

Leon ROWIŃSKI

ANALIZA STUDIALNA EFEKTYWNOŚCI RÓŻNYCH TECHNOLOGII
I SYSTEMÓW WIELOKONDYGNACYJNYCH BUDYNKÓW SZKIELETOWYCH

Streszczenie. Referat przedstawia wyniki analiz własnych w zakresie efektywności technologii wznoszenia monolitycznych (deskowania Śląsk), prefabrykowanych (system SBO) oraz monolityczno-prefabrykowanych (śląska wersja metody podnoszenia przekryć - PP) szkieletów budynków wielokondygnacyjnych. Przedstawiono ponadto i bardzo krótko zrelacjonowano wyniki kompleksowej analizy zastosowań metod podnoszenia przekryć i pięter w Erywanii (ZSRR). Właśnie te ostatnie okazują się najbardziej efektywne.

W okresie kilku ostatnich lat obserwuje się wzmożone zainteresowanie konstrukcjami szkieletowymi. Wynikło ono z następujących, podstawowych przyczyn:

- konieczności zmniejszenia materiałochłonności konstrukcji budowlanych; konstrukcje szkieletowe pozwalają na właściwe wykorzystanie cech wytrzymałościowych materiałów konstrukcyjnych,
- wydatnego obniżenia ciężaru budynków, bowiem poza wskazanym zmniejszeniem ilości i ciężaru tworzyw konstrukcyjnych można i należy stosować na ściany zewnętrzne i dachowe lekkie materiały izolacyjne,
- wysokiej elastyczności przy projektowaniu funkcji wewnętrznych budynków, umożliwiającej jednocześnie zmiany rozplanowania wewnętrznego i formatów powierzchniowych,
- uniwersalności użytkowej systemów budownictwa szkieletowego.

Potwierdzeniem zainteresowania budownictwem szkieletowym jest stosunkowo duża liczba różnorodnych, i to istotnie różniących się od siebie, rozwiązań technologii oraz konstrukcji szkieletowych budynków wielokondygnacyjnych; ich klasyfikację opracowaną z uwzględnieniem najbardziej interesujących rozwiązań zagranicznych i krajowych przedstawia tabl. 1.

Dotychczasowy udział budownictwa szkieletowego w polskim budownictwie jest znikomy. Dotyczył on budynków z ram "H" o poprzecznym układzie ścian nośnych, szkieletów monolitycznych, niedawno zapoczątkowanych budynków systemu URT oraz ramy "H" w układzie podłużnym. Nieliczne były realizacje budynków do 24 kondygnacji ze szkieletem stalowym.

Tablica 1

Klasyfikacja technologii oraz konstrukcji wielokondygnacyjnych budynków szkieletowych

Lp.	Technologie wznoszenia budynków i ich systemy	Informacje o rozwiązaniach konstrukcyjnych szkieletu	Przykłady zastosowań realizacyjnych w kraju i zagranicą
1	2	3	4
1	MONOLITYCZNE BETONOWE Liczne systemy firm Hunnebecka, Noe (RFN), Acrow (Anglia), Beto-Board (Finlandia) i innych, Śląsk (Polska)	Wielokondygnacyjne ramy przestrzenne, słupowo-ryglowe, płyty stropowe ciągłe, wieloprzęskowe żebrowe lub kasetonowe	Rys. 1 Liczne realizacje zagranicą (np. w Bułgarii w r. 1974 17% budownictwa mieszkaniowego), rzadkie krajowe
2	MONOLITYCZNO-PREFABRYKOWANE BETONOWE (ew. słupy stalowe)		
2.1.	Lift-Slab (USA) - metoda podnoszenia przekryć: stropy prefabrykowane żelbetowe lub stalowe. Podnośniki hydrauliczne	Szkielet koncepcji Le Corbusiera słupowo-płytowy, bezryglowy. Płyty stropowe wieloprzęskowe pełne, żebrowe lub kasetonowe	Liczne realizacje w Ameryce, Australii, Europie Zachodniej począwszy od roku 1950. Rys. 2
2.2.	Leningradzki (ZSRR) - metoda podnoszenia pięter i przekryć; reszta j.w.	Szkielet j.w. słupowo-płytowy, bezryglowy, stropy pełne. Przed podnoszeniem pięter na płytach stropowych ustawia się lekkie ściany i ścianki	Realizacje w Leninogradzie począwszy od roku 1959. Rys. 3 Rys. 4
2.3.	Lift-Slab ze stropami H. von Hirschhausena	Szkielet słupowo-płytowy, płyty stropowe	Rys. 5
2.4.	Bułgarski - pakietowe podnoszenia płyt przekryć (PPP); podnośniki hydrauliczne konstrukcji i produkcji bułgarskiej	jw. lecz płyty pełne, słupy prefabrykowane, podstawiane, o wysokości 1 kondygnacji	W systemie tym realizowano w Bułgarii (rys. 6). w r. 1973 20% w r. 1974 25% w r. 1975 33% budownictwa mieszkalnego
2.5.	Lehmann KG-NRD; podnośniki hydrauliczne konstrukcji i produkcji NRD	Szkielet słupowo-płytowy bezryglowy, stropy pełne	Rys. 7
2.6.	Słowacki system "Zdvihanecch stropow" za pomocą zespołów śrubowych podnośników mechanicznych	j.w. słupy przeważnie stalowe-rurowe	W szeregu miast Słowacji i Czech stosowany od roku 1959 Rys. 8

od. tabl. 1

1	2	3	4
2.7.	Śląski system PP podnoszenia przekryć i pięter za pomocą analogicznych (poz. 2.6) podnośników	jw. W budynku doświadczalnym (październik 1972 r.) rurowe słupy stalowe	Rys. 9
2.8.	Erywański system podnoszenia przekryć i pięter; podnośniki z indywidualnym napędem	Szkielet Le Corbusiera słupy prefabrykowane żelbetowe, płyty stropowe monolityczne żelbetowe	Stosowany na terenie Armeńskiej SRR a głównie w Erywanii od roku 1963. Rys. 10
3.	PREFABRYKOWANE ŻELBETOWE		
3.1.	Ram "H" w układzie poprzecznym	Szkielet i obudowe prefabrykowane. Szkielet z ram wielokondygnacyjnych łączonych tężnikami poziomymi z płyt stropowych	Pierwszy budynek magazynu skór surowych na Służewcu w Warszawie zrealizowany w roku 1955. Następnie dalsze liczne realizacje.
3.2.	Ram "H" w układzie podłużnym T. Perzyńskiego	jw. lecz z bardziej sztywnymi połączeniami słupów i rygli	Zrealizowano dwa osiedla w Warszawie-Służewcu nad Dolinką (1200 tys. m ³) oraz Stawki (250 tys. m ³) Rys. 11
3.3.	Stropów grzybkowych W. Zalewskiego i Draży	Konstrukcję montuje się z 8 typowymi ramami prefabrykatów - patrz rys. 12	Zrealizowano kilka budynków magazynowych
3.4.	W.W. Burgmana (ZSRR)	Szkielet konstrukcji montuje się z 4 typów elementów jak na rys. 13	Aktualnie nie stosowany w ZSRR
3.5.	Seria II-04-ZSRR	Konstrukcja słupowo-ryglowa ze stropami z płyt wielokanałowych	Między innymi w tym systemie zrealizowano budynki przy bulwarze Kalinine w Moskwie. Rys. 14
3.6.	SBO-System Budownictwa Ogólnego	Konstrukcja zbliżona do serii II-04	Pierwsze realizacje w r. 1974.
3.7.	F-1 - sprężonego dwukierunkowo szkieletu - Bułgaria	Dwukierunkowe sprężenie eliminuje połączenia słupów ze stropami - patrz rys. 15	Stosowany w Bułgarii, gdzie uruchomiono fabryczną produkcję elementów systemu

