

Jerzy Wałowicz\*, Lechosław Nykiel\*\*

EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNA  
WYBRANYCH SYSTEMÓW KONSTRUKCYJNO-MONTAŻOWYCH  
STOSOWANYCH W SPÓŁDZIELCZYM BUDOWNICTWIE MIESZKANIOWYM  
W ŁODZI

Uspołecznione wielorodzinne budownictwo mieszkaniowe jest w dalszym ciągu zdominowane przez technologię wielkopłytkową. Wprawdzie w skali kraju udział tej metody zmniejszył się z 78,3% w roku 1980 i 77,2% w 1981 do 71,5% w roku 1983<sup>1</sup>, tym niemniej wielorodzinne budownictwo mieszkaniowe (a więc i spółdzielcze) w Łodzi nadal jest realizowane niemal wyłącznie metodą wielkopłytkową.

Z rozwojem metody wielkopłytkowej wiązano nadzieje na przyspieszenie tempa wzrostu rozmiarów budownictwa mieszkaniowego dzięki wykorzystaniu efektów stosowania przemysłowej produkcji elementów prefabrykowanych. Spodziewano się również korzyści polegających na skróceniu cykli realizacji budynków, obniżeniu pracochłonności budownictwa mieszkaniowego oraz obniżenia jego jednostkowych kosztów. Korzyści te miały być szczególnie widoczne przy stosowaniu systemów wielkopłytkowych o najwyższym stopniu uprzemysłowienia, dla których elementy prefabrykowane o wysokim stopniu wykończenia wytwarzane są w stacjonarnych zakładach - tzw. "fabrykach domów", charakteryzujących się wysokim stopniem mechanizacji produkcji.

---

\* Dr, adiunkt w Zakładzie Ekonomiki Budownictwa i Inwestycji Instytutu Ekonomiki Produkcji UŁ.

\*\* Mgr, asystent w Zakładzie Ekonomiki Budownictwa i Inwestycji Instytutu Ekonomiki Produkcji UŁ.

<sup>1</sup> Na podstawie danych Rocznika Statystycznego 1984 GUS, tab. 14 (358), s. 257.

Doświadczenia szeregu lat stosowania technologii wielkopłyto-  
wej, w tym również szeregu systemów opartych na fabrycznej pro-  
dukcji elementów, wskazują jednak, że technologia ta nie jest wca-  
le jednoznacznie konkurencyjna w stosunku do innych technologii  
uprzemysłowionych (wielkoblokowa, monolityczna, szkieletowa), a na-  
wet do tradycyjnej udoskonalonej. Ogromne nakłady poniesione na  
stworzenie bazy produkcyjnej budownictwa wielkopłyto-  
wego w postaci stu kilkudziesięciu dużych wytwórni prefabrykatów nie przy-  
niosły efektu w postaci rozwiązania najpilniejszych problemów  
mieszaniowych. Sytuację pogorszył jeszcze kryzys ekonomiczny po-  
czątku lat osiemdziesiątych, którego następstwem było znaczne  
zmniejszenie rozmiarów budownictwa mieszkaniowego w porównaniu z  
końcem poprzedniej dekady. Wskazuje to na konieczność prowadzenia  
wnikliwych analiz efektywności systemów stosowanych w budownictwie  
mieszaniowym. Lepsze efekty w zakresie zaspokajania potrzeb mie-  
szkaniowych można będzie bowiem uzyskać dzięki preferowaniu sys-  
temów efektywniejszych ekonomicznie przy jednoczesnym eliminowa-  
niu bądź ulepszaniu systemów nieefektywnych - drogich, kapitało-  
chłonnych, materiałochłonnych, a przy tym często nie dających spo-  
dziewanych efektów w zakresie obniżania pracochłonności budownic-  
stwa.

W niniejszym opracowaniu przeprowadzona zostanie szczegółowa  
analiza ekonomicznej efektywności dwóch systemów wielkopłyto-  
wych stosowanych od wielu lat w wielorodzinnym budownictwie mieszk-  
niowym w Łodzi. Pierwszy z nich to lokalny, łódzki system "Dą-  
browa" bazujący na poligonowej wytwórni prefabrykatów, które na  
plac budowy dostarczone są w stanie nie wykończonym (prace wy-  
kończeniowe w zasadzie w całości wykonywane są na placu budowy).  
Drugi, to mający zasięg ogólnokrajowy, a w Łodzi stosowany od  
1972 r. system "Szczeciński". W tym systemie prefabrykaty o wyso-  
kim stopniu wykończenia wytwarzane są w stacjonarnej "fabryce  
domów", po zmontowaniu ich do wykonania na placu budowy pozostaje  
stosunkowo niewielki zakres robót wykończeniowych.

