

Konrad KORPYS

## BUDYNEK ZREALIZOWANY W TECHNOLOGII WYPYCHANYCH KONDYGNACJI

**Streszczenie.** W Katowicach zrealizowano dwa 11-kondygnacyjne segmenty budynku mieszkalnego w technologii wypychanych kondygnacji. W metodzie tej poszczególne kompletne kondygnacje poczynając od najwyższej są wykonywane na poziomie terenu, a następnie wypychane w górę. Wypychanie odbywa się za pomocą podnośników hydraulicznych usytuowanych w piwnicy pod poszczególnymi słupami budynku.

### OPIS KONSTRUKCJI I TECHNOLOGII

W ostatnim czterdziestoleciu wybudowano w kilku krajach wiele budynków w technologii podnoszonej. Zrealizowano również jeden typ budynku w konstrukcji ścianowo-wspornikowej metodą wypychania kondygnacji. Nową odmianą tego typu obiektów jest zrealizowany w latach sześćdziesiątych dwusegmentowy, 11-kondygnacyjny budynek mieszkalny w technologii wypychanych kondygnacji. Jest to pierwszy budynek o konstrukcji szkieletowej (płytowo-słupowej) wykonany w tej technologii.

Budynki te zaprojektowano w konstrukcji słupowo-płytowej o węzłach przesuwnych (bez ścian lub trzonu usztywniającego). Elementami nośnymi są słupy o przekroju 45 cm x 45 cm i rozstawach osiowych 4,20 x 4,20 m oraz płyty stropowe ciągle przejmujące momenty od sił pionowych i poziomych.

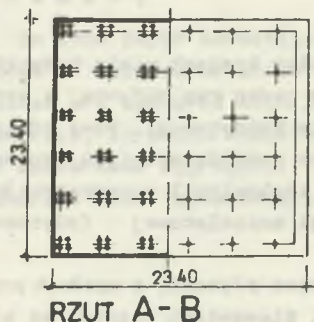
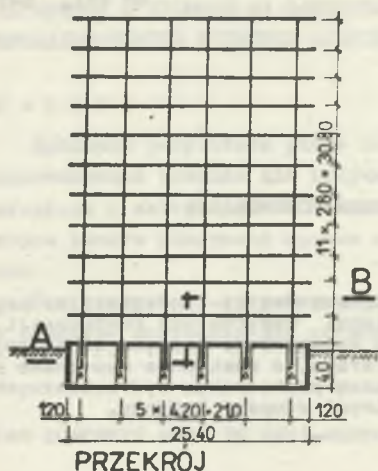
Płyta stropowa górnych kondygnacji jest monolityczna grubości 16 cm, z betonu agloporytowego.

Dla dolnych 6 kondygnacji zaprojektowano stropy gęstożebrowe krzyżowo zbrojone grubości 24 cm z wypełnieniem z bloczków pianogazosilikatowych.

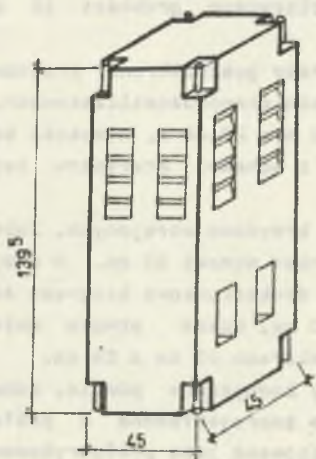
Wymiary rzutu jednego segmentu wynoszą 23,40 m x 23,40 m. wysokość budynku łącznie z piwnicą wynosi 35,0 m. Wymiary i schemat statyczny segmentu budynku pokazano na rys. 1.

Strop nad podpiwniczeniem składa się z płyt krzyżowo zbrojonych. Żebra stropowe są podwójne, odstęp w świetle między nimi wynosi 50 cm. W miejscach usytuowania słupów, gdzie przecinają się dwukierunkowo biegnące żebra, pozostawiono otwory o wymiarach 50 cm x 50 cm. Wokół otworu umieszczono cztery gałęzie słupów piwnicznych o wymiarach 25 cm x 25 cm.