cd. tabl. 1

1	2	3	4
3.8.	T.S.R.-PK.67-25 - NRD	Konstrukcja słu-powo-ryglowa o układzie podłużnym. Słupy o wysokości 2 i 3 kondygnacji. Charakterystyczna, dwudzielna konstrukcja rygli opieranych na słupach za pośrednictwem belek przetyczek. Specjalne złącza monolityczne	System stosowany w NRD od roku 1967. W systemie tym w roku 1974 zrealizowano budynek administracyjny Przędzalni Bawełny "Przyjaźń" w Zawierciu
4.	SZKIELETU STALOWEGO		
4.1.	Montaż z pojedynczych elementów	Przestrzenny szkielet słu-powo-ryglowy.	Liczne realizacje, szczególnie budynków wysokich, jednak brak wykształtowanego systemu. Wskazany system (rys. 16) francuski obecnie nie stosowany po katastrofie w Paryżu przed 4-5 laty.
4.2.	Montaż zintegrowanych fragmentów konstrukcji np. system-Port des Lilas (Francja)	Stropy żelbetowe, lekka obudowa zewnętrzna Montaż integrujący ram wielokondygnacyjnych i następnie ich podnoszenie przez obrót	
5.	TRZONOWO-SZKIELETOWA		
5.1.	System Łódzki URT-konstrukcje z betonu żwirowego	Monolityczny trzon komunikacyjny oraz dookoła niego konstrukcja szkieletu z żelbetowych ramek prefabrykowanych i łączących je rygli. Strop z prefabrykatów wielokanałowych	Stosowany w Łodzi od 1968 r. Wysokość zrealizowanych 11 budynków od 4 do 22 kondygnacji. Przygotowano dokumentację kilkunastu dalszych budynków w Łodzi oraz pojedynczych w Kielcach, Gliwicach, Rzeszowie, Mielcu.
5.2.	Betonowo-stalowa	Trzon komunikacyjny betonowy monolityczny, dookoła trzonu lekki szkielet stalowy. Stropy żelbetowe, lekka obudowa ścian zewnętrznych	Liczne realizacje w USA, Kanadzie, Europie Zachodniej. W ostatnich latach w GSKS (rys. 17). W Polsce pierwszy budynek we Wrocławiu przy ul. Komandorskiej dla Zjednoczenia Górnictwa Odkrywkowego.

Brak rozpoznania ekonomicznego ze wskazanych realizacji i perspektywa szerszego przyszłościowo stosowania konstrukcji szkieletowych - to przyczyny podjęcia rozpoznania studialnego, którego wyniki przedstawia niniejszy referat. Rozważania brały pod uwagę krajowe możliwości realizacyjne i w szeregu przypadków oparły się na celowo dobranych tematach prac dyplomowych i systematykach ich opracowań. Nie udało się dotychczas rozpoznać w sposób szczegółowy wszystkich rozwiązań wymienionych w tabelicy 1, jednak zgromadzone materiały i ich analiza pozwalają na ustalenie określonych wniosków, którymi kończy się referat.

Wyniki analitycznych prac własnych

W okresie ostatnich 2 lat rozpoznano następujące systemy budownictwa szkieletowego: SBO, BWP-71, odpowiednio zmodyfikowany szkielet z ramami "H" o układzie poprzecznym, monolityczny szkielet z zastosowaniem desek systemu Śląsk.

Oto wyniki tych prac:

- odpowiednio, prawidłowo zaprojektowany szkielet z ram "H" z monolitycznymi połączeniami rygli ram z wielokanałowymi płytami stropów doprowadza do rozwiązania o pełnej przewadze technologicznej i ekonomicznej (oszczędności stali i betonu, niższa pracochłonność nakładów pracy żywej) nad systemami SBO oraz BWP-71¹⁾;
- porównania dokonane przez zaprojektowanie konstrukcji oraz dokumentacji technologiczno-organizacyjnej dla 11-kondygnacyjnego szkieletu budynków biurowych o obciążeniach użytkowych 300 kg/m². Wyniki porównań zestawiono w tabl. 2²⁾; wynika z nich, że:
 - n a j n i ż s z ą efektywnością ekonomiczną charakteryzuje się szkielet systemu SBO,
 - n a j w y ż s z e o s z c z ę d n o ś c i materiałowe zapewnia szkielet monolityczny zrealizowany w deskowaniach systemu "Śląsk",
 - n a j n i ż s z e nakłady pracy żywej oraz kapitałochłonność zapewnia szkielet słupkowo-płytowy, bezryglowy (konceptcja Le Corbusiera z roku 1914) realizowany śląską wersją metody podnoszenia przekryć³⁾; szczególne oszczędności zapewnia wariant stropów żebrowych;

¹⁾ Wg pracy dyplomowej E. Rowińskiej: Technologia montażu 5-kondygnacyjnego, szkieletowego budynku przemysłowego. Konsultant dr inż. K. Fligier. Praca uzyskała nagrodę Ministra Budownictwa i PMB-II-stopnia w roku 1975.

²⁾ Wg pracy dyplomowej W. Karasia: Techniczno-ekonomiczna analiza porównawcza wykonania konstrukcji nośnej szkieletowych, 11-kondygnacyjnych budynków biurowych. Konsultant prof. dr inż. L. Rowiński.