Analiza obejmuje okres pięcioletni 1976-1980, który generalnie  
charakteryzował się wysokim stopniem wykorzystania zdolności pro-  
dukcyjnej w badanych kombinatach. Późniejsze lata przyniosły o-  
niżenie wielkości realizowanych zadań rzeczowych i wykorzystania  
zdolności produkcyjnej, toteż ich uwzględnienie mogłoby wpłynąć  
zniekształcająco na wyniki prezentowanej analizy.

## 1. Charakterystyka badanych systemów konstrukcyjno-montażowych

### 1.1. System "Dąbrowa"

Jest to system regionalny, jeden z najstarszych stosowanych w budownictwie łódzkim. W pracowni projektowej łódzkiego Przedsiębiorstwa Budownictwa Wielkopłytowego "Dąbrowa" (obecnie nosi ono nazwę Łódzki Kombinat Budowlany "Południe") powstało szereg kolejnych mutacji tego systemu, z których najbardziej znane są "Dąbrowa 61", "Dąbrowa 64 A", "Dąbrowa 70" oraz obecnie realizowana "Dąbrowa 78", która, w odróżnieniu od poprzednich, opracowana została przez "Miastoprojekt" Łódź - Miasto przy ścisłej współpracy z ŁKB "Południe".

Budynki w tym systemie wnoszone przeważnie w południowej części Łodzi (osiedla: Dąbrowa, Zarzew, Czerwony Rynek, Chojny-Zatorze a ostatnio Widzew-Wschód). W rozwiązaniach projektowych systemu "Dąbrowa 78" spełniono wymagania nowego normatywu powierzchniowego, eliminując jednocześnie mankamenty, jakie występowały poprzednio w zakresie układu funkcjonalno-przestrzennego. Płyty stropowe zostały pogrubione do 16 cm, wprowadzono dodatkowo rozpiętość 480 cm, a ponadto objęto prefabrykacją ścianki działowe piwnic, które dawniej wykonywane były z cegły. Rozwiązania pozostałych elementów nie uległy zmianie w stosunku do poprzednich wersji systemu.

Obiekty wzniesione systemem "Dąbrowa" mają poprzeczny układ konstrukcyjny przy rozstawie ścian nośnych 240, 360, 480 cm i głębokości traktu 2 x 510 cm. Podstawowe elementy konstrukcyjne charakteryzują się następującymi parametrami:

- płyty stropowe pełne o grubości 16 cm z betonu B 200,
- wewnętrzne ściany nośne - płyty betonowe i żelbetowe o grubości 14 cm,
- podłużne ściany zewnętrzne - bloki podokienne i filarki międzyokienne z pianogazosilikatu o grubości 24 cm,
- ściany szczytowe dwuwarstwowe, warstwa konstrukcyjna grubości 14 cm z betonu B 150 i B 200 warstwa izolacyjna z bloczków pianogazosilikatowych o grubości 24 cm,
- ściany nośne piwnic - betonowe płyty prefabrykowane o grubości 16 cm.

Prefabrykacją objęto również elementy obudowy dźwigów, stropodachy, elementy klatek schodowych, loggi i balkonów oraz balustrady. W systemie tym projektuje się budynki 5- i 11-kondygnacyjne. Wysokość kondygnacji nadziemnych wynosi 280 cm zaś kondygnacji piwnicznej 250 cm. Mieszkania w systemie "Dąbrowa 78" cechują się pełną rozkładowością, bezpośrednim oświetleniem kuchni, posiadają wbudowane szafy i pawlacze, wyróżniające się wielkością pokoje dzienne połączone są z dużą loggią zaś w mieszkaniach większych, poczynając od M-3, łazienki i WC są oddzielnymi pomieszczeniami. Powierzchnie użytkowe mieszkań zbliżone są do górnej granicy normatywu. Według oceny architekta Miasta Łodzi rozwiązania systemu "Dąbrowa 78" pod względem prostoty rozwiązania, czystości funkcji i uformowania powierzchni użytkowej dorównują najlepszym rozwiązaniom w skali kraju.

#### 1.1. System "Szczeciński"

Zasady tego systemu opracowane zostały przez "Młastoprojekt" w Szczecinie w ramach konkursu, którego celem było wyłonienie systemu przeznaczonego do realizacji w wytwórniach stacjonarnych. Pierwsze budynki w tym systemie zrealizowano w latach 1971-1972. Fabryki domów wytwarzające elementy prefabrykowane dla systemu "Szczecińskiego" wyposażone są w linie technologiczne importowane ze Związku Radzieckiego. Jeden z takich zakładów powstał w Łodzi w ramach Łódzkiego Kombimatu Budowy Domów (obecna nazwa - Łódzki Kombinat Budowlany "Zachód"). Przy wykorzystaniu tego systemu powstała w Łodzi jedna z największych w kraju dzielnica mieszkaniowa - Retkinia, dla około 80 tys. mieszkańców. Drugie duże osiedle wznoszone w Łodzi przy zastosowaniu m. in. również tego systemu to Radogoszcz.