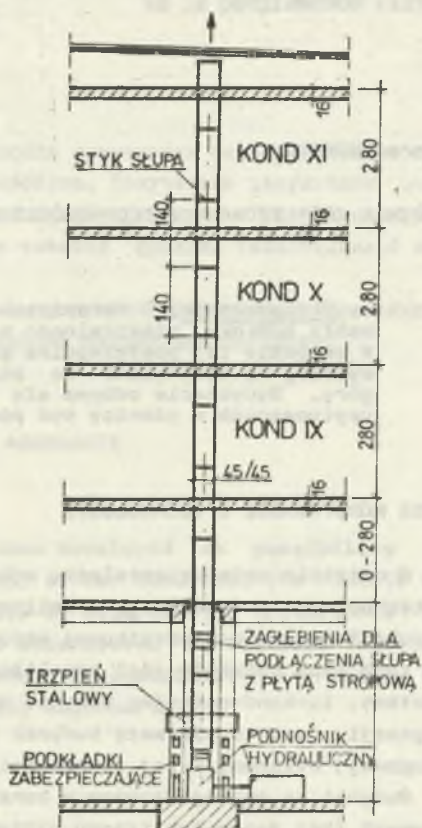
Posadowienie budynku jest tradycyjne. Ściany zewnętrzne piwnic, schody, szyb dźwigu, przewody dymowe i wentylacyjne zaprojektowano z prefabrykatów. Ściany zewnętrzne i wewnętrzne projektowano jako prefabrykowane, lecz wykonano w tradycji.



Rys. 1. Schemat statyczny



Rys. 2. Element słupa



Rys. 3. Fragment słupa, stropów i urządzenia wypychające

Słupy nośne składają się z elementów prefabrykowanych długości 139 cm. Połączenia odcinków słupów są spawane. Dla połączenia słupa z płytą stropową wykonano w prefabrykatach słupów ryflowane zagłębienia, do których wnikła beton płyty. Uzyskano tym sposobem sztywne węzły szkieletu bez powiązania zbrojenia słupa ze zbrojeniem płyty (rys. 2).

Podnoszenie wykonanej części budynku odbywało się za pomocą 2000 KN podnośników hydraulicznych rozmieszczonych pod każdym z trzydziestu sześciu słupów (rys. 3). Równomierność podnoszenia gwarantuje urządzenie mechaniczne

ne, które włącza podnośnika przy wyprzedzeniu pozostałych o 1 m, a po wyrównaniu ponownie włącza. Dla uniemożliwienia osunięcia się słupów, w wyniku uszkodzenia podnośnika, układa się pod nimi w miarę podnoszenia odpowiednie podkładki stalowe. Siły poziome są przekazywane na strop i ściany piwnicy.

Przebieg budowy jest następujący:

Fundamenty i kondygnację piwniczną wykonuje się w technologii powszechnie stosowanej.

Strop kondygnacji piwnicznej jest dokładnie wyrównany i wygładzony, ponieważ stanowi on matrycę dla stropów kondygnacji nadziemnych. W stropie są wykonane wycięcia dla słupów i pionów instalacyjnych oraz tulejki dla przewodów instalacyjnych. W piwnicy montuje się elementy słupów szkieletu, podnośniki z układami napędowymi oraz urządzeniami mechanicznymi gwarantującymi równomierne wypychanie słupów. W następnym etapie przystępuje się do wykonania stropu dachowego z wykorzystaniem stropu piwnicy jako szalunku. Po jego zabetonowaniu i tym samym połączeniu z wysuniętymi ze stropu piwnic odcinkami słupów przystępuje się do wykonania dachu.

Dach jest kompletny z maszynownią dźwigu, wyprowadzeniami przewodów spiralnych i wentylacyjnych z ociepleniem i kryciem papowym. Tak wykonany dach podnosi się na wysokość jednej kondygnacji, to jest 2,80 m.

W dalszym ciągu przystępuje się do zbrojenia i betonowania stropu nad kondygnację dziesiątą (drugą licząc od góry). W piwnicy w tym samym czasie montuje się dalsze odcinki słupów. Po związaniu betonu stropu przystępuje się do wykonania ścian zewnętrznych i wewnętrznych oraz montażu schodów, i przewodów wentylacyjnych. Po stwardnieniu betonu stropu rozpoczyna się wypychanie kondygnacji najwyższej wraz z dachem. W końcowym etapie wypycha się wszystkie dziesięć pięter.

Całkowity ciężar budynku wynosi wtedy około 65000 kN.

W trakcie wypychania prowadzi się na poszczególnych kondygnacjach roboty według następującego porządku:

- parter - roboty betonowe murarskie, montażowe i osadzenie stolarki,
- 1 piętro - roboty tynkarskie,
- 2 piętro - roboty instalacyjne,
- 4 piętro - roboty malarskie,
- 5 piętro - roboty podłogowe.

Pod otwartym niebem wykonywane są tylko piwnice i dach.

Prowadzenie dalszych robót jest uniezależnione od wpływów atmosferycznych.

Metoda ta pozwala na wykonywanie budynków o zróżnicowanych formach i elewacjach przy pełnym uprzemysłowieniu produkcji wchodzących w ich skład elementów.

Według badań przeprowadzonych w Instytucie Organizacji i Mechanizacji Budownictwa, metoda ta wyróżnia się w porównaniu z innymi uprzemysłowio-

nyymi metodami najmniejszą pracochłonnością i najmniejszym zużyciem energii. Minimalne są również koszty transportu, ponieważ materiały dowożone są bezpośrednio na budowę z pominięciem zakładu prefabrykacji.