³⁾ Opracowana w Instytucie Technologii i Organizacji Budownictwa Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

Tablice 2

Nakłady rzeczowe na 1 m² p.u. 11-kondygnacyjnego szkieletu realizowanego 3-ma różnymi technologiami

Lp.	Rodzaj nakładów	Jednostka	Nakłady na 1 m ² p.u. przy technologii			
			monolitycznej, system deskowań "Słask"	prefabrykowanej, system SBO	prefabrykowano-monolitycznej	
					s t r o p y:	
				pełne	żebrowe	
1.	Nakłady pracy żywej	r-g %	2,837 100,0	1,855 65,4	1,641 57,8	1,283 45,2
2.	Nakłady materiałowe: - beton	m ³ %	0,180 100,0	0,247 137,2	0,301 167,2	0,192 106,7
	w tym:					
	- cement	kg	54,19	87,91	92,96	59,30
	- piasek	m ³	0,072	0,117	0,112	0,071
	- żwir	m ³	0,134	0,181	0,231	0,147
	- zaprawa	m ³	0,001	0,172	-	-
	- stal	kg %	12,716 100,0	22,667 178,3	18,366 144,4	14,693 115,5
	- cegła	szt.	14,93	0,43	-	-
	- płyty deskowań "Słask"	m ²	0,02	0,007	0,001	0,01
	- pustaki Ackermana	szt.	12,72	-	-	-
3.	Kapitałochłonność	zł %	9,97 100,0	16,25 163,0	9,95 99,8	6,89 69,1
4.	Ciężar konstrukcji	t %	0,603 100,0	0,621 103,0	0,740 122,7	0,578 95,9

- mając na uwadze wskazane zalety technologii prefabrykowano-monolitycznej uzupełnione najszybszym tempem realizacji, stwierdza się n a j w y ż s z ą efektywność ekonomiczną tej właśnie technologii;
- rozpoznanie ekonomiki wykonania konstrukcji nośnej 11-kondygnacyjnego, szkieletowego budynku mieszkalnego, przeprowadzono też w sposób kompleksowy⁴⁾ doprowadziło do wyników zestawionych w tabl. 3. One też potwier-

⁴⁾ Praca dyplomowa J. Pyrzyńskiego i F. Mospana wykonana pod kierunkiem autora w Instytucie Technologii i Organizacji Budownictwa Politechniki Śląskiej.

dającą wysoką efektywność szkieletu prefabrykowanego-monolitycznego, przy jego zastosowaniu w budownictwie mieszkalnym. Większe nakłady materiałowe powinny być zmniejszone przez zastosowanie żebrowych, kasetowych lub pustkowych płyt stropowych zamiast płyt pełnych, przyjętych przy porównaniach.

Tablica 3

Nakłady rzeczowe na realizację szkieletowej konstrukcji nośnej 11-kondygnacyjnego budynku mieszkalnego realizowanego 3-ma różnymi technologiami

Lp.	Rodzaj wskaźnika lub nakładów	Jednostka	Nakłady przy technologiach:		
			monolitycznej, system desk. "Słask"	prefabrykowanej system SBO	prefabrykowanego-monolitycznej
1	Tempo robót	$\frac{m^2 \text{ p.u.}}{8 \text{ godz.}}$	1,89	2,45	3,18
		%	100,0	129,6	168,3
		$\frac{m^2 \text{ p.m.}}{8 \text{ godz.}}$	1,52	1,89	2,03
2	Nakłady pracy żywej	$\frac{T \cdot K}{m^2 \text{ p.u.}}$	2,33	1,45	1,24
		%	100,0	62,2	53,2
		$\frac{T \cdot K}{m^2 \text{ p.m.}}$	2,98	1,86	1,59
3	Nakłady pracy maszyn	$\frac{KM \cdot m \cdot K}{m^2 \text{ p.u.}}$	21,14	25,60	21,05
		%	100,0	121,1	99,6
		$\frac{KM \cdot m \cdot K}{m^2 \text{ p.m.}}$	27,51	33,40	27,46
4	Energochłonność	$\frac{kWh}{m^2 \text{ p.u.}}$	5,83	14,83	5,24
		%	100,0	254,4	89,9
		$\frac{kWh}{m^2 \text{ p.m.}}$	7,60	19,36	6,83
5	Zużycie cementu	%	100,0	142,2	136,6
6	Zużycie stali	%	100,0	121,8	110,0

Ekonomika budynków mieszkalnych zrealizowanych w Erywaniu - ZSRR

Wyniki realizacji 11-piętrowego budynku mieszkalnego porównano z pięcioma innymi wzniesionymi w roku 1970; porównanie liczbowe przedstawiają tabl. 4-7. Budynek szkieletowy szupowo-płytowy bezryglowy zrealizowany w Erywaniu legitymuje się:

- najniższym zużyciem betonu oraz cementu,
- jednymi z najniższych wskaźników zużycia stali;

Jedynie budynki wielkopłytowe zużywają nieznacznie mniej stali (o 8%).

- najniższymi, sumowanymi nakładami pracy żywej,
- najniższymi kosztami budowy,
- najniższą kapitałochłonnością ujmującą amortyzację nakładów na budowę zakładów produkcji materiałów i elementów budowlanych oraz na zakupy maszyn stosowanych na placach budów.

Realizacja budynków szkieletowych szupowo-płytowych bezryglowych na terenie Armeńskiej SRR oraz konsekwentne, odpowiednio zorganizowane prace badawcze doświadczalne, łącznie z wprowadzeniem ich wyników do praktyki realizacyjnej, dały efekty techniczno-ekonomiczne wynikające z wartości liczbowych zawartych w przedstawionych tablicach. Potwierdzeniem pozytywnych ekonomicznych szkieletu szupowo-płytowego bezryglowego są ponadto wskaźniki uzyskane przy realizacjach 9-kondygnacyjnych budynków wznoszonych metodą podnoszenia pięter (metoda leningradzka) w Erywaniu. Porównane z eksperymentalnym budynkiem 9, 10- i 11-kondygnacyjne obiekty mieszkalne (tabl. 8) mają prefabrykowany-monolityczny szkielet o układzie ramowym i zrealizowano je też w Erywaniu.

Porównanie wyników analiz realizacji w Erywaniu (tabl. 4, 5 oraz 8) z naszymi wynikami analiz studialnych (tabl. 2 i 3) wskazuje na ich zbieżność. Wynika z nich ponadto, że najbardziej konkurencyjną dla bezryglowego szkieletu szupowo-płytowego okazuje się technologia monolityczna, której nie uwzględniają analizy erywańskie.

Wniosek generalny dotychczasowych analiz

W budynkach o wysokości do 14 kondygnacji nieekonomiczne jest stosowanie prefabrykowanych szkieletów żelbetowych. Spośród technologii wznoszenia konstrukcji szkieletowych najbardziej efektywne okazują się monolityczna oraz prefabrykowany-monolityczna, stosujące metodę podnoszenia przekryć lub pięter. Przy tym pierwszeństwo należy przyznać tej drugiej, a to ze względu na rozpoznaną przez nas najniższą pracochłonność oraz szybkie tempo realizacji.

