ludności biednej: robotników i mało zamożnej inteligencji, często pozbawionych dachu lub mieszkających w warunkach, zagrażających zdrowiu i życiu i uniemożliwiających wydatną i intensywną pracę.

W samej Warszawie naliczono obecnie zupełnie bezdomnych osób około 2 tysięcy.

W mieszkaniach biedniejszej ludności z izbami, w których się gnieździ po kilka osób, szerzą się choro-

Konstrukcje nitowane są w wielkiej ilości wypadków u nas jeszcze o tyle o przewadze, że cena jednostkowa (1 kg) konstrukcji spawanej jest wyższa od takiejże ceny konstrukcji nitowanej. Niema to zresztą właściwie żadnego uzasadnienia, prócz tego, że urządzenia do nitowania w warsztatach istnieją oddawna, natomiast urządzenia do spawania dopiero się instaluje, a amortyzację ich pragnie się najczęściej przeprowadzić przy pierwszej robocie. Z powodów poprzednio podanych wynika bowiem, że w normalnych warunkach pracy i amortyzacji, cena jednostkowa musi być niższa właśnie przy konstrukcji spawanej. Do tych rezultatów dochodzą wszystkie warsztaty zagraniczne, w których wprowadza się spawanie (ostatnio stocznia teltowska), a nie zmienia ich w żadnym wybitniejszym stopniu fakt, że u nas przemysł elektrotechniczny jest znacznie mniej rozwinięty, niż zagranicą.

Przy równoczesnym uwzględnieniu tych czynników, łatwo zrozumieć przyczyny niezwyklej szybkości rozwoju konstrukcji spawanych. Rozwój ten postępuje bez porównania szybciej, niż swojego czasu rozwój budownictwa żelbetowego, ogarniając coraz to nowe pola konstrukcji, — i wszyscy, interesujący się konstrukcjami żelaznymi muszą mieć na oku ten nowy etap i nową epokę budownictwa.

by, epidemje, oraz zaraza moralna, a w wielu razach zimno i wilgoć, oraz brak powietrza, sprowadzają przedwczesną śmierć.

Takie warunki mieszkaniowe są podatnym gruntem dla szerzenia idei skrajnego komunizmu i anarchizmu.

Wobec tego walka z głodem mieszkaniowym jest walką w pełnym znaczeniu tego słowa społeczną, a kwestja mieszkaniowa jest kwestją socjalną.

Wskutek znacznego corocznego przyrostu zaludnienia w Polsce (do pół miliona) sytuacja z każdym rokiem się pogarsza.

Jaki zatem powinien być program naszego budownictwa mieszkaniowego?

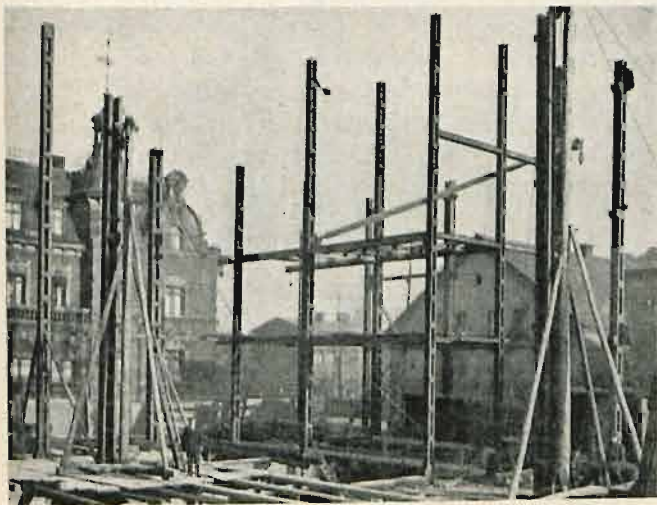
Budować w jaknajszybszym tempie, nie uganiając się za najdoskonalszym i najidealniejszym typem mieszkania ze wszelkimi nowoczesnymi wygodami, budować jaknajwiększą ilość domów ze zwykłymi tylko niezbędnymi wygodami i jaknajtaniej.

Przytem należy pamiętać przysłowie: „bis dat qui cito dat“.

Jeśliśmy się spytali obywatela, pozbawionego dachu nad głową, lub nawet mieszkającego w trudnych warunkach, czy woli on płacić komorne o 20 do 30% mniejsze, lecz otrzymać znośne mieszkanie dopiero za rok, lub za pół roku, czy też woli zapłacić drożej, lecz mieć to mieszkanie zaraz (w przeciągu miesiąca lub 2 tygodni), to nie wątpię, że wybrałby on drugą alter-

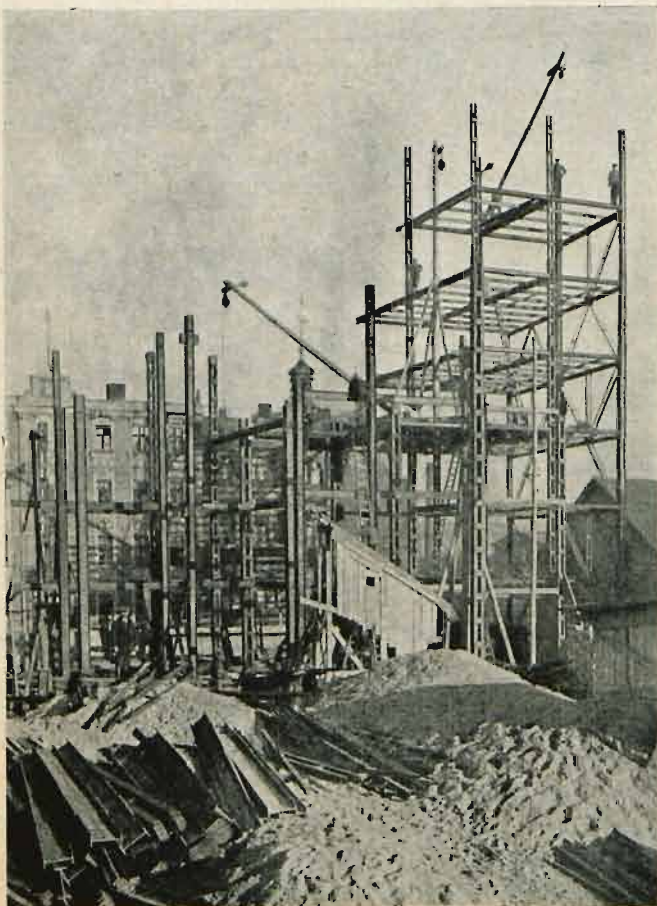
nalywę. W danym wypadku czas, to nie tylko pieniądź; czas to zdrowie, a w wielu razach i samo życie.

Rozpatrzmy teraz: czy przy tym programie możemy dalej stosować do tych małych domków podmiejskich dla robotników i niezamożnej inteligencji, pracującej umysłowo, — te sposoby budownictwa, które cechują terazniejsze domy ceglane.