Obliczenia statyczne wykonano dla następujących schematów i założeń:

Dla obciążeń ciągłych stałych przyjęto schemat płyty zbrojonej dwukierunkowo, podpartej punktowo na słupach. Dla obciążeń pionowych zmiennych przyjmowano schemat ramowy, gdzie pomysłonymi ryglami były pasma stropów. Sztywność rygli obliczono dla pasm o szerokości równej 0,8 rozstawu osiowego słupa.

W oparciu o badania Katedry Żelbetu Politechniki Śląskiej przyjmowano następujący rozkład momentów:

- w przekroju podporowym
  - 80% w paśmie głowicy,
  - 20% w paśmie przęsła.
- w przekroju przęsłowym
  - 60% w paśmie głowicy,
  - 40% w paśmie przęsła.

Dla obciążeń od parcia wiatru oraz pochylenie terenu przyjmowano schemat szkieletu z założeniem przegubów w połowie wysokości słupów.

Momenty i siły poprzeczne obliczono dla trzech schematów:

- a. Dla fazy eksploatacji, gdzie schematem jest szkielet ze słupami utwierdzonymi w fundamentach i podpartych nieprzesuwnie na poziomie stropu piwnicznego.
- b. Dla fazy wypychania, gdzie słupy podparte są punktowo na podnośnikach lub podkładkach. Proces wypychania mógł się odbywać przy szybkości wiatru nie większej od 8 m/sek. Zabezpieczenie przed siłami poziomymi stanowiły kliny dębowe wsunięte luźno między wypychane słupy i ich prowadnice znajdujące się w piwnicy.
- c. Dla fazy montażu w okresach, gdzie nie prowadzi się wypychania. W fazie tej przenoszenie sił poziomych ze słupów szkieletu na kondygnacje piwniczną gwarantują kliny dębowe wsunięte szczelnie w luz słupami i ściankami otworów w stropie piwnicy oraz kliny prowadnicowe.

Obciążenia przyjmowano zgodnie z obowiązującymi normami z dodaniem wpływu nierównomierności wypychania. Zakładano możliwość różnicy posuwu sąsiadujących słupów o  $\pm 6$  mm oraz  $\pm 15$  mm dla słupów bardziej oddalonych.

Dla fazy wypychania do obliczeń statycznych przyjmowano 100% ciężaru własnego budynku, 25% obciążeń użytkowych oraz wpływ parcia wiatru i szybkości  $2 \times 8$  m/sek = 16 m/sek.

Dla fazy eksploatacji zakładano 100% obciążeń ciężarem własnym, 80% obciążeń użytkowych, pełne parcie wiatru, wpływ temperatury, pochylenie terenu oraz 25% wpływu nierównomiernego wypychania.

Wymiarowania płyty poza obszarem węzłów wykonano jak dla typowych przekrojów zginanych. Ilości zbrojenia w słupach dla fazy eksploatacji obliczono jak dla typowych przekrojów mimośrodowo ściskanych.

Przekazanie sił pionowych z płyty na słupy odbywa się przez docisk betonowanej na budowie płyty na skośne płaszczyzny zagłębień pozostawianych w prefabrykowanych słupach (patrz rys. 4). Sprawdzone tu naprężenia na docisk oraz ścinanie.

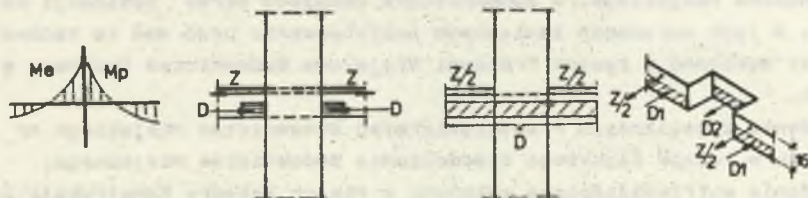
Odmienne rozwiązanie wymagał węzeł stanowiący połączenie słupa z płytą. W ramie, gdzie istnieją rygle, naprężenia ściskające w betonie oraz rozciągające w prętach zbrojenia występują na szerokości słupów i rygli w tej samej płaszczyźnie pionowej. W rozwiązaniu jak w projekcie, problem ten przedstawia się odmiennie. Przyczyną jest on różny dla przypadków, gdzie momenty przenosi płyta, a słup jest osiowo

Rys. 4. Połączenie płyty ze słupem

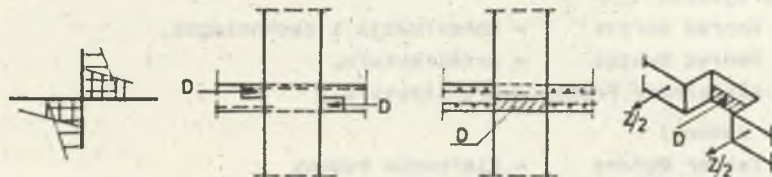
ściskany oraz dla przypadku, gdzie występuje przekazywanie momentu z płyty na słup i odwrotnie.