System "Szczeciński" posługuje się zamkniętym katalogiem 144 zunifikowanych prefabrykatów. Przy projektowaniu przyjęto zasadę dowolnego łączenia typowych segmentów, co ma umożliwić uzyskiwanie różnorodnych układów urbanistycznych. Podstawowym układem konstrukcyjnym jest układ poprzeczny, jednakże system dopuszcza również stosowanie układu podłużnego lub krzyżowego. W systemie przyjęto jednolity rozstaw ścian nośnych dostosowany do rozpię-

tości stropu i wynoszący 480 cm. Dla traktów mieszkaniowych i pionów komunikacyjnych przyjęto rozstawy 480 x 480 i 480 x 240 cm. Podstawowe elementy konstrukcyjne mają następujące grubości:

- płyty stropowe pełne zbrojne jednokierunkowo ze żwirobotonu B 200 - 14 cm,
- płyty wewnętrznych ścian nośnych z betonu B 200 - 15 cm,
- płyty zewnętrznych ścian nośnych z obustronną fakturą z keramzytobetonu "110" - 40 cm,
- płyty zewnętrznych ścian samonośnych z obustronną fakturą z keramzytobetonu "70" - 36 cm.

Prefabrykacją objęto również wszelkie pozostałe elementy budynku, zarówno podziemne jak i nadziemne. Charakterystyczne dla tego systemu było prekursorskie w skali kraju rozwiązanie kabin sanitarnych jako prefabrykowanych elementów przestrzennych całkowicie wykończonych i wyposażonych. Kabiny te po ustawieniu na stropach wymagały w zasadzie tylko podłączenia do pionów instalacyjnych. Jednakże ze względu na znaczną materiałochłonność takiego rozwiązania (dodatkowe zużycie stali i betonu na ścianki, podłogę i sufit kabiny) decyzją Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z początkiem 1985 r. zaniechano prefabrykacji kabin sanitarnych zarówno w systemie "Szczecińskim", jak i innych systemach uprzemysłowionego budownictwa mieszkaniowego.

System ma zastosowanie do realizacji budynków o wysokości 5 i 11 kondygnacji. Wysokości kondygnacji są identyczne jak w systemie "Dąbrowa", tj. 280 cm dla kondygnacji nadziemnych i 250 cm dla kondygnacji piwnicznej.

Zasadniczym zadaniem, jakie postawiono przed projektantami systemu było uzyskanie optymalnych rozwiązań funkcjonalnych, szczególnie zaś poprawy wartości użytkowych mieszkań w stosunku do systemów stosowanych wcześniej. Zadanie to zostało w dużej mierze wykonane, gdyż mieszkanie w systemie "Szczecińskim" cechuje pełna rozkładowość, bezpośrednie oświetlenie w kuchni, wyeliminowanie miejsc do spania z pokoiw dziennych w mieszkaniach kategorii od M-4 do M-7. Układ kuchenne-lazienkowy został stypizowany a pomieszczenie WC zostało wydzielone w mieszkaniach kategorii od M-3 wzwyż. Mieszkania zostały wyposażone w szafy wbudowane, zaś pokój dzienny we wszystkich typach mieszkań wyposażony jest w balkon lub loggię.

B.U.L.

## 2. Charakterystyka wytwórni prefabrykatów dla badanych systemów

### 2.1. Wytwórnia Elementów Żelbetowych dla systemu "Dąbrowa" w LKB "Południe"

Zakład istnieje od 1961 r. Był projektowany i budowany jako tymczasowa (poligonowa) wytwórnia prefabrykatów potrzebnych dla zbudowania określonej ilości mieszkań na osiedlu Dąbrowa. Projektowana zdolność produkcyjna wynosiła docelowo 4600 Izb rocznie. Zmiany związane z wprowadzeniem kolejnych wersji systemu wymagały jedynie niewielkich adaptacji form. Działalność wytwórni nie zakończyła się po wybudowaniu osiedla Dąbrowa, nadal produkowano elementy dla kolejnych osiedli, zaś w roku 1978 w związku z wprowadzeniem nowej mutacji systemu ("Dąbrowa 78") dość znacznie różniącej się od poprzednich, a także z powodu coraz szerszego wykorzystywania tego systemu w innych dzielnicach Łodzi - podjęto decyzję o modernizacji wytwórni. Była to decyzja konieczna, tym bardziej, że rozważana poprzednio koncepcja budowy nowej fabryki domów dla LKB "Południe" okazała się nierealna. Modernizacja wytwórni stała się koniecznością, ponieważ z uwagi na ciągle odwlekaną możliwość likwidacji nie była ona remontowana od chwili powstania (jedynie betoniarce były okresowo wymieniane). Modernizacja została rozłożona na wiele lat i prowadzona jest bez przerywania produkcji, nie ma ona na celu zwiększenia możliwości produkcyjnych, a jedynie utrzymanie ich na dotychczasowym poziomie. Nie przynosi ona także zmiany dotychczasowych, prostych metod produkcji i nie spowoduje wzrostu stopnia mechanizacji produkcji.