Rys. 1

Ściany zewnętrzne z cegły są z konieczności grube, gdyż ściany w budynkach ceglanych mają podwójne znaczenie: 1) stanowią *nośną część budynku*, t. j. przyjmują na siebie i oddają na fundament ciężar budynku i obciążenia od śniegu, wiatru i obciążenia pożyteczne od stropów, i 2) grają rolę izolacji, zabez-



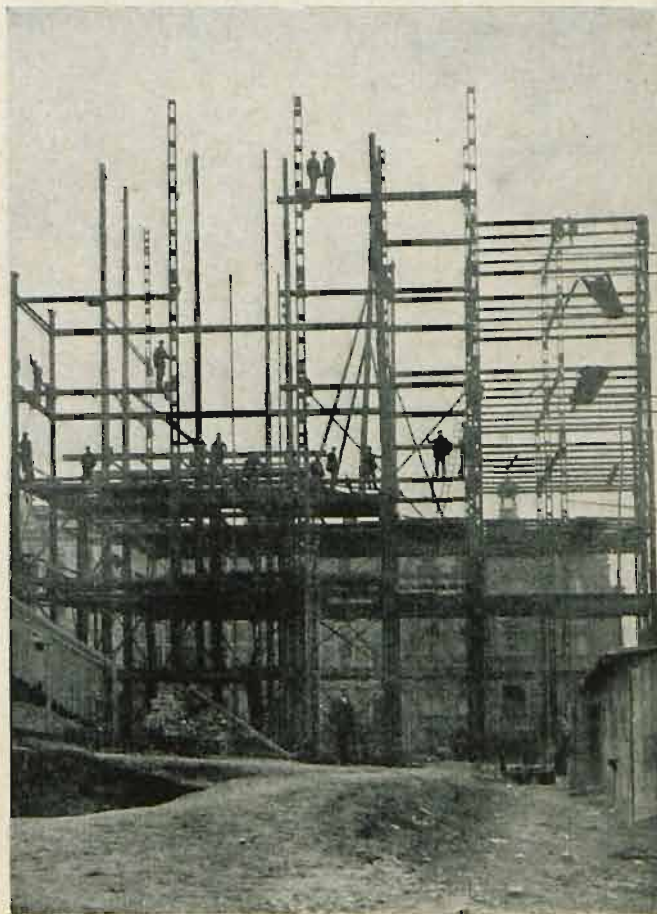
Rys. 2

pieczającej pomieszczenia wewnętrzne od zimna i wilgoci, t. j. od wpływów atmosferycznych.

W naszym klimacie normalna grubość ścian zewnętrznych z cegły jest przyjęta dla pomieszczeń mieszkalnych 55 cm.

Jeśli zastosować nowoczesne systemy budowania, to *bezwarunkowo można* znacznie zmniejszyć grubość ścian zewnętrznych, nie naruszając w niczem potrzebnych warunków izolacji pomieszczeń.

Dla tego należy przede wszystkim nośną część budynku przenieść na szkielet ze słupów i belek, a rolę izolacji od wpływów zewnętrznych pozostawić tylko wypełnieniu tego szkieletu, t. j. właściwym ścianom, używając do tego wypełnienia nowych materiałów izo-



Rys. 3

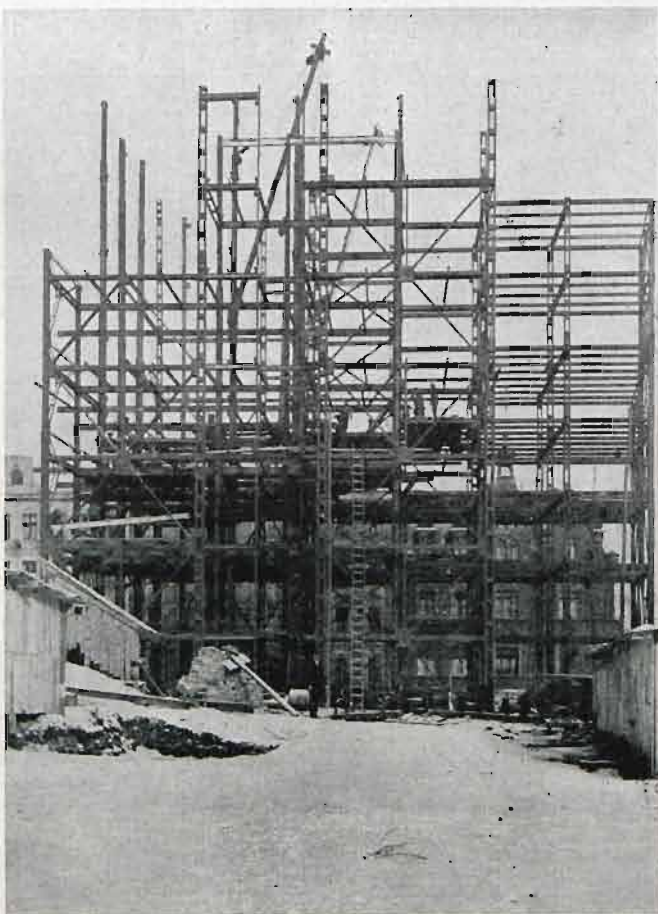
lacyjnych, które, przy znacznie mniejszej grubości, lepiej się nadają do izolacji, niż cegła.

Idea budynków szkieletowych jest nie nowa. Już dawno stosowano w budynkach szkielety drewniane, wypełnione murem z cegły, pod nazwą „pruskiego muru“.

Lecz z powodu tego, że drzewo jest łatwopalne, a zarazem podlega gniciu, z biegiem czasu zastąpiono szkielety drewniane — żelaznymi, względnie stalowymi (t. j. z materiału żelaznego kowalnego o większej zawartości węgla i większej wytrzymałości w porównaniu ze zwykłym żelazem zlewnym).

Domy i domki szkieletowe stalowe znalazły szerokie zastosowanie w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, a obecnie są stosowane szeroko w Zachodniej Europie: w Niemczech, w Austrii, w Anglii i we Francji.

Znane drapacze nieba (sky-scrapers) amerykańskie, których wysokość przekracza 55 pięter, są to stalowe szkielety, ustawione na głębokich fundamentach, i składające się ze słupów i belek stalowych normalnych profili poprzecznych. Tego rodzaju budowle powstały w środkach miast z powodu drożyzny gruntów i dążności do skoncentrowania działalności banków, biur, urzędów, składów, magazynów jaknajbliżej do centralnych punktów życia handlowego. Nie mogąc rozszerzać budynków, z powodu drożyzny placów, — poczęto wznosić te budynki w górę, urządzając elektryczne windy dla komunikacji dalekobieżnej, między



Rys. 4.

najbliższem i najwyższem piętrzem, i oddzielnie — miejscowej między sąsiednimi piętrami. Stalowe szkielety tych budynków wznoszone są nadzwyczaj szybko, tak, że dają możliwość wykonywania zapewnienia szkieletu izolacją w dowolnym piętrze, które zostanie wynajęte, nie oglądając się na to, czy dolne piętra mają już wykończone ściany.

Naturalnie, szkielety takich budynków przedstawiają mocne wiązania, pracujące na ciężar budynku i na wiatr i, przy znacznych rozpiętościach między słupami, wielkiej wysokości i wielkich obciążeniach, mają znaczne wymiary i podlegają szczegółowemu obliczeniu statycznemu. Używane w takich budynkach belki i słupy składają się z części normalizowanych i standaryzowanych i wszelkie detale, dotyczące połączeń tych części, są już ustalone i wypracowane szczegółowo.

Do tej samej kategorii budynków należą hale o du-

żych rozpiętościach i znacznych obciążeniach, oraz gmachy przemysłowe i fabryczne, a także wielopiętrowe składy i magazyny.

Naturalnie, szkielet budynku, do pewnej wysokości, może być wykonany z żelbetu, lecz, jak pokazała praktyka amerykańska, opłaca się to tylko przy budynkach do 10 pięter (najwyżej do 15 pięter). Przy wyższych budynkach panuje niepodzielnie stalowy szkielet. Ale są wypadki, kiedy i przy stosunkowo niskich budynkach korzystniej jest wykonać szkielet ze stali niż żelazo-betonu. Są to wypadki, kiedy chodzi o najkrótszy czas wykonania robót. Szkielet stalowy może być wykonany w bardzo krótkim czasie i niezależnie od pory roku, nie potrzebuje specjalnie ciepłej pogody, czyli pewnego sezonu robót, jak szkielet żelbetowy. Oprócz tego szkielet stalowy może być znowu użyty, w razie rozbiórki budynku, t. j. nie traci na swojej wartości i może być z łatwością wzmocniony w razie potrzeby. Szkielet zaś żelazo-betonowy, w razie rozbiórki budynku, obraca się w gruz. W Polsce już egzystują budynki mieszkaniowe, oraz przemysłowe systemu szkieletowego wybudowane na żelaznych słupach i belkach a mianowicie:

1) W Katowicach obecnie buduje się dom dla profesorów Szkół Zawodowych. Budynek ten obejmuje około 10000 m³, przy 7 piętrach. Szkielet metalowy waży 24 kg./m³. Projekt szkieletu, wykonanie i montaż konstrukcji objęła Huta Królewska (rys. 1, 2, 3 i 4).