Tablica 4

Wskaźniki zużycia cementu, stali oraz prefabrykatów na 1 m² powierzchni

Ip.	Wyszególnienie porównywanych rozwiązań	Zużycie cementu kg		Zużycie stali kg		Zużycie prefabrykatów m ³ betonu w elementach 1 m ² p.u.	
		na 1 m ²	p.m. 1 m ² p.u.	1 m ² p.m.	1 m ² p.u.	1 m ² p.m.	1 m ² p.u.
1	12-kondygnacyjny budynek zrealizowany metodą podnoszenia przekryć	<u>364,7</u> % 100,0	<u>218,1</u> % 100,0	<u>90,8</u> % 100,0	<u>54,2</u> % 100,0	<u>0,181</u> % 100,0	<u>0,108</u> % 100,0
2	10-kondygnacyjny budynek szkieletowy z prefabrykatów żelbetowych	<u>485,8</u> % 133,2	<u>282,6</u> % 129,6	<u>150,1</u> % 165,3	<u>87,3</u> % 160,8	<u>0,549</u> % 3,033	<u>0,212</u> % 295,4
3	14-kondygnacyjny budynek szkieletowy z prefabrykatów żelbetowych	<u>543,4</u> % 149,0	<u>319,7</u> % 146,6	<u>129,1</u> % 142,2	<u>75,9</u> % 139,8	<u>0,503</u> % 277,9	<u>0,296</u> % 274,1
4	16-kondygnacyjny budynek szkieletowy z prefabrykatów żelbetowych	<u>445,4</u> % 122,1	<u>254,9</u> % 116,8	<u>149,8</u> % 165,0	<u>85,7</u> % 157,8	<u>0,347</u> % 191,7	<u>0,192</u> % 134,2
5	9-kondygnacyjny budynek wielkopłytkowy serii AI-451-KP-1	<u>479,7</u> % 131,0	<u>295,2</u> % 135,3	<u>33,2</u> % 91,7	<u>51,3</u> % 94,5	<u>1,054</u> % 532,3	<u>0,648</u> % 600,0
6	9-kondygnacyjny budynek szkieletowo-wielkopłytkowy serii 112-111-2c i 122-111-1c	<u>409,0</u> % 118,0	<u>244,0</u> % 111,8	<u>100,7</u> % 110,9	<u>60,5</u> % 111,4	<u>0,645</u> % 356,4	<u>0,385</u> % 358,0

Tabela 5

Wskaźniki nakładów pracy w rob.-dniach

Ip.	Wyszególnienie porównywanych rozwiązań	Nakłady pracy na 1 m ² D.M.			Nakłady pracy na 1 m ² D.U.				
		na planu budowy	w zakładzie prefabr. żelbet. beton		na planu budowy	w zakładzie prefabr. żelbet. beton		Razem	
			0,41	0,25		2,37	0,25		0,15
1	12-kondygnacyjne metoda PP	3,96	0,41	0,25	$\frac{4,62}{100,0\%}$	2,37	0,25	0,15	$\frac{2,77}{100,0\%}$
2	10 kond. szkielec. prefabr.	5,35	1,26	0,31	$\frac{6,92}{150,0\%}$	3,11	0,73	0,18	$\frac{4,02}{145,2\%}$
3	14 kond. szkielec. prefabr.	5,29	1,15	0,24	$\frac{6,68}{145,0\%}$	3,11	0,68	0,14	$\frac{3,98}{142,2\%}$
4	16 kond. szkielec. prefabr.	5,42	0,79	0,28	$\frac{6,49}{140,5\%}$	3,10	0,45	0,16	$\frac{3,71}{134,0\%}$
5	9 kond. budynek wielkoprętowy s AI-451-KP-1	3,62	2,28	0,07	$\frac{5,97}{129,3\%}$	2,23	1,41	0,04	$\frac{3,68}{133,3\%}$
6	9 kond. budynek szkielec. towo-płytkowy s. 112-111-2c i 122-111-1c	3,92	1,48	0,21	$\frac{5,62}{122,0\%}$	2,34	0,88	0,13	$\frac{3,25}{121,8\%}$

Tablica 6

Koszty budowy w % w stosunku do kosztów jednostkowych budynku zrealizowanego metodą PP

Lp.	Wyszczególnienie porównywanych rozwiązań	1 m ² powierzchni:	
		mieszkalnej	użytkowej
1	12 kond. metodą PP	<u>rbl. 155,15</u> % 100,0	<u>rbl. 92,76</u> % 100,0
2	10 kond. szkielet. prefabryk.	% 136,8	% 133,6
3	14 kond. szkielet. prefabryk.	% 133,4	% 131,0
4	16 kond. szkielet. prefabryk.	% 134,6	% 128,9
5	9 kond. budynek wielkopłytowy s.AI-451-KP1	% 126,8	% 131,3
6	9 kond. budynek szkieletowo-wielkopłytowy serii 112-111-2c i 122-111-1c	% 117,8	% 120,5

Tablica 7

Wskaźniki techniczno-ekonomiczne na 1 m² pow. mieszkalnej analizowanego 12-kondygnacyjnego obiektu z porównywanymi budynkami

Rodzaj nakładów	Jednostka	Wskaźniki dla obiektów				
		Wartości dla budynków w metodzie PP	porównywane budynki		ekonomika %	
			min.	max.	min.	max.
Sumaryczna kapitałochłonność	rbl/rok	118	121,8	144,6	4	18
w tym:						
- w zakładach prefabrykacji betonowej	rbl/rok	34	48,2	88,3	29	61
- w zakładach prod. mat. budowlanych	rbl/rok	43	47,2	62,8	9	31
- nakładów w przedsiębiorstwach budowlanych	rbl/rok	41	18	24	-128	-71
Nakłady pracy żywej	rob-dni	4,62	5,62	6,92	17	35
w tym: na płacu budowy	rob-dni	3,96	3,62	5,42	- 9	26
w zakładach prefabrykacji	rob-dni	0,66	1,17	2,35	43	72
Zużycie: stali	kg	90,8	83,3	150,1	- 8	40
cementu	kg	364,7	409	543,4	11	35
Cena kosztorysowa	rbl	155,15	182,59	212,28	15	27

Tablica 8

Porównanie podstawowych wskaźników szeregu budynków mieszkalnych realizowanych w Erywaniu; wartości liczbowe na 1 m² p.m.

Ip.	Porównywane rozwiązania	Liczba kondygn.	Wartości liczbowe wskaźników w przeliczeniu na 1 m ² p.m.					K o s z t	
			Zużycie			Nakład pracy na placu budowy rob-dni	rbl	%	
			cementu kg	stali kg	drewna m ³				
1	METODA PODNO SZENIA PIĘTER	9	334,9	103	0,096	5,66	123,42	102,7	
2	- szkiele t żelbetowy skłupowo płytowy-bez-ryglowy	12	342,3	108,5	0,1054	5,82	120,06	100,0	
3	MCNTAŻ ŻURAWIAMI Prefabrykowane-monolityczny szkiele t ramowy	9	365,5	121	0,174	6,11	145,48	121,3	
4		10	334,6	110	0,156	6,16	139,23	115,8	
5		11	416,4	150	0,206	6,78	159,45	132,6	
6		13	432,0	140	0,1555	6,80	148,70	123,8	
7		14	351,7	151	0,1715	6,97	146,37	122,0	