Produkcja prefabrykatów odbywa się w wytwórni metodą stanowiskową przy użyciu dwóch rodzajów form: bateryjnych i płaskich. W formach bateryjnych produkuje się płyty stropowe i ścienne, ścianki działowe nadziemna i podziemna, ściany konstrukcyjne piwnic i bloki wentylacyjne. W formach płaskich produkuje się wszystkie pozostałe elementy, a więc elementy ścian szczytowych, elementy dachowe, elementy klatek schodowych, balkonów, loggi itp.

Wszystkie formy rozmieszczone są w stosunkowo niewielkiej hali głównej oraz na pięciu poligonach. W hali głównej dającej około 85% całej produkcji betonowej, umieszczone są 4 formy bateryjne do produkcji nadziemnych ścian nośnych oraz 6 form bateryjnych

do produkcji płyt stropowych. Pozostałych osiem form bateryjnych i wszystkie formy płaskie rozmieszczone są na poligonach. Praca w zakładzie zorganizowana jest w ten sposób, że każda z form obsługiwana jest przez jedną, stale tę samą brygadę, która wykonuje wszystkie czynności techniczne z wyjątkiem naparzania. Spinanie i rozpinanie kaset odbywa się w sposób ręczny. Baterie posiadają po 17-20 komór, nad każdą baterią zainstalowany jest elektrowciąg do przenoszenia przekładek i uformowanych elementów oraz betonowania form. Zagęszczanie masy betonowej odbywa się za pomocą wibratorów wgłębnych. Transport betonu z węzła betonarskiego znajdującego się w hali głównej odbywa się przy pomocy wózków akumulatorowych. Do naparzania elementów stosuje się parę nisko-prężną o temperaturze 90-95<sup>o</sup> C, zaś czas obróbki cieplnej dla różnych wyrobów waha się od 1,5 do 4 godzin. Regulacja dopływu pary odbywa się ręcznie. Praca w wytwórni prowadzona jest w systemie jednozmianowym, jedynie pracownicy zajmujący się obróbką cieplną pracują na dwie zmiany.

#### 2.2. Charakterystyka Fabryki Domów produkującej elementy dla systemu "Szczecin" w ŁKB "Zachód"

Projekt fabryki opracowany został przez radziecki instytut "Gipromasz" na bazie podstawowego wyposażenia seryjnego, stosowanego w tego typu zakładach w ZSRR. Projekt dostosowany jest do wykazu elementów żelbetonowych dla systemu "Szczecińskiego". Roczna wydajność fabryki wynosi według projektu ok. 120 tys. m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej mieszkań przy dwuzmianowej organizacji pracy, jedynie przy obróbce cieplnej konieczna jest praca na trzy zmiany. Fabryka została uruchomiona w 1972 r., osiągając ponad połowę projektowanej zdolności produkcyjnej. Pełną moc wytwórczą osiągnięto, a nawet przekoczono, w latach 1975-1978, kiedy to zastosowano nieprzewidziany w projekcie trójzmianowy system pracy. Po pewnym czasie powrócono jednak do pracy dwuzmianowej, ponieważ praca na trzy zmiany uniemożliwiła racjonalną organizację zabiegów konserwacyjnych i remontowych, co groziło przedwczesnym zużyciem maszyn i urządzeń.

Wytwórnia jest zakładem stacjonarnym, charakteryzującym się wy-

sokim stopniem mechanizacji i automatyzacji produkcji. Produkcja prefabrykatów odbywa się w sześcionawowej hali o wymiarach 180 x 93 m. W poszczególnych nawach rozmieszczone są wszystkie oddziały produkcyjne: zbrojarnia, betonownia, oddziały formowania i wykańczania. Każda nawa produkcyjna obsługiwana jest suwnicami. Dostawa mieszanki betonowej na stanowiska formowania odbywa się przy użyciu transportu pneumatycznego (do form bateryjnych) lub dwoma samobieżnymi pojemnikami rozdzielczymi poruszającymi się po specjalnym pomoście (do pozostałych form). Dostarczanie zbrojenia odbywa się przy pomocy wózków akumulatorowych.