2) Również szkielet żelazny (zamiast projektowanego poprzednio żelazobetonowego szkieletu) gmachu Centralnego Telegrafu i Telefonu w Warszawie przy ulicy Poznańskiej (róg Nowogrodzkiej) jest obecnie w wykonaniu przez Huty Królewską i Laurę. Cała budowa obejmować będzie około 80.000 m³. Wysokość budynku 40 m., czyli normalnych 10 pięter.

3) Rozszerzenie budynku P. K. O. w Warszawie, przy ulicy Świętokrzyskiej (drugi dom od rogu Jasnej, w podwórzu), obecnie wykonywane, przedstawia trzy dolne piętra na szkielecie żelaznym, spawanym z zapelnieniem, z cegły, a trzy górne piętra — zwykły mur z cegły (bez szkieletu). Spawanie połączeń szkieletu dało 15% oszczędności na ilości materiału żelaznego.

Ten szkieletowy sposób budownictwa mieszkaniowego wielopiętrowych domów, przy użyciu zapelnienia z cegły, lub z innych odpowiednich materiałów, został już i w Polsce uznany, jako zupełnie dojrzały i nadający się do zastosowania na szeroką skalę. co znalazło sobie wyraz w artykule p. t. „Domy Stalowe“, pomieszczonym w „Przeglądzie Budowlanym“ (zeszyt 10/11 z d. 30 listopada 1929 r., str. 386) w imieniu Komisji Badań Centrali Gosp. Przem. Bud.

Ponieważ przemysłowe budynki szkieletowe wykonywują się pod względem technicznym w ten sam sposób, jak mieszkaniowe, więc należy zaznaczyć, że jedna z poważnych firm krajowych wykonała niedawno dwa szkieletowe budynki przemysłowe, a mianowicie:

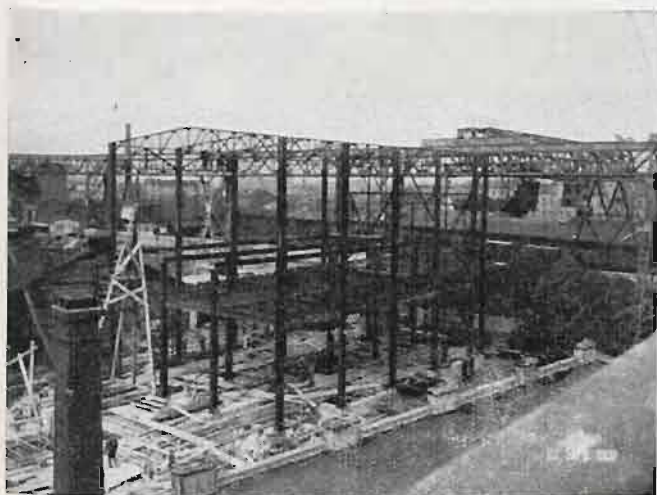
4) w Łodzi budynek elektrowni (rozdzielnia), (rys. 5, 6, 7 i 8), na których widać (rys. 5) — szkielet; rys. (6) — wewnątrz budynku i formę słupa szkieletu, rys. (7) — budynek z zapelnieniem z cegły ściany szczytowej i rys. (8) — zapelnienie z cegły ściany podłużnej i szczytowej budynku.

5) w Chodakowie budynek fabryki sztucznego jedwabiu.

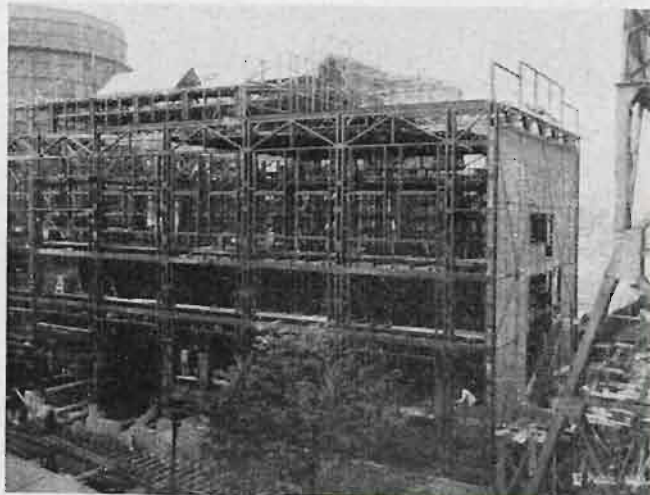
W Niemczech wielką ilość budynków przemysłowych wykonano na szkieletach stalowych. Są budynki takie w Monachjum i w Dreźnie (np. dom w formie kuli) oraz w innych miastach. Oprócz budyn-

niach, którym podlegają szkielety w takich domkach, nie mogłoby się opłacać stosowanie normalnych profili.

Takie domki być może najbardziej nadawałyby się dla zastosowania w naszych warunkach, t. j. dla masowej produkcji charakteru przemysłowego (fabrycznego) w jaknajkrótszym czasie i w jak największej ilości.



Rys. 5.

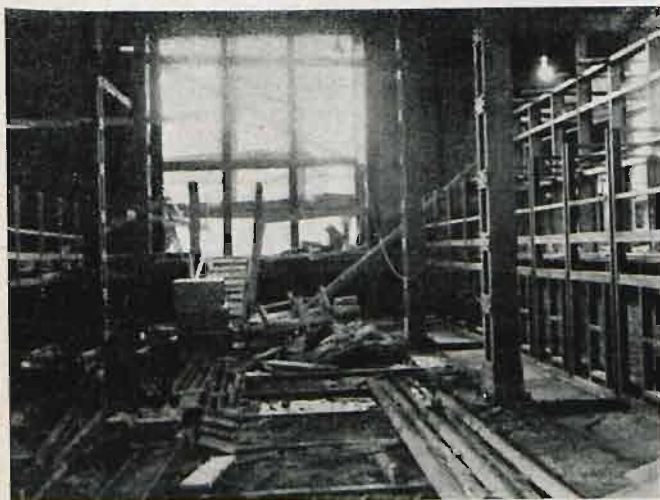


Rys. 6.

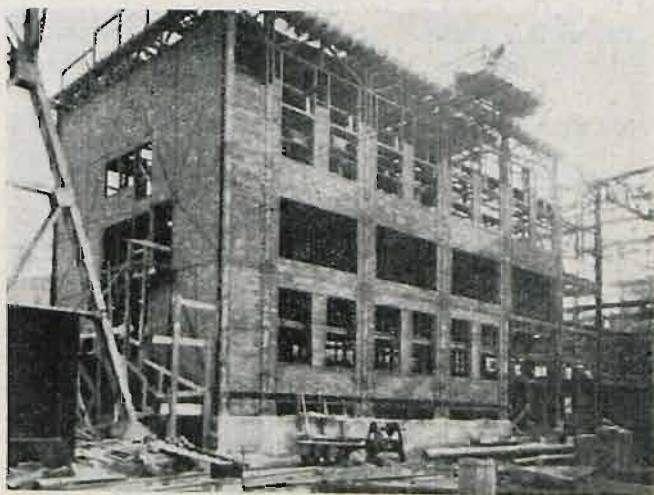
ków całkowicie szkieletowych mogą być ze względów ekonomicznych, przy odpowiednich warunkach, budowane domy częściowo szkieletowe, częściowo zwykłym sposobem z cegły pełnej, lub pustakowej.

Wobec faktu, że nie tylko w Ameryce i w Europie Zachodniej, ale i w Polsce budowa domów wielopiętro-

ędzy kategorią tych małych domków podmiejskich, przeznaczonych dla robotników i mało zamożnej inteligencji, oraz mogących mieć charakter domków wiejskich, najwyżej dwupiętrowych i między kategorią domów szkieletowych, które się opłacają przy ilości pięter powyżej 4 lub 5, pozostaje kategoria zwy-



Rys. 7.