LITERATURA

- [1] Rowiński L.: Efektywność ekonomiczna i technologiczność rozwiązań projektowych obiektów budowlanych. [W:] Referaty tom 5, XXI Jubileuszowa Konferencja Naukowa Komitetu IiW PAN i Komitetu Nauki PZITB. Kraków - Krynica 1975.
- [2] Rowiński L.: Ekonomika wybranych technologii realizacji szkieletów budynków wielokondygnacyjnych [W:] XII Konferencja Problemowa w Kołobrzegu PZITB Oddz. w Gdańsku, Gdańskie Zjednoczenie Budownictwa. Gdańsk - Kołobrzeg, październik 1975.
- [3] Rowiński L.: W poszukiwaniu uniwersalnego systemu budownictwa. Przegląd Budowlany nr 4/1975.
- [4] Büttner O.: Hubverfahren im Hochbau. VEB Verlag für Bauwesen. Berlin 1971.
- [5] Szachnazarjan C., Saakjan R., Saakjan A.: Wozwiednienie zdanij metodom podiema etażej i perekrytij. Izdatelstwo Literatury po Stroitel'stwu. Moskwa 1974.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ
И СИСТЕМ КАРКАСНЫХ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

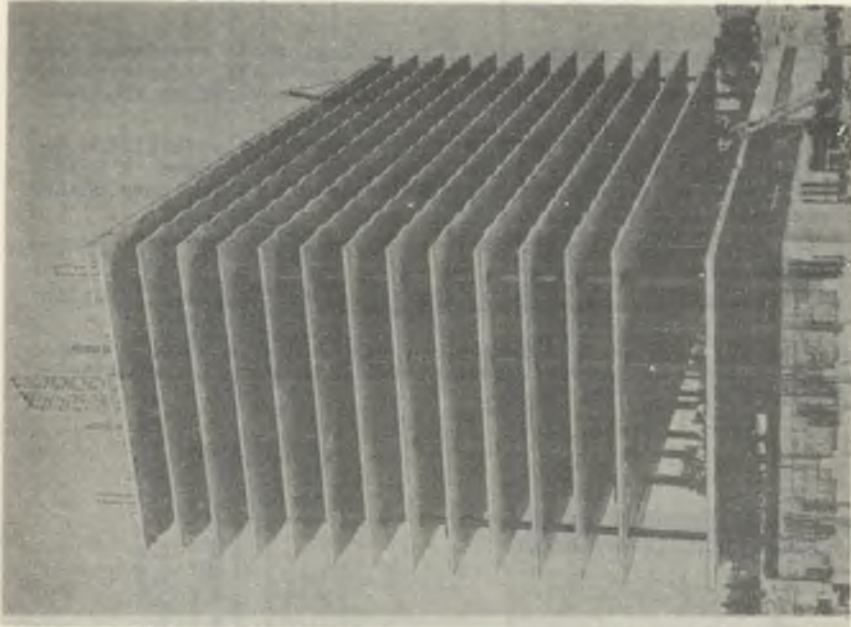
Р е з ю м е

Доклад представляет результаты собственных анализов в области эффективности технологии строительства монолитных (опалубка "Силезия"), сборных (система SBO) и монолитно-сборных (силезская версия метода подъема перекрытий - ПП) каркасов многоэтажных зданий. Кроме того, приводятся с комментариями результаты комплексного анализа внедрения методов подъема перекрытий и этажей в г. Ереван (СССР). Последние - наиболее эффективные.

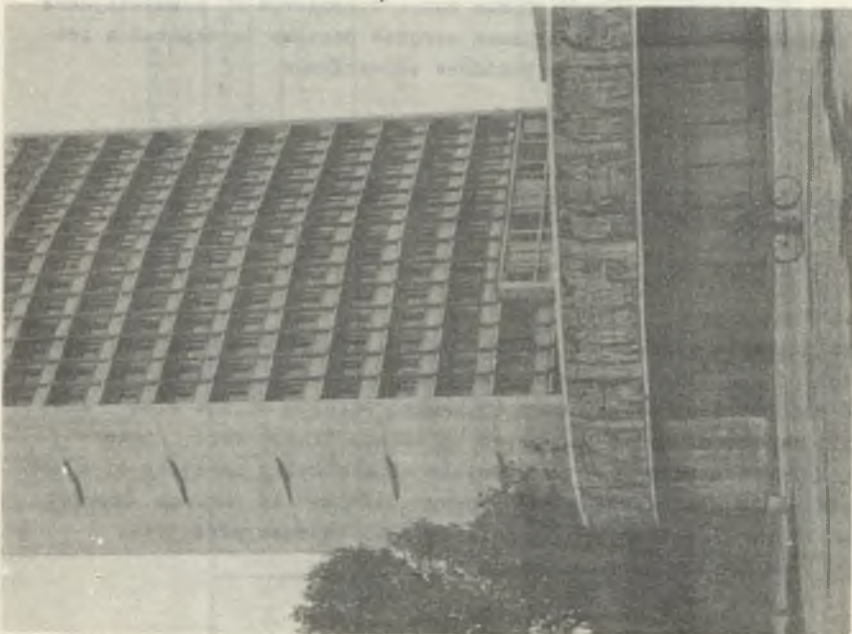
RESEARCH ANALYSIS OF EFFECTIVENESS OF VARIOUS TECHNOLOGIES
AND MANY - STOREYED FRAME BUILDING SYSTEMS

S u m m a r y

The paper presents results of the author's analyses concerning the effectiveness of erecting monolithic (boarding "Śląsk"), prefabricated (SBO system) and monolithic-prefabricated (Silesian version of the slab lift method - PiP) frames of multi-storeyed buildings. There were presented and shortly described more-over the results of a complex analysis of a method application in slab lifting and storey lifting in Erivan (Soviet Union). Just these latest ones have turned out to be most effective.



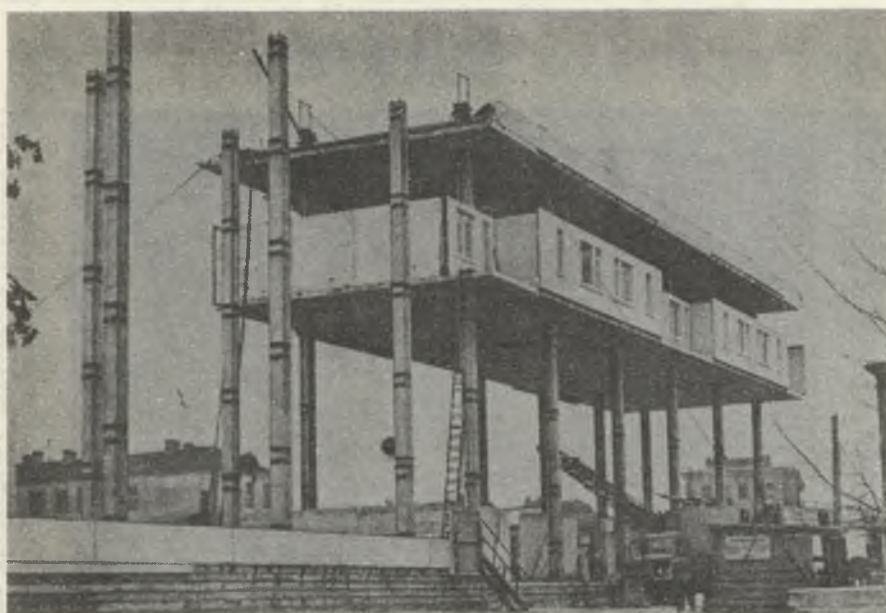
Rys. 2. Szkielet słupowo-żyłtowy bezryglowy budynku 15-kondygnacyjnego w Ann Arbor (USA) wykonany systemem lift-slab metody podnoszenia przekryć - fot. Master Builders Co