W zależności od rodzaju prefabrykatów ich wykonywanie odbywa się czterema sposobami, tj. w formach bateryjnych, w indywidualnych formach stanowiskowych, metodą potokową i metodą zespołowo-potokową. W formach bateryjnych wykonuje się płyty stropowe, wewnętrzne ściany nośne, ściany działowe i ścianki loggi. W indywidualnych formach stanowiskowych wytwarzane są biegi schodowe i elementy szybów dźwigowych (do 1984 r. również kabiny sanitarne). Na linii potokowej formowane są jednowarstwowe płyty ścian zewnętrznych z keramzytobetonu. Linia potokowa przedstawia sobą pięć stanowiskowy przenośnik wyposażony w mechanizmy: do przemieszczania form (napęd linii potokowej), formowania wyrobów (zasypnik betonu i stół wibracyjny) oraz do rozformowywania wyrobów (wywrotnica, dźwig wspornikowy). Na linii zespołowo-potokowej wykonuje się płyty dachowe, elementy gzymsowe, belki poddasza, ściany dachowe, płyty spoczynkowe, płyty balkonów i loggi, bloki wentylacyjne oraz bloki dla instalacji elektrycznych. Elementy wykonywane w formach bateryjnych i indywidualnych formach stanowiskowych poddawane są obróbce parą o temperaturze 90-98°C przez 8,5-9,5 godziny, natomiast naparzenie pozostałych elementów odbywa się przy temperaturze 80°C w ciągu 12-13,5 godziny.

### 3. Problemy metodologiczne badania efektywności systemów konstrukcyjno-montażowych budownictwa mieszkaniowego

Badanie i ocena ekonomicznej efektywności systemów budownictwa mieszkaniowego jest zadaniem trudnym i złożonym. W dotychczasowej praktyce nie wypracowano jeszcze jednolitej, powszechnie



akceptowanej metody prowadzenia analizy w tym zakresie. Można jednak przyjąć, że podstawowe znaczenie ma tu przyjęcie właściwych kryteriów oceny, które powinny uwzględnić najistotniejsze w badaniu efektywności systemów budownictwa cechy i właściwości tych systemów. Za najważniejsze z kryteriów analizy systemów budownictwa uznaje się z reguły<sup>2</sup>:

- nakłady pracy żywej,
- nakłady pracy maszyn,
- materiałochłonność,
- energochłonność,
- transportochłonność,
- kapitałochłonność,
- jednostkowy koszt 1 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej i 1 m<sup>3</sup> kubatury,
- roczne koszty eksploatacyjne,
- realne tempo realizacji,
- warunki uruchomienia i rozwijania systemu, w tym potrzeba importu technologii, maszyn i urządzeń,
- czas potrzebny na przygotowanie i uruchomienie systemu,
- uniwersalność systemu dla różnych rodzajów budownictwa mieszkaniowego (budownictwo wysokie, średnie i niskie),
- elastyczność urbanistycznego kształtowania osiedli i terenowych form zabudowy,
- elastyczność architektoniczna i funkcjonalna wznoszonych budynków i mieszkań stwarzająca możliwość swobodnego projektowania pomieszczeń,
- warunki zdrowotne i cechy fizyczne budowanych mieszkań,
- okres technicznego starzenia się budynku,
- tradycje budowlane na danym terenie,
- dostępność niezbędnych materiałów.

Warunkiem otrzymania prawidłowych wyników jest to, aby rachunek porównawczy prowadzony był w formie kombinatowej. Zakres takiego kombinatu powinien obejmować wszystkie kolejne fazy procesu produkcyjnego, tak więc nakłady winny być liczone w rachunku ciągłym obejmującym wydobycie surowców, produkcję materiałów budowlanych, ich transport do wytwórni prefabrykatów, produkcję prefa-

<sup>2</sup> L. R o w i ń s k i, Ocena nowoczesnych technologii budownictwa mieszkaniowego, *Inwestycje i Budownictwo* 1980, nr 7/8, s. 1 oraz W. P i r ó g, Kryteria analizy porównawczej systemów budownictwa mieszkaniowego, *Inwestycje i Budownictwo* 1978, nr 1, s. 1.

brykatów, transport prefabrykatów na plac budowy, roboty budowlano-montażowe oraz nakłady na utrzymanie zasobu mieszkaniowego (koszty eksploatacji).

Przy badaniu ekonomicznej efektywności systemów wielkopłytych, a więc należących do tej samej grupy technologicznej i opierających się na tych samych podstawowych materiałach, analiza porównawcza może być uproszczona, a część kryteriów pominięta. Uwzględnienie bowiem takiego kryterium, jak np. nakłady na eksploatację, nie będzie miało istotnego wpływu na wynik analizy, zaś szereg kryteriów, takich jak: tradycje budowlane, warunki zdrowotne, elastyczność terenowa i urbanistyczna oraz uniwersalność systemu, ma bardzo luźny związek z efektywnością systemu, a przy tym odnosi się do cech niemierzalnych, zatem niemożliwych do uwzględnienia w badaniach ilościowych.