Rys. 8.

wych na żelaznych lub stalowych szkieletach normalnych profili poprzecznych znalazła zastosowanie i jest uznana przez fachowców za konstrukcję dojrzałą, nie mamy potrzeby bardziej szczegółowo uzasadniać racjonalności tego rodzaju budowli i możemy przejść do innego rodzaju budowli stalowych, a mianowicie do małych domków stalowych.

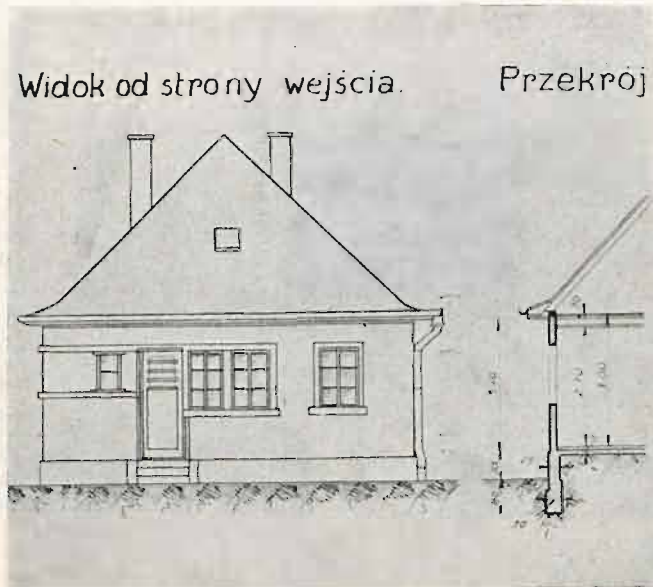
Praktyczni Amerykanie budują obecnie i małe domki parterowe, jedno i dwupiętrowe na stalowych szkieletach, ale innego rodzaju, mianowicie: na szkieletach, składających się z części stalowych o specjalnych, małych profilach poprzecznych przekrojów, dla oszczędności w metalu, gdyż przy małych obciąże-

nych domów dochodowych od dwóch do pięciu pięter wysokości, które jeszcze się opłacają przy naszych normalnych warunkach (o ile nie chodzi o czas budowy), jako budowane zwykłym sposobem z cegły pełnej lub pustakowej, gdyż cegła ze względu na masową jej produkcję w kraju i cenę, oraz na rutynę budowlaną (przy przepisanych normalnych grubościach ścian z cegły) jest materiałem odpowiadającym swemu przeznaczeniu i najwięcej rozpowszechnionym.

Jeśli zaś postawimy sobie, jak wyżej powiedziano, warunek budowy tanich domków w najkrótszym czasie i w dużej ilości, to łatwo spostrzeżemy, że dotychczasowy sposób budowy domów z cegły w tym wypad-

ku przedstawia dość znaczne niedogodności, a mianowicie:

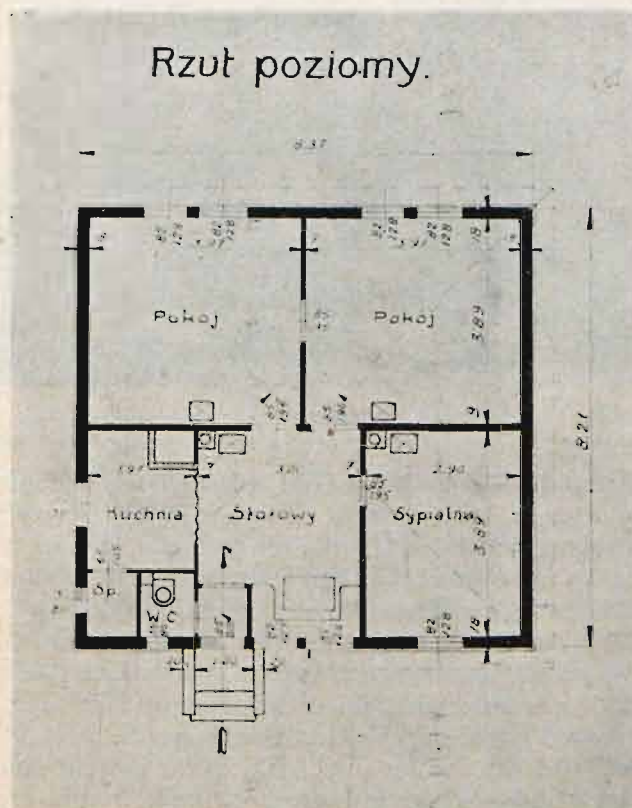
1) długi okres budowy, ograniczony przytem do wiosennego sezonu budowlanego, powoduje stratę czasu;



Rys. 9.

2) mały wymiar elementów budowlanych. Wiele tysięcy cegieł musi przejść od glinianki do gotowej budowy przez znaczną ilość rąk, aby, po ogromnym zużyciu robocizny, czasu i pieniędzy, dać wreszcie surową budowlę ścian domowych;

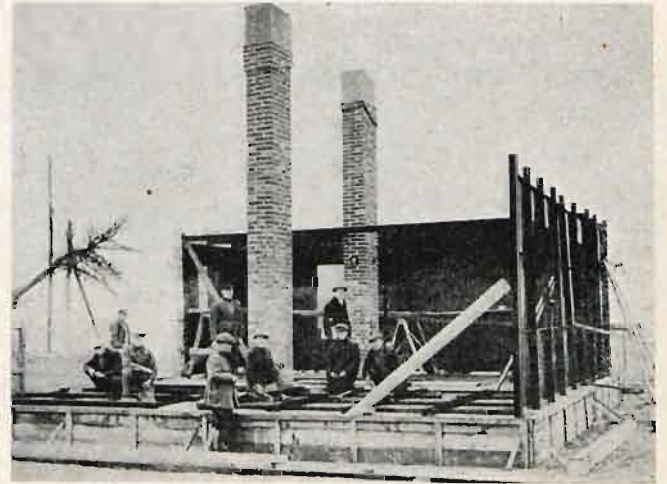
3) wielka grubość ścian (t. j. znaczna kubatura), a zatem zmniejszenie użytecznej powierzchni i poży-



Rys. 10.

tecznej objętości budynku. Przy grubości murów ścian zewnętrznych 55 cm., powierzchnia ich stanowi do 25% powierzchni zabudowanej, a przy ścianach 20 cm w domach szkieletowych tylko 10%, t. j. zyskujemy około 15% powiększenia powierzchni użytecznej;

4) niekorzystny stosunek wagi własnej używanego materiału do wagi użytecznej (ciężaru martwego do obciążenia pożytecznego). Na przykładzie nader prostym można się o tem przekonać. Ciężar jednometrowego



Rys. 11.

wego pasa muru z cegły o wysokości 3,2 metra i o grubości 0,55 m waży:

$$1 \times 3,2 \times 0,55 \times 1600 = 2816 \text{ kg.}$$

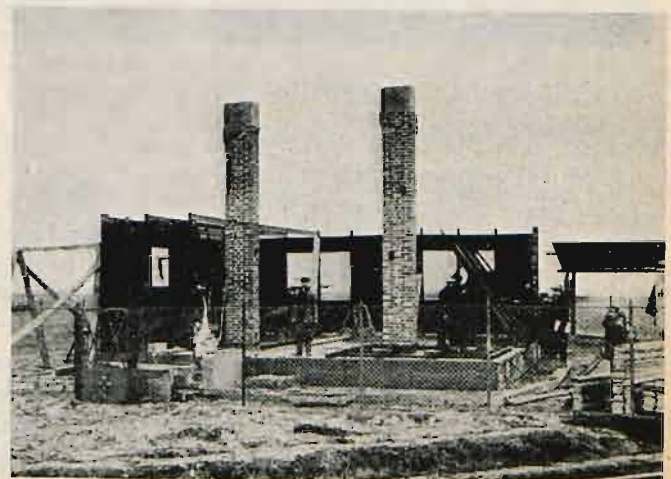
Przy głębokości pokoju 5 metrów oddaje się od stropu na pas muru o szerokości 1 metr pożyteczne obciążenie (licząc 400 kg. na m²); $1 \times \frac{5}{2} \times 400 = 1000 \text{ kg.}$

czyli stosunek $\frac{2816}{1000} = 2,816$.