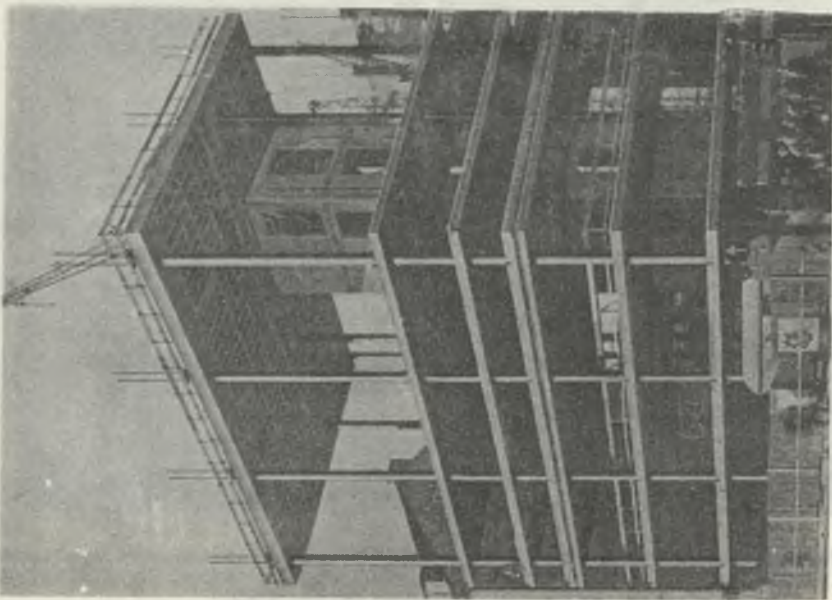
Rys. 1. Budynek z monolitycznym szkieletem żelbetowym - siedziba Prezydium Miejskiej Rady Narodowej w Łymitrowgradzie - fot. L. Rowiński



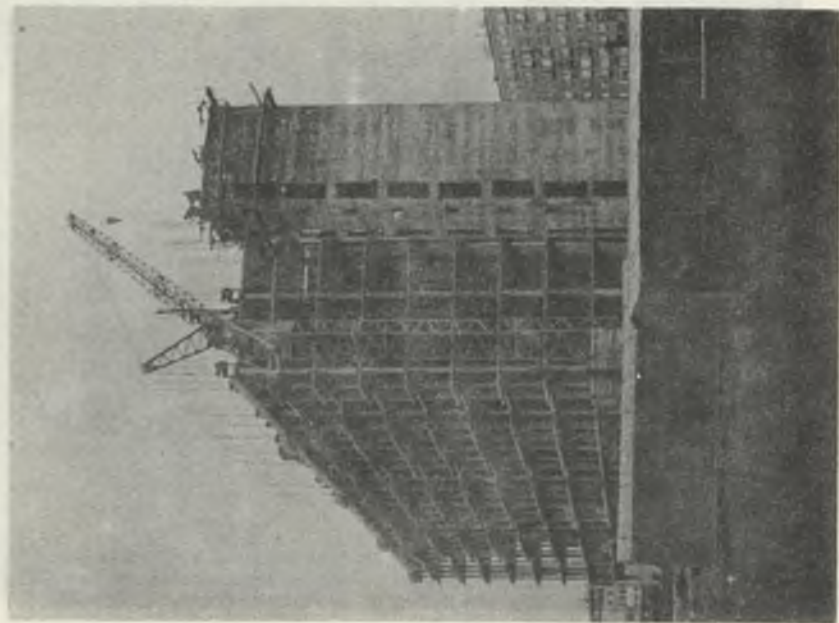
Rys. 3. Szkielet słupowo-płytowy bezryglowy budynku biura projektów w Leningradzie, zmontowany leningradzkim systemem podnoszenia przekryć - fot. reprodukcja z miesięcznika *Stroitelstvo i Architektura Leningrada*



Rys. 4. Szkielet słupowo-płytowy bezryglowy budynku mieszkalnego realizowanego leningradzkim systemem podnoszenia pięter - fot. reprodukcja z książki O. Büttner "Hubverfahren im Hochbau"



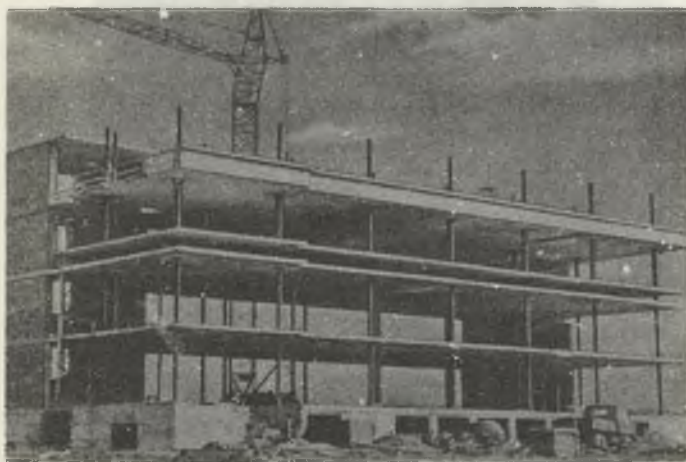
Rys. 5. Szkielet skupowo-płytowy bezryglowy z żebrowymi płytami stropowymi. Realizacja systemem Lit-slab na terenie RPN - fot. H.V. Hirschhausen



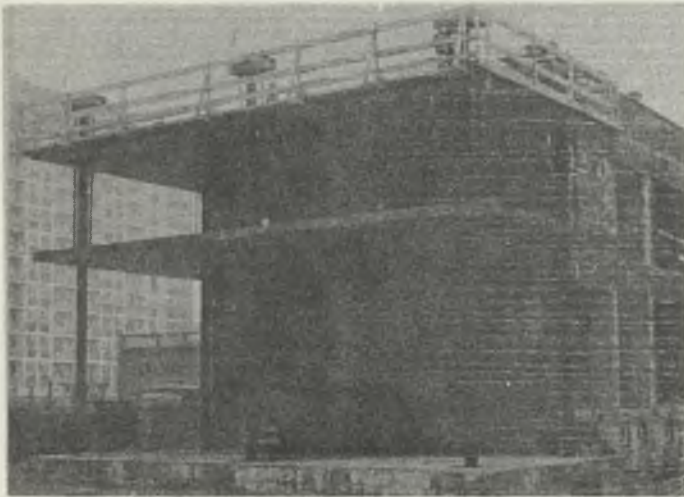
Rys. 6. Szkielet słupowo-płytowy bezryglowy budynku mieszkalnego realizowany bułgarskim systemem pfp-pakietowego podnożenia przekryć; realizacja w Dimitrowgradzie, Bułgaria - fot. L. Rowiński