Również wspomniany umowny kombinat, dla którego prowadzi się rachunek porównawczy, można zredukować o niektóre ogniwa. Jest to celowe z uwagi na potrzebę zmniejszania pracochłonności zbierania i przetwarzania informacji do granic zapewniających realną możliwość sprawnego dokonywania niezbędnych obliczeń. Szczególnie kłopotliwe jest uwzględnienie w rachunku najwcześniejszych faz procesu produkcyjnego, gdyż wymaga to uzyskania szczególnie rozległego zakresu informacji. Jeśli tylko nie wpłynie to na zniekształcenie wyników rachunku, wskazane jest więc zrezygnować z tych ogniw umownego kombinatu. Zazwyczaj, przy badaniu efektywności systemów wielkopłytych, zakres umownego kombinatu obejmuje trzy podstawowe fazy procesu produkcyjnego, tj. produkcję prefabrykatów, ich transport na plac budowy oraz roboty budowlano-montażowe.

Charakteryzowanie wartości poszczególnych systemów konstrukcyjno-montażowych przy pomocy jednego, syntetycznego wskaźnika, choć teoretycznie możliwe, w praktyce jest jednak bardzo trudne. Najwięcej kłopotów sprawia określenie wagi poszczególnych cech wynikających z kryteriów uwzględnionych w ogólnej ocenie, bowiem zbyt dużą rolę odgrywa tu subiektywizm oceniających. Należy przy tym pamiętać, że również z uwagi na kryteria ogólno-ekonomiczne, w tym głównie aktualne warunki społeczno-gospodarcze kraju, rola i waga poszczególnych kryteriów technicznych i ekonomicznych u-

lega zmianom. Przy ocenie ekonomicznej efektywności systemów budownictwa mieszkaniowego takim syntetycznym miernikiem mógłby być koszt  $1 \text{ m}^2$  powierzchni użytkowej, bowiem powinien on odzwierciedlać materiałochłonność, pracochłonność, kapitałochłonność i wszelkie inne nakłady ponoszone przy stosowaniu danego systemu. Stosowanie tego miernika nie pozwala na uzyskanie pełnych i obiektywnych wyników, bowiem obecny układ cen dostosowany jest do różnic między inwestorem i wykonawcą i nie odzwierciedla nakładów społecznie uzasadnionych. W przypadku porównywania systemów charakteryzujących się podobnym sposobem realizacji oraz stosowaniem tych samych podstawowych materiałów wpływ wadliwego układu cen na zniekształcenie wyników analizy efektywności nie jest zbyt wielki. Dlatego też wskaźnik kosztu jednostki powierzchni użytkowej lub kubatury nie może być pominięty, zwłaszcza jeśli inne, cząstkowe wskaźniki nie pozwalają na jednoznaczną ocenę poszczególnych systemów.

Przytoczone uwagi wykazały złożoność problematyki doboru metod oceny ekonomicznej efektywności systemów konstrukcyjno-montażowych i jednocześnie stały się podstawą doboru kryteriów, które uwzględnione zostały przy badaniu dwóch przedstawionych uprzednio systemów, tj. "Dąbrowa" i "Szczeciński". Są to kryteria następujące:

- pracochłonność,
- materiałochłonność,
- energochłonność,
- kapitałochłonność,
- koszt wykonania  $1 \text{ m}^2$  powierzchni użytkowej.

Po przeprowadzeniu analizy poszczególnych wskaźników cząstkowych i wskaźnika kosztu podjęta zostanie próba syntetycznej oceny obu systemów.

Przedstawione w pracy dane liczbowe są dla każdego roku danymi przeciętnymi obliczonymi dla co najmniej kilku, a przeważnie kilkunastu, budynków oddanych do użytku w danym roku przez Łódzki Kombinat Budowlany "Południe" lub ŁKB "Zachód". Dzięki temu wyniki nie są zniekształcone przez wpływ takich czynników, jak wysokość budynków, kubatura pomieszczeń, struktura mieszkań, warunki lokalizacji itp.