Więc obecne mury z cegły niosą przeważnie własny swój ciężar.

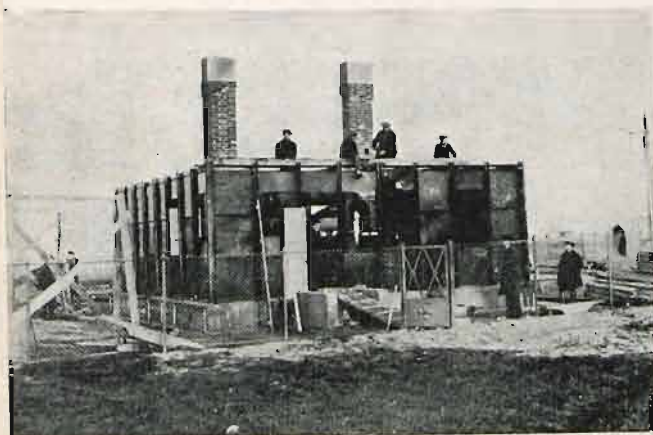
5) kosztowne fundamenta wielkiej objętości pod ciężką ścianą na całej jej długości;

6) wysokie wydatki na transport dużych mas materiałów; koszty transportu niektórych materiałów (np. piasku lub żwiru) dochodzą czasem do 50% i więcej ceny materiału loco budowa);



Rys. 12.

7) znaczna ilość wody wprowadzonej do budynku przy stawianiu ścian i stropu i przy ich wyprawianiu, skąd pochodzi opóźnienie oddania domu do użytku, gdyż należy oczekiwać wyschnięcia budynku. Ta okoliczność powoduje straty wynoszące do 2^o/_o czasem ogólnych kosztów budowy.



Rys. 13.

Natomiast, przy zastosowaniu systemu szkieletowego — stalowego mamy następujące zalety:

1) rozciągnięcie dopuszczalnego czasu budowy na cały rok, a zatem równomierne nieprzerywane zatrudnienie wszystkich gałęzi przemysłu budowlanego i przytem niezależnie od pory roku i pogody;

2) nadzwyczajne skrócenie czasu budowy (stalowy domek próbny, szkieletowy, mieszkalny, parterowy o powierzchni 69 m² (patrz rys. 9 i 10) został całkowicie zbudowany w Warszawie przy ulicy Grochowskiej przez jedną z krajowych firm w ciągu trzech tygodni, a przy masowej budowie takich domków możnaby czas budowy jeszcze znacznie skrócić). Samo zmontowanie



Rys. 14.

na śrubach stalowej konstrukcji szkieletowej ścian wymaga tylko kilka godzin czasu.

3) Zmniejszenie grubości ścian przez zastosowanie nowych materiałów izolacyjnych (heraklit, solomit, celolit, gazobeton i t. p.) z 55 cm do 20 cm i nawet do 12 i 10 cm, przyczem wartość termiczna tych cienkich ścian, w zależności od rodzaju zastępczego izolacyjnego

materiału, równa się lub przewyższa wartość termiczną muru z cegły grubości 55 cm.

Otrzymujemy oszczędność na pożytecznej powierzchni budynku od 15 do 20^o/_o.

4) Zmniejszenie ilości wody wprowadzonej do budowy, dzięki czemu dom natychmiast po wzniesieniu jest suchy i gotowy do pomalowania.

5) Możliwie najdalej idąca normalizacja elementów budowlanych, a zatem fabryczne, tańsze ich wykonanie.

6) Ponieważ po ustawieniu szkieletu ścian i belek poprzecznych wiążących ściany, wykonuje się dachowe pokrycie i stawia się od razu kominy i piece, a izolacyjne wypełnienie ścian wykonuje się po pokryciu budynku dachem, więc zmniejsza się ilość robót w niepokrytych miejscach budowy i w zimnie (gdyż można zaraz opalać).

7) Budynek otrzymuje się lekki, ponieważ szkielet stalowy jest złożony z małych (specjalnych) profili i z blach cienkich, a grubość izolacji jest mała (10, 12 lub 20 cm).

Wskutek tego fundamenty mogą być znacznie mniejszej objętości i można postawić budynek na mało wytrzymałych gruntach. Wskutek zaś sztywności konstrukcji budynek jest zabezpieczony od następstw nierównomiernego osiadania się na słabym gruncie.

Fundamenty można wykonać w tym razie tylko w formie słupków kamiennych lub betonowych, w rogach budynków, co może dać znaczną oszczędność na fundamentach stanowiącą około 5^o/_o kosztów budowy.

8) Małe porównawczo koszty transportu materiałów budowlanych.

9) Uproszczenie bardzo obecnie skomplikowanej współpracy różnych rzemieślników. Konstrukcja szkieletowego domku jest o tyle prosta, że może być wykonana przez niewykwalifikowanych robotników.

10) Możnaść łatwego przenoszenia takich lekkich budynków w razie potrzeby z miejsca na miejsce, lub rozbierania ich bez straty materiału, a także możnaść łatwego wzmocnienia i rozszerzenia budynków, oraz wymiany oddzielnych części szkieletu w razie potrzeby.

Jednakże osiągnięcie dodatnich rezultatów zastosowania do budownictwa mieszkaniowego domków stalowych zależy w bardzo dużym stopniu od należytego wyboru rodzaju wypełnienia szkieletu.

Zapełnienie to powinno odpowiadać następującym warunkom:

- 1) mieć mały ciężar na jednostkę objętości;
- 2) być złym przewodnikiem ciepła, t. j. mieć możliwie mały współczynnik przewodnictwa cieplnego;
- 3) być złym przewodnikiem dźwięków;
- 4) być odpornym na wilgoć i na mróz;
- 5) być ogniotrwałym;
- 6) dobrze się łączyć ze szkieletem;
- 7) nie dawać skurezu, szczelin, rysów i pęknięć, które łatwo mogą powstawać wskutek osiadania zapełnienia, przy względnie nieruchomym szkielecie;
- 8) mieć najmniejszą ilość szwów (stosug, fug);
- 9) o ile możnaści nie wymagać wewnętrznego otynkowania;
- 10) być wykonalnym w jaknajkrótszym czasie.

Niestety, *bardzo mało zapelnień odpowiada wszystkim tym warunkom.* Obecnie pomimo wielu prób w różnych krajach, już robionych w ciągu kilku lat, jesteśmy jeszcze pod względem zapelnień szkieletów w stadium badań, które, w interesach postępu i racjonalizacji budownictwa, należy prowadzić systematycznie w dalszym ciągu, organizując należyte instytuty badawcze.

Dla pewnej orientacji i w tej dziedzinie przytaczamy poniżej tabelkę równowartości termicznej grubości ścian z różnego rodzaju materiałów.

TABLICA

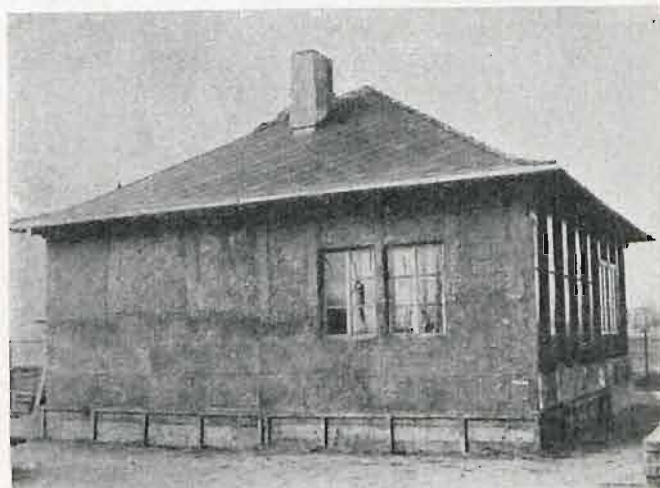
równowartości termicznej grubości ścian z różnych materiałów.