Rys. 7. Szkielet słupowo-płytowy bezryglowy budynku mieszkalnego zmontowany NRD-owskim systemem metody podnoszenia przekryć - fot. reprodukcja z książki: O. Büttner "Hubverfahren im Hochbau"



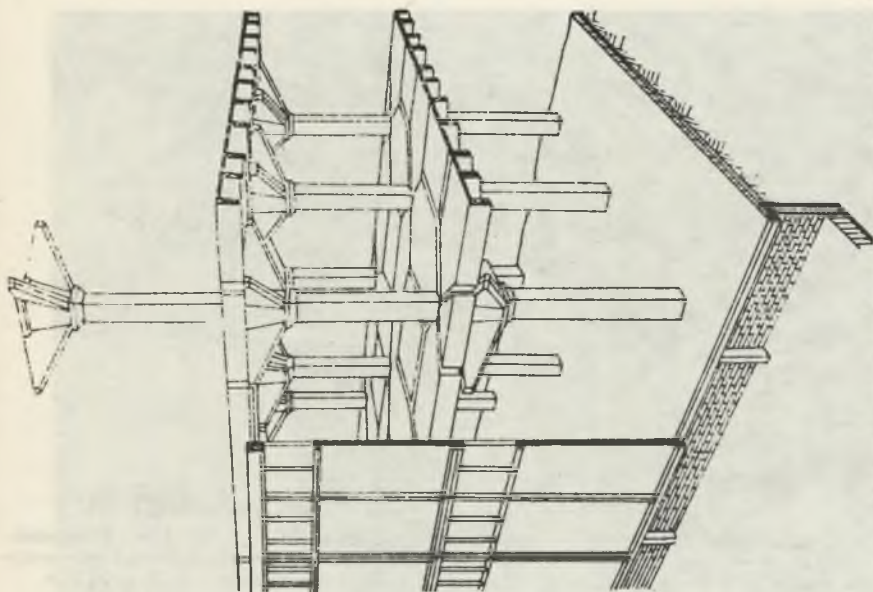
Rys. 8. Szkielet słupowo-płytowy bezryglowy ze słupami z rur stalowych realizowany w Veseli, CSRS, słowackim systemem metody podnoszenia przekryć z zastosowaniem zespołowego, mechanicznego urządzenia podnośnego - fot. reprodukcja z książki O. Büttner "Hubverfahren im Hochbau"



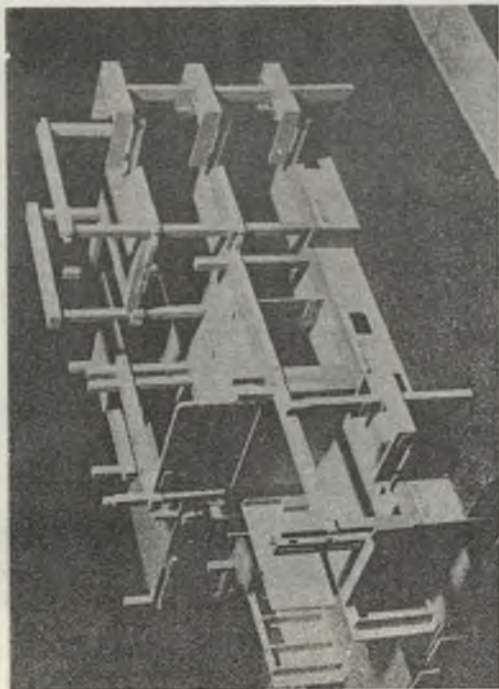
Rys. 9. Szkielet słupowo-płytowy bezryglowy ze słupami z rur stalowych zrealizowany w Gliwicach śląskim systemem metody podnoszenia przekryć - fot. A. Wardega



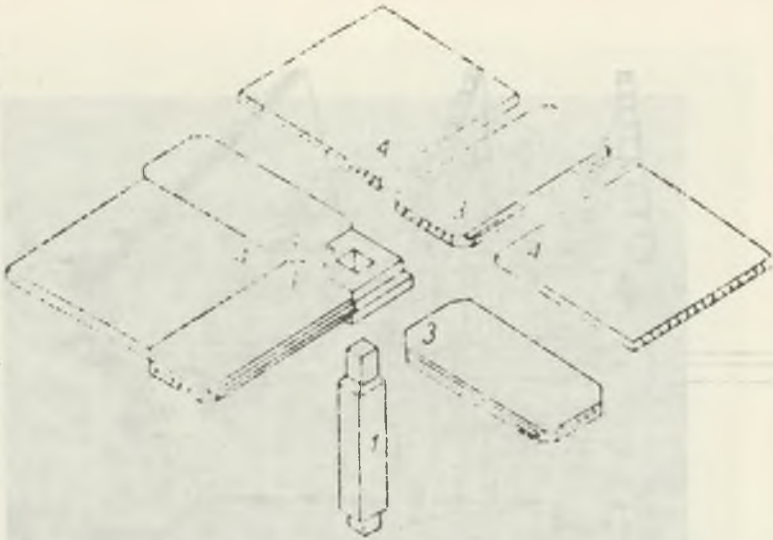
Rys. 10. 12-kondygnacyjny budynek mieszkalny realizowany metodą podnoszenia pięter w Brywaniu ZSRR; szkielet słupowo-płytowy bezryglowy montowany mechanicznymi podnośnikami z indywidualnym napędem - fot. reprodukcja z książki O. Büttner "Hubverfahren im Hochbau"



Rys. 12. Schemat rysunkowy ilustrujący konstrukcję nośną budynku z prefabrykowanymi stropami "Grzybkowymi"



Rys. 11. Model przedstawiający istotę rozwiązania konstrukcyjnego prefabrykowanego szkieletu z ram "H" w układzie podłużnym; główny projektant systemu T. Perzyński, Warszawa