W przypadku pierwszym (patrz rys. 5).

Strefa ściskania płyty znajduje się zarówno na szerokości słupa jak i poza nią, a zbrojenie płyty biegnie poza słupem.



Rys. 5. Siły wewnętrzne  $D$  i  $Z$  dla przypadku  $M_e = M_p$



Rys. 6. Siły wewnętrzne  $D$  i  $Z$  dla przypadku przekazania momentu z płyty na słup

W przypadku drugim przy przekazywaniu momentu z płyty na słup lub odwrotnie, przekazywanie to odbywa się wyłącznie przez docisk płyty na sze-

rokości słupa. Zbrojenie w płycie znajdujące się po obu stronach słupa zapewnia tylko odpowiednią nośność płyty (patrz rys. 6) bez przekazywania rozciągów z płyty na słup. Występują tu dodatkowe naprężenia ścinające w płaszczyznach poziomych i pionowych słupa, których jednak nie uwzględniono w obliczeniach.

Dwa segmenty budynku wypychanego były realizowane w okresie od października 1966 r. do roku 1973. W latach od 1966 do 1972 obiekt wykonano poza robotami planowymi, co powodowało powstawanie dużych przerw w jego realizacji. Od początku roku 1972 budowa została włączona do planu i zakończona w okresie jednego roku. Istotny jest tu cykl wykonania i wypychania jednej kondygnacji. W fazie końcowej wynosił on 15 dni. Ten dwutygodniowy cykl obejmował wykonanie stropu, montaż słupów, wymurowanie ścian zewnętrznych, ścian działowych, przewodów wentylacyjnych, schodów oraz osadzenie stolarki.

Dalsze roboty wykonywano w sposób potokowy na poziomach wyższych, również w trakcie wypychania.

Budynki są eksploatowane od roku 1973. Po trzech latach od momentu zamieszkania, stwierdzono występowanie ugięć w granicach 1-2 mm wspornikowych odcinków stropów, na których spoczywały ściany bezokienne.

Wysięg wsporników wynosił 120 cm, a ich grubość wynosiła 16 cm. Po wypełnieniu luzów zaprawą nie stwierdzono występowania dalszych ugięć, luzów lub zarysowań. Nie stwierdzono też występowania innych negatywnych zjawisk.

Po zakończeniu budowy dwóch eksperymentalnych 11-kondygnacyjnych segmentów w tej technologii, nastąpiła zmiana personalna w Śląskim Zarządzie Budownictwa Miejskiego. W budownictwie nadzedł okres dominacji wielkiej płyty. W tych warunkach zaniechano kontynuowania prac nad tą technologią. Projekt wykonano w ramach Pracowni Projektów Budownictwa Ogólnego w Katowicach.

Budynki zrealizowało Przedsiębiorstwo Budownictwa Miejskiego nr 1 w Katowicach w ramach Śląskiego Zjednoczenia Budownictwa Miejskiego.

Badania wytrzymałościowe wykonano w ramach Katedry Konstrukcji Żelbetowej Politechniki Śląskiej.

Autorzy projektu:

mgr inż. Konrad Korpys - Konstrukcja i technologia,  
mgr inż. Henryk Buzko - Architektura,  
mgr inż. Aleksander Franta - Architektura,

Kierownik Budowy:

mgr inż. Teodor Badora - Kierownik Budowy

Badania:

Doc dr inż. Włodzimierz Starosolecki

z Zespołem - Badania wytrzymałościowe oraz weryfikacja projektu konstrukcyjnego

Dr inż. Winicjusz Krotla - Badania efektywności ekonomicznej.

**СИСТЕМА ВОЗВЕДЕНИЯ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ  
МЕТОДОМ ВЫТАЛКИВАНИЯ ЭТАЖЕЙ****Р е з ю м е**

В городе Катовице возвели 11-ти этажное жилое здание методом выталкивания этажей. В этом методе отдельные этажи возводятся на уровне местности и последовательно выталкиваются при использовании подъемников, установленных под каждой из 36 стук коллон. В конечном этапе возводятся все этажи.

**SYSTEM OF BUILDING THE SKELETON HOUSESB  
BY "HOISTING UP" METHOD****S u m m a r y**

A "hoisting up" method has been applied in constructing 12-storeyed skeleton building in Katowice. Basing on this method the roof and the floors with ready made storages have been made on the ground level. Then the roof and individual storages have been pushed up one by one.

In the cellar, precast segments have been put together to form colume which, in turn are used to push up the floors and the roof.

The "pushing up" equipment consisted of hydraulic jacks situated in the celler under each column.