Rodzaj materiału ściany	Grubość ścian cm	Współczyn przewodn. cieplnego λ	Waga mater kg/m ²	Wyrz. materjału na ci. ścienie kg/cm ²	Uwagi
Korek	2,5	0,035	150	12 do 18	W płytach korkowych
Celolit dla izolacji od ciepła	3,4	0,049	300	10	
Celolit dla izolacji od zimna	3,8	0,055	300	10	
Solomit	4,7	0,067	320	35	
Heraklit.	4,7	0,067	370	20	
Porowaty kamień Moler'a	4,8	0,069	305	—	
Porowaty kamień Moler'a	5,5	0,078	420	—	
Suche drzewo	10	0,14	600	300 do 50 do 150	do włókien
Celolit dla płyt dachowych	11	0,16	800	40	
Celolit dla ścian wewnętrznych.	13	0,19	900	40	
Celolit dla ścian zewnętrznych	18	0,25	1100	40	
Lekki beton (z lucznią tufowego) (Bimsstein, pumeks).	16	od 0,22 do 0,3	od 1000 do 1200	—	
Sztuczny kamień Athermane - Knapen (Belgia—Francja)	16	0,22	1250	119	Można budować małe domki. Parter i piętro bez szkieletu stalowego t.j. tak jak z cegły
Gasbeton (Aerokret)	18	0,28	od 800 do 900	40	
Zwyczajny mur z cegły	46	0,66	od 1600 do 1750	140	
Cementowa zaprawa.	70	1,00	2000	300	Zależnie od składu
Beton zwyczajny	84	1,20	2200	250	

Szkielet żelazny lub stalowy z zapelnieniem z powyższych materiałów lub z heraklitu, albo solomitu, z pozostawieniem wewnątrz zapelnienia pewnej warstwy powietrza zwykle od 4 do 5 cm, z poziomymi przegródkami dla osiągnięcia zamkniętych przestrzeni z powietrzem stojącym. — przedstawia pewną grupę domków szkieletowych, będących obecnie w użyciu.

Pozatem jest wiele patentowanych systemów domków ze stalowymi płytami, — które łączą się bezpo-

średnio, lub wstawiają się między słupkami szkieletu. Płyty te stawiają się albo na zewnętrznej powierzchni ściany, formując płaszczyz stalowy (jak np. w systemie Blecken'a — rys. 17), Desta lub Primus'a, lub też wewnątrz izolacji, jak w systemie Böhrer'a (Schmidta). Nakoniec, są domki, w których używane są dwie płyty



Rys. 15.

stalowe: zewnętrzna i wewnętrzna, a między nimi znajduje się warstwa powietrza (domki stalowe francuskie).

Oprócz szkieletowych domków stalowych egzystują typy takichże domków ramowych (np. niemiecki system Spiegel i francuski system Commentry Oissel).

System Blecken'a (rys. 17), bez specjalnego szkieletu, z elementów z blachy stalowej o grubości 3 mm, z dodatkiem do stali małej ilości miedzi przeciw rdzewieniu, ma, zamiast słupków, zagięte brzożki blachy, łączone zapomocą śrub. Izolacja w tym systemie składa

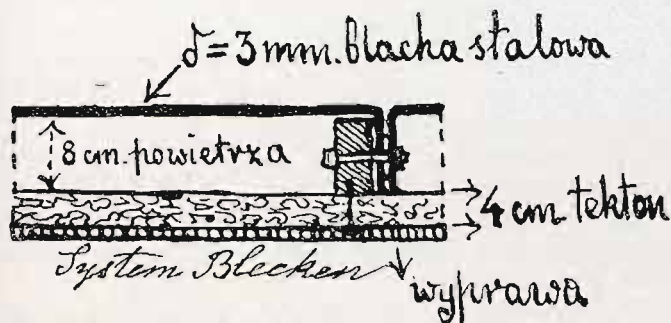


Rys. 16.

się z warstwy powietrza—8 cm, z płyty tektonu (lekki beton z domieszką włókien roślinnych) o grubości 4 cm i z wyprawy. Ogólna grubość izolacji wynosi około 13,5 cm. Płyty tektonu przybijają się do drewnianych listw, przyśrubowanych do zagiętych brzożków blach stalowych.

Angielski system Weir ma blachę stalową przytwierdzoną do szkieletu drewnianego. W Ameryce uży-

wają siatki (métal deployé) rozciąganej, albo drutowanej, przymocowanej do szkieletu stalowego. Ta siatka zostaje oblepiona zaprawą cementową w ten sposób, że na deskę obszalowania ustawioną nazewną za siatką w odległości 2 cm narzuca się z wewnątrz za pomocą przyrządu „cement gun“, działającego z gęszczonym powietrzem, zaprawa cementowa. Nazywa się to torkretowaniem.



Rys. 17.

Ten sam sposób używa się we francuskich domkach szkieletowych (maison isotherme, procédé R. Decourt), oraz proponuje w swoich projektach domków szkieletowych stalowych polski inżynier p. Srokowski.

Domek stalowy próbny, według systemu Böhlera niedawno został wybudowany w Warszawie przez jedną z poważnych krajowych firm przemysłu metalowego (rys. 11, 12, 13, 14, 15 i 16).

W tym domku szkielet składa się ze słupków stalowych lekkiego profilu ceowego

80 x 75 x 4 mm,

rozstawionych co jeden metr oś od osi (patrz rys. 18) i z blach o grubości 1½ mm, zagiętych i przyśrubowanych do tych słupków śrubami o średnicy $d = 12$ mm, tak, że blacha stalowa znajduje się pośrodku izolacji. Blacha ta nie gra roli izolacji, służy tylko dla połączenia między sobą słupków, formując jakby stężenia wiatrowe.

Izolacją przeciwko wpływom termicznym i wilgoci służą dwie warstwy heraklitu, zewnętrzna o grubości 5 cm i wewnętrzna o grubości 2,5 cm. Późna przestrzeń między temi dwiema warstwami zapełnia się wełną drzewną (choć tu mogłaby zostać warstwa powietrza). Z zewnątrz i wewnątrz jest tynk z cementowej zaprawy. Ogólna grubość izolacji w systemie Böhlera stanowi 17,5 cm.

Dach, dla zmniejszenia kosztu, został wykonany na drewnianej konstrukcji i pokryty eternitem. Ilość stali na ściany zewnętrzne stanowi około 19 kg. na m² powierzchni ściany.

Całkowity koszt takiego stalowego domku o powierzchni 69 m² z pełnym wewnętrznym urządzeniem, według danych wykonawczych, stanowi 16500 złotych, a koszt takiego domku z cegły wyniósłby, według teraźniejszych cen, około 22000 złotych; innymi słowy osiągnięta została oszczędność przeszło 5000 złotych na jednym domku.

Oprócz tego, jak już powiedziano wyżej, osiągnięta została znaczna oszczędność na czasie, gdyż cały domek został wybudowany w ciągu trzech tygodni (21 dni).

Ilość stali, w porównaniu ze znanym systemem stalowych domków Blecken'a, gdzie ma się do czynienia z zewnętrznym stalowym płaszczem o grubości 3 mm, (przezem ilość stali w zewnętrznych ścianach stanowi 27 kg na m² ściany), jest znacznie mniejsza.

Dla dalszego zmniejszenia kosztu budowy domków stalowych systemu Böhlera możnaby:

1) nie robić ogólnego głębokiego fundamentu pod ścianami, a tylko fundamenty oddzielne w formie filarów w rogach domu i może w miejscach skrzyżowania zewnętrznych ścian z wewnętrznymi;

2) dach zrobić płaski;

3) nie robić wewnątrz budynku otynkowania, a tylko pokrycie tekturą, jutą i pomalowanie;

4) materiał izolacyjny zastosować możliwie tańszy, np. solomit.