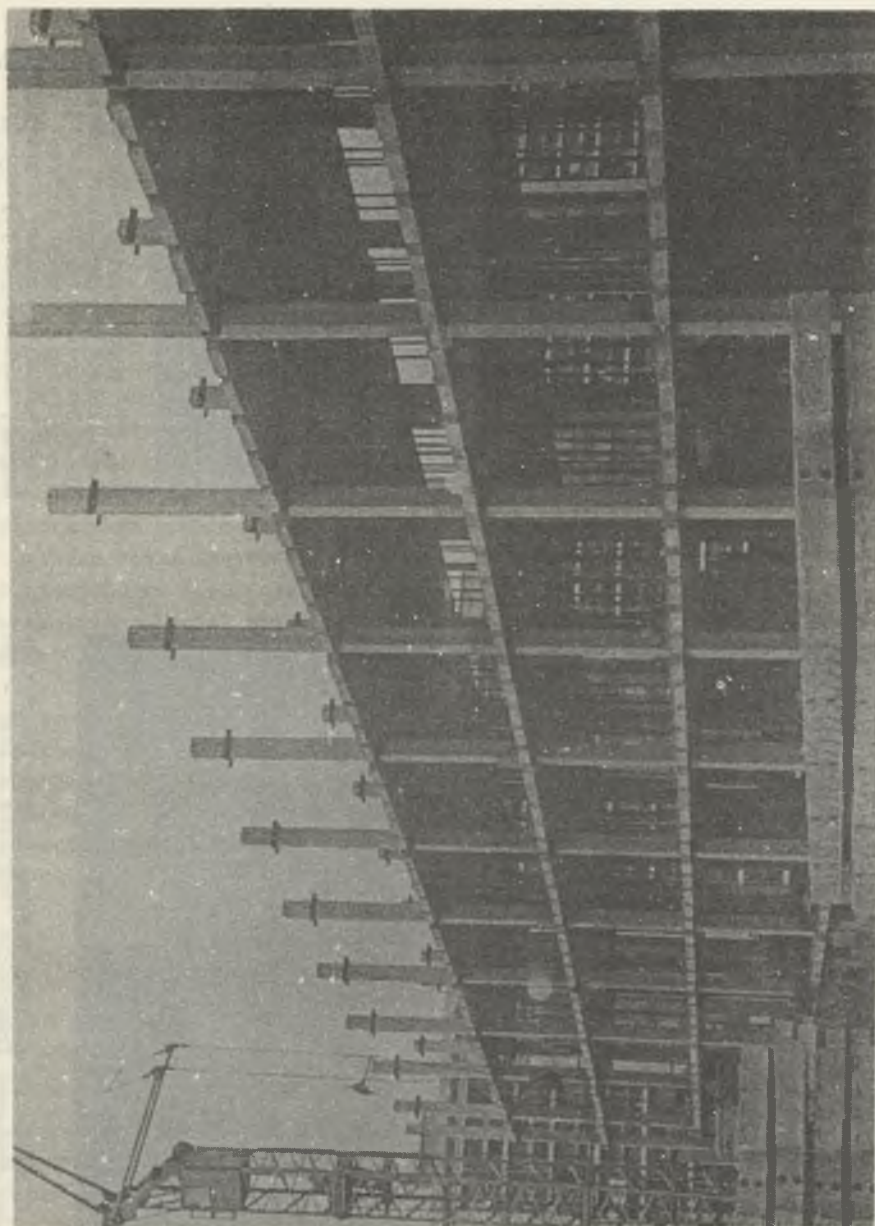


Rys. 13. Prefabrykowany, bezryglowy szkielet W.W. Burgmana ZSRR

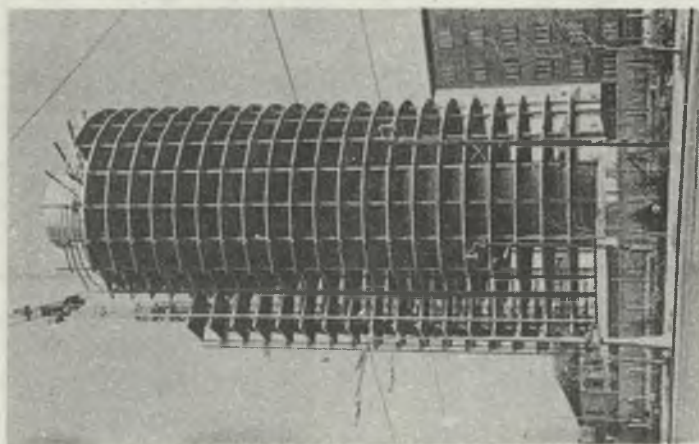
1 - słup o ciężarze 1,9 T; 2 - głowica słupa, ciężar 6,0 T; 3 - stropowe płyty "nadsłupowe" - kanałowe, ciężar 4,8 T; 4 - płyty wielokanałowe przykrywające pola między płytami nadsłupowymi. Siatka słupów 6,0 x 6,0 m



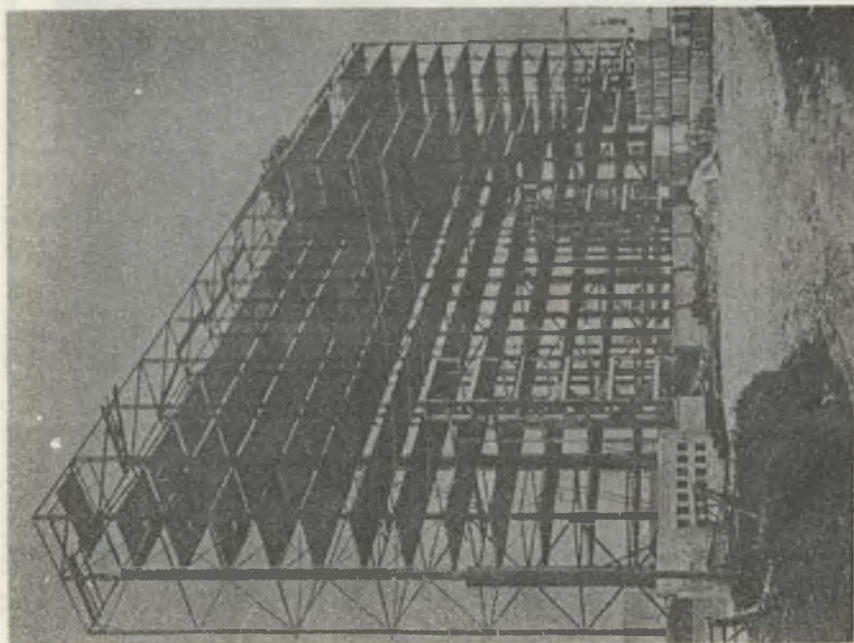
Rys. 14. Konstrukcja szkieletowo-wielkopłytowa budynku mieszkalnego serii II-04, realizacja w Moskwie - fot. L. Rowiński



Rys. 15. Prefabrykowany szkielet dwukierunkowo sprężony; system bułgarski E1, realizacja w Burges, Bułgaria
- fot. J. Rowiński



Rys. 17. Wysokościowy budynek trzonowo-szkieletowy w czasie realizacji w Bratysławie, CSRS; trzon rurowy z betonu monolitycznego oraz lekki szkielet stalowy z prefabrykowanymi, cerbowymi płytami stropowymi - fot. J. Rowiński



Rys. 16. Szkielet stalowy budynku mieszkalnego zrealizowany systemem francuskim "Port des Lilas" - fot. Y. Veule