#### 4. Analiza porównawcza ekonomicznej efektywności systemu "Dąbrowa" i systemu "Szczecińskiego"

##### 4.1. Pracochoćność

Najczęściej stosowanym i najlepiej oddającym istotę tego kryterium efektywności jest wskaźnik pracochoćności w ujęciu rzeczowym, a więc wyrażający ilość przepracowanych roboczogodzin przypadających na jednostkę produkcji. Będzie on obliczany w odniesieniu do nakładów pracy ponoszonych zarówno w zakładzie prefabrykacji, jak i na placu budowy. Pracochoćność na placu budowy określa się jako iloraz liczby roboczogodzin przepracowanych w produkcji budowlano-montażowej oraz wielkość tej produkcji mierzonej w  $m^2$  powierzchni użytkowej. Natomiast najprostszy wskaźnik pracochoćności produkcji prefabrykatów wyrażony jest ilorazem liczby roboczogodzin przepracowanych przy produkcji elementów prefabrykatów oraz wielkości tej produkcji mierzonej w  $m^3$  prefabrykatów. W celu obliczenia łącznego wskaźnika pracochoćności a także w celu uniknięcia zniekształceń wyników analizy związanych z różnym zakresem prefabrykacji w badanych systemach, konieczne jest przeliczenie nakładów robocizny w zakładzie prefabrykacji na  $1 m^2$  powierzchni użytkowej.

W tym celu wykorzystuje się wskaźnik przeciętnego zużycia prefabrykatów w  $m^3$  na  $1 m^2$  powierzchni użytkowej budynków mieszkalnych. Wskaźnik ten dla systemu "Dąbrowa" wynosi  $0,50 m^3/1 m^2$  p.u. zaś dla systemu "Szczecińskiego"  $0,68 m^3/1 m^2$  p.u. Podobne przeliczenie trzeba będzie wykonać przy analizie innych nakładów. Obliczone w ten sposób wskaźniki pracochoćności dla lat 1976-1980 w roboczogodzinach/ $1 m^2$  p.u. przedstawione zostały w tab.1.

Dane te pozwalają stwierdzić, że badane systemy nie różnią się zbyt wiele pod względem pracochoćności łącznej, jedynie nieznacznie jest ona niższa w systemie "Dąbrowa". Istotne różnice występują natomiast w proporcjach podziału tych nakładów na poszczególne ogniwa produkcyjne. Tak np. produkcja prefabrykatów jest w systemie "Szczecińskim" średnio biorąc około 2,5 razy bardziej pracochoćna niż w systemie "Dąbrowa". Wynika to głównie ze znacznie wyższego stopnia wykończenia elementów prefabrykowanych systemu "Szczecińskiego" oraz w pewnym stopniu z szerszego zakresu prefabryka-

T a b e l a 1

Pracochłonność jednostkowa badanych systemów  
(w roboczogodz./1 m<sup>2</sup> p.u.)

Rok	System "Dąbrowa"			System "Szczeciński"		
	zakład pre-fabrykacji	plac budowy	razem	zakład pre-fabrykacji	plac budowy	razem
1976	3,0	14,2	17,2	7,6	9,5	17,1
1977	3,2	14,0	17,2	7,8	9,7	17,5
1978	2,9	13,1	16,0	7,6	8,9	16,5
1979	3,2	12,3	15,5	7,3	9,8	17,1
1980	3,1	14,8	17,9	7,9	10,8	18,7

Ź r ó d ł o: Opracowano na podstawie danych uzyskanych w Łódzkim Kombinaście Budowlanym "Południe" i w Łódzkim Kombinaście Budowlanym "Zachód".

cji w tym systemie. W systemie "Dąbrowa" produkowane są w zasadzie wyłącznie surowe elementy podczas gdy elementy w systemie "Szczecińskim" są w fabryce domów przeważnie całkowicie wykończone, m. in. elementy nośne posiadają obustronną fakturę oraz osadzoną i oszkloną stolarkę (w czasie objętych analizą wytwarzano również w pełni wykończone i wyposażone kabiny). Wytwarzanie elementów o skomplikowanych kształtach oraz roboty wykończeniowe są procesami wymagającymi znacznych nakładów robocizny. Skomplikowany proces obróbki doprowadzającej prefabrykaty do pełnej gotowości montażowej i użytkowej rzutuje zdecydowanie na późniejsze nakłady robocizny na placu budowy. W tej fazie produkcji zdecydowanie bardziej pracochłonny jest system "Dąbrowa", wskaźniki nakładów robocizny są w tym przypadku prawie o połowę wyższe niż w systemie "Szczecińskim", co oczywiście wynika z dużego zakresu robót wykończeniowych na placu budowy. Warto również zwrócić

uwagę na wyraźne obniżenie wskaźników pracochłonności na placu budowy, a tym samym również wskaźników łącznej pracochłonności w systemie "Dąbrowa" w latach 1978-1979; było to efektem wprowadzenia nowej ulepszonej mutacji tego systemu ("Dąbrowa 78"). Natomiast wyraźne zwiększenie wskaźników pracochłonności dla obu systemów w roku 1980 jest wynikiem skomplikowanej sytuacji społecznej i gospodarczej kraju, której rezultatem było m. in. znaczne obniżenie przeciętnej wydajności pracy w sferze produkcji materialnej.