Przy masowej produkcji takich domków fabrycznym sposobem, produkując małe profile w kraju, można byłoby osiągnąć dalszą redukcję kosztu, niemniej jak 10%.

Zarzuty, które robi się temu systemowi, są:

1) możliwe rdzewienie konstrukcji metalowej;

2) niebezpieczeństwo w razie pożaru;

3) deformacja blach stalowych pod wpływem zmian termicznych;

4) nieracjonalność pomieszczenia w środku izolacji termicznej—metalowej blachy, która jest dobrym przewodnikiem i ciepła i zimna.

Zarzuty te teoretycznie do pewnego stopnia słuszne, nie są jednakowoż stwierdzone na praktyce Austrii, gdzie wiele takich domków wybudowano.

Co do rdzewienia, — to, dla przeciwdziałania temu, przy fabrykacji stali dodaje się niewielka ilość miedzi i otrzymuje się materiał nierdzewiejący; oprócz tego wszystkie części metalowe przed zmontowaniem maluje się olejną farbą dwa razy i po zmontowaniu jeszcze jeden raz.

Dla uchronienia blach i szkieletu od rozmiękczenia pod wpływem wysokiej temperatury przy pożarach, zastosowane jest otynkowanie zewnętrzne i pokrycie szkieletu z wewnątrz — ogniotrwałymi materiałami o grubości nie mniej 2,5 cm — heraklitem lub solomit.

Dla uniknięcia szkodliwego wpływu deformacji blach stalowych pod wpływem zmian termicznych, łatwo byłoby zmienić sposób przymocowania blach do słupków, dając pewną swobodę przy deformacji, jak to zastosowała niemiecka firma „Primus“ w swoich domkach. Ale należałoby przedtem stwierdzić ścisłymi obserwacjami: o ile rzeczywiście zachodzi to zjawisko i potrzeba tych zmian.

Nakoniec czwarty zarzut jest zasadniczo sprawiedliwy, ale ponieważ wartość termiczna izolacji jest znaczna i przekracza termiczną wartość muru z cegły o grubości 55 cm, to ten zarzut nie powinien mieć decydującego znaczenia.

Wreszcie, jest możliwość przy stalowym lub żelaznym szkielecie zastosować zapełnienie zupełnie bez metalu, według projektów polskiego inżyniera Srokowskiego. Projekty te, stanowiące własność autora, zastosowują słupki zwykłego profilu Nr. 8 ceówki, ale rozstawione nie na metr, a na 1½ metra. Zatem nie potrzeba wyprodukowania nowych profili. W nie-

których końcowych przedziałach szkieletu inż. Srokowski wprowadza skosy dla przyjęcia sił wiatru. Otynkowanie zewnętrzne jest zrobione na siatce metalicznej. Izolacja wewnętrzna składa się z warstwy powietrza o grubości 5 cm, z solomitu i gazbetonu.

Ogólna ilość izolacji stanowi około 20 cm (19,5 cm).

Dach płaski, dla zmniejszenia kosztów, jest konstrukcji drewnianej, pokryty blachą ocynkowaną. Dla zabezpieczenia od skroplania wody kondensacyjnej i dla szczelności połączeń używa się ruberoid, sztorce drewnianych belek pokrywają się dwoma warstwami papy.

Wogóle cała konstrukcja jest racjonalnie obmyślona.

Według danych inż. Jerzego Nechay, mechanika stacji doświadczalnej Politechniki Lwowskiej, wskazanych w jego pracy pod tytułem „Cegła a materiały zastępcze“ (Lwów 1929) budowie blokowe o szkieletcie żelaznym z wypełnieniem z gazobetonu lub celolitu, albo pumeksu (lekkiego betonu z tłucznią tufowego, Bimsstein) dają oszczędności dochodzące w Niemczech do 25% kosztów budowy. We Francji (według danych „Przeгляdu Budowlanego“ Nr. 10/11, listopad 1929 r. „Domy Stalowe“) domki stalowe okazały się o 8% tańsze od ceglanych.

Ponieważ według danych firm krajowych, oszczędności, porównaniu z domami z cegły, przy budowie domków stalowych systemu Böhrer'a — dochodzą do 20%, a oprócz tego mamy znaczne korzyści na czasie budowy, gdyż domki takie mogą być wybudowane w parę tygodni i niezależnie od pory roku, — więc oczywiście opłacałoby się podjęcie dalszej próby masowej budowy fabrycznym sposobem takich domków. Przemysł metalurgiczny, w którym panuje obec-

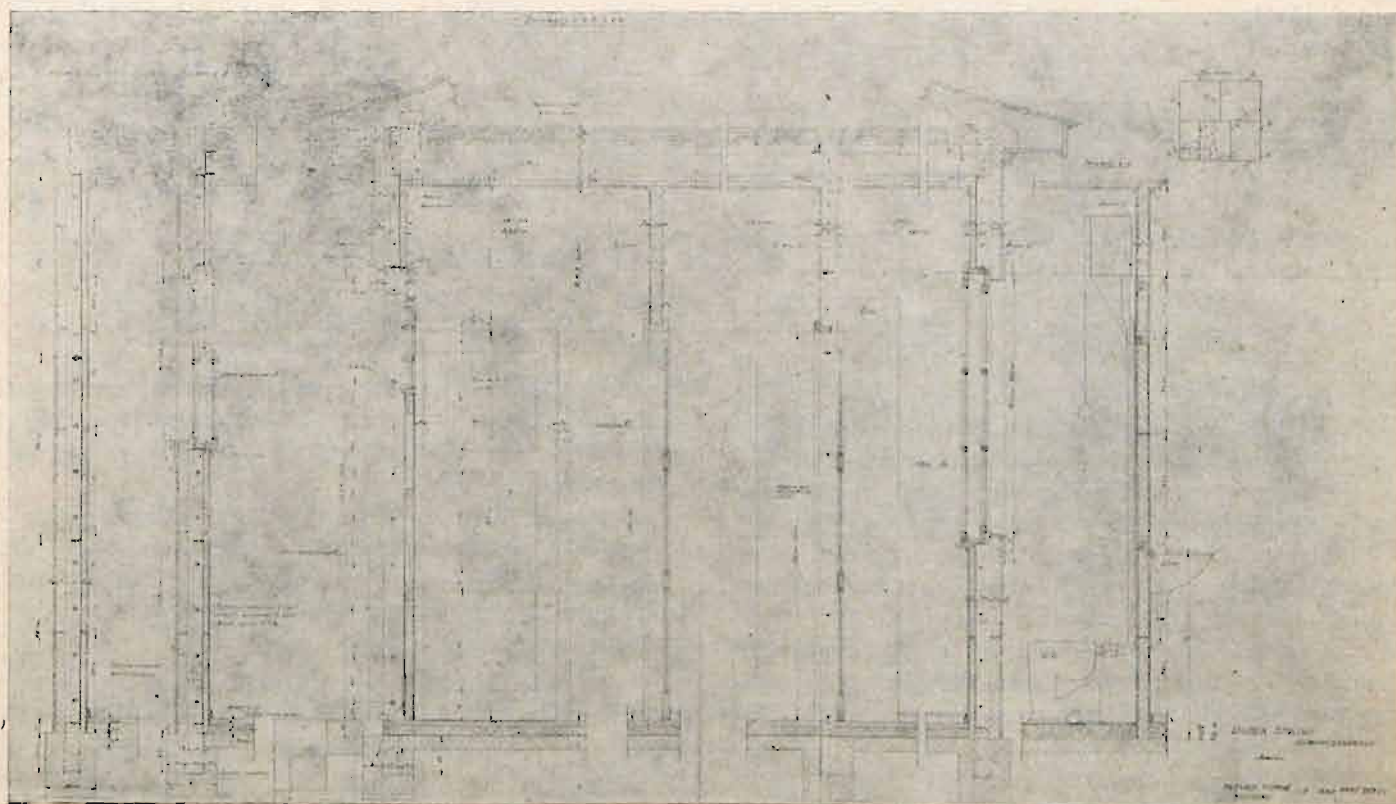
nie pewien zastój, osiągnąłby przytem nowe źródła zbytu.

Naturalnie w tym wypadku należałoby uwzględnić wszelkie uwagi natury technicznej, które są cytowane powyżej, w pierwszym rzędzie uszczelnienie połączeń szkieletu z ramami okiennymi i z odrzwiami, za pomocą fileu (wojłoku), lub innych odpowiednich materiałów, zapobieżenie poceniu się ścian, skraplaniu wody kondensacyjnej, wskutek działania zimnych powierzchni metali; zastosowanie dobrze wysuszonych zastępczych materiałów dla uniemożliwienia formowania się rysów i pęknięć. Gazobeton i celolit w pierwszym roku po wykonaniu silnie się kurczą; skurek ten dochodzi do 1 $\frac{1}{2}$ mm na 1 metr. W pierwszych dwóch miesiącach ten skurek jest większy, w trzecim miesiącu już się zmniejsza. Należy używać kostki, które przeleżały na składzie trzy miesiące. Celolit wysusza się obecnie przez tężenie w parze.

Powierzchnie słupów i belek metalowych, przez które łatwo oddaje się zimno wewnątrz budynku, — należy starannie izolować — czy przez pokrycie płytami korkowymi, czy innym sposobem.

Naturalnie należy prowadzić dalsze badania, jak techniczne, tak i ekonomiczne, własności nowych materiałów zastępczych, oraz sposobów budowania tanich domków mieszkalnych. Cena jednej izby takich domków, według ankiety państwowej gospodarczej, była określona około 4600 do 5000 złotych; jak widzimy, te ceny mogłyby być przy racjonalizacji budownictwa zmniejszone przynajmniej o 20%.

Przy zastosowaniu w połączeniach części szkieletów żelaznych lub stalowych spawania, zamiast nitowania, mogą być osiągnięte dalsze oszczędności, jak to wykazuje w specjalnym referacie swoim Profesor



Rys. 18.

Dr. Inż. S. Bryła, mający duże doświadczenie w kwestiach spawania żelaza.

Co zaś do zastosowania szkieletów żelbetowych, to, choć takowe jeszcze się opłacają dla budynków o wysokości powyżej 5 pięter do 10 pięter, należy wskazać, że kubatura takich szkieletów jest większa od kubatury szkieletów stalowych, że potrzebne jest odeskowanie, odpowiednia pora roku do roboty i czas na tężenie i wyschnięcie betonu. Żelazo-betonowe roboty wymagają wykwalifikowanych majstrów i ścisłej kontroli, podczas całego czasu trwania budowy, jak co do materiałów, tak i co do wykonania wszelkich połączeń, które po wykończeniu roboty znajdują się w masie betonu i są niedostępne do zbadania.

Ale najważniejszymi zarzutami są: kwestja czasu budowy, strata wartości materiału, w razie potrzeby

rozebrania budynku, i trudności należytego wzmocnienia żelbetowych szkieletów, w razie potrzeby.

Pozatem dla budynków wielopiętrowych dla wielkich rozpiętości i obciążeń — stalowy szkielet nie posiada konkurentów.

Opinia powyższa wypowiedziana została przez najznakomitszego amerykańskiego inżyniera czasów obecnych, naszego rodaka p. D-ra Inż. Ralfa-Modrzejewskiego (patrz „Der Stahlbau“ 1928, Heft I. Beilage zur Zeitschrift „Die Bautechnik“. Baustahl und Eisenbeton im Ingenieurbau) i oparta jest na długoletniem obszernem doświadczeniu.

Nowoczesny rozwój stalowego budownictwa w Europie zupełnie to potwierdza.

Nie stawiając żadnych wniosków, uważam powyższy zarys jedynie za materiał do dalszego badania kwestji racjonalizacji budownictwa mieszkaniowego.

INŻ. WACŁAW ZENCZYKOWSKI.

O nowych materiałach do budowy ścian i stropów.

Po wielkiej wojnie światowej, gdy olbrzymie obszary ziemi zostały zdewastowane, a społeczeństwo zrujnowane materialnie, stało się aktualnem bardziej, niż kiedykolwiek zagadnienie jaknajtańszej, a zarazem racjonalnej budowy.

Dążąc do rozwiązania tego zagadnienia, starano się wynaleźć nowe, właściwsze, niż dotychczas znane, materiały budowlane, starano się poprawić zalety starych materiałów, pracowano nad ulepszeniem konstrukcji, organizacji pracy i t. p.

Materiały nowe były konieczne, bowiem stosowanie oddawna znanej cegły, czy też betonu, materiałów mało zabezpieczających od mrozu i gorąca, pociągało za sobą konieczność wykonywania grubych, kosztownych murów, niewyzyskanych przeważnie pod względem swej wytrzymałości.

Wynaleziono więc i zaczęto stosować: gazobeton, celolit, heraklit, tekton, solomit, celotex, ksyolit, ksyloleks, torfoleum, beton-porosit, t. zw. schima-beton i t. p.

Niektóre z tych materiałów rozpowszechniły się bardzo szeroko — zbudowano z nich setki tysięcy domów.

Wielostronne badania stwierdziły jednak, że nie można oddać bezwzględne pierwszeństwa któremukolwiek z tych materiałów, każdy z nich bowiem ma swoje wady, nie mówiąc już o tej, czy innej cenie.

Wynalazcy mają jeszcze bardzo szerokie pole działalności; być może, że znajdą materiał najidealniejszy.

Wymagania, jakieby można postawić dobremu materiałowi budowlanemu są:

1) Wystarczająca wytrzymałość: pod tym względem można przeprowadzić podział na:

a) materiały, nadające się do ścian i stropów nośnych; wytrzymałość ich na ściskanie nie powinna być w żadnym razie niższa od 20 kg/cm²,

b) materiały, które nie mogą być użyte bez kon-

strukcji szkieletowych; wytrzymałość ich powinna być w każdym razie taka, aby wytrzymały one bez odkształceń ciężar własny, tynku, okien i parcie wiatru, oraz aby gwoździe w nich dobrze się trzymały.

2) Ogniotrwałość a w razie ostatecznym ognioodporność.

3) Długotrwałość dzięki odporności na działanie mrozu, wody, robactwa wpływów atmosferycznych i t. p.

4) Ciepło i zimnochronność pomieszczeń.

5) Zabezpieczenie wewnątrz od wilgoci.

6) Możliwość pewnej wentylacji przez ściany przez wymianę powietrza.

7) Dostateczna izolacja dźwiękowa.

8) Możliwość wykonania jaknajcieńszych ścian i stropów w celu zaoszczędzenia objętości użytkowej.

9) Możliwość szybkiej budowy i szybkiego oddania pomieszczeń do użytku.

10) Niski koszt materiału i robocizny.

Poniżej przytoczone są krótkie opisy niektórych z ważniejszych materiałów wraz z tablicą, w której zestawiono zasadnicze ich właściwości.

Gazobeton ¹⁾.

Gazobeton jest stosowany w Szwecji od 1923 r. przez firmę Aktienbolaget Vallevikens Cementfabrik; otrzymuje się przez dodanie do mieszaniny betonowej pewnych chemikalji, jak: sproszkowanego cynku, węgla wapnia, glinu i t. p., które, łącząc się ze składnikami cementu i wodą, wytwarzają gazy, a tworzywo skutkiem tego przed związaniem — powiększa swoją objętość, pęczniąc podobnie, jak ciasto przez dodanie drożdży (rys. 1).

¹⁾ O gazobetonie podaje dane „Przegląd Budowlany“ Nr. 6 z 1929 r. Szczegółowe artykuły podane są przez Mitteilngen Reichsforschungsgesellschaft Nr. 11, 17 i 27 z 1928 r. oraz Biuletyn Kola Inżynierów Dróg i Mostów Nr. 4 z 1929 r.