Dotychczasowa analiza pracochłonności porównywanych systemów konstrukcyjno-montażowych nie potwierdziła tezy, że dążenie do możliwie najwyższego stopnia uprzemysłowienia budownictwa mieszkaniowego prowadzi do obniżenia jego pracochłonności. Łączna pracochłonność w obu systemach kształtuje się na zbliżonym poziomie, a nawet jest nieco niższa w systemie "Dąbrowa" o znacznie niższym stopniu uprzemysłowienia (zwłaszcza w roku 1979, kiedy to była ona o około 10% mniejsza niż w systemie "Szczecin"). W systemie "Szczecin" uzyskano jedynie zmianę miejsca ponoszenia znacznej części nakładów pracy dzięki przesunięciu niemal całości robót wykończeniowych z placu budowy do stacjonarnej fabryki domów. Wykonanie tych robót w zamkniętym zakładzie produkcyjnym zamiast na placu budowy jest z wielu względów zmianą korzystną, gdyż dzięki lepszym warunkom pracy możliwe jest uzyskiwanie wyższej jakości produkcji, poza tym zamiana ta powinna przyczynić się do skrócenia cyklu realizacji robót na placu budowy. Istotną sprawą jest jednak i to, jakim kosztem korzyści te zostały osiągnięte. Odpowiedzi na to pytanie powinna udzielić analiza kapitałochłonności, która zostanie przeprowadzona w dalszej części opracowania.

Trzeba również pamiętać, że przeprowadzona wyżej analiza nakładów pracy nie jest pełna, gdyż poza nakładami pracy żywej powinna obejmować również inne rodzaje nakładów, a zwłaszcza nakłady pracy maszyn. Obliczanie wskaźników nakładów pracy maszyn, zarówno w jednostkach rzeczowych (maszynogodzinach), jak i jednostkach wartościowych, natrafia na wiele trudności z uwagi na fakt, że wykorzystywany park maszynowy obejmuje urządzenia o ogromnej różnorodności, które trudno sprowadzić do wspólnego mianownika. Stosunkowo najlepsze w tych warunkach rozwiązanie można uzyskać badając wskaźniki energochłonności w zakresie zużycia energii elektrycznej - Ilustruje to w pewnym stopniu wielkość poniesionych nakładów pracy maszyn oraz bada-

jąc wskaźniki kapitałochłonności ilustrujące m. in. wielkość niezbędnego w danym systemie wyposażenia w maszyny i urządzenia<sup>3</sup> przypadające na jednostkę produkcji.

#### 4.2. Materiałochłonność

Przez materiałochłonność uprzemysłowionego budownictwa mieszkaniowego rozumie się zużycie materiałów w produkcji prefabrykatów i na placu budowy w przeliczeniu na jednostkę produkcji. Materiałochłonność jest szczególnie ważnym kryterium oceny z uwagi na ograniczoną podaż większości materiałów, a tym samym ich limitujące oddziaływanie na rozmiary budownictwa, a także ze względu na wysokie koszty ich transportu. Badanie materiałochłonności systemów wielkopłytowych ogranicza się do analizy zużycia podstawowych materiałów niezbędnych do realizacji stanu surowych budynków, tj. cementu, kruszywa i stali, ponieważ wpływ rozwiązań zastosowanych w poszczególnych systemach konstrukcyjno-montażowych na zużycie pozostałych materiałów jest niewielki<sup>3</sup>. Wskaźniki zużycia tych materiałów w przeliczeniu na 1 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej dla badanych systemów przedstawiono w tab. 2.

Liczby te ilustrują rzeczywiste zużycie materiałów w produkcji prefabrykatów oraz zużycie normatywne na placu budowy. Ustalenie rzeczywistego zużycia materiałów w produkcji budowlano-montażowej jest bowiem możliwe tylko w skali całej budowy (obejmującej zwykle kilka obiektów), natomiast jego rozliczenie na poszczególne budynki jest w oparciu o dokumentację istniejącą w przedsiębiorstwie praktycznie niemożliwe. Przy obliczaniu wskaźników materiałochłonności dla obu systemów przyjęto jednakową strukturę wysokościową badanych budynków, tzw. na trzy budynki niskie V-kondygnacyjne przypada jeden wysoki XI-kondygnacyjny przy zachowaniu zbliżonej kubatury budynków w porównywanych systemach. Ponieważ wskaźniki rzeczywistego zużycia podstawowych materiałów w produkcji prefabrykatów wykazują dość znaczne wahania w poszczególnych latach, obliczone zostały również wskaźniki przeciętne dla całego okresu objętego badaniem.

<sup>3</sup> B. Lewicki, S. Zieleniewski, Materiałochłonność i pracochłonność wznoszenia budynków mieszkalnych wielkopłytowych, Przegląd Budowlany 1981, nr 8/9, s. 446.

B.U.A.

Tabela 2

Zużycie jednostkowe podstawowych materiałów (w kg/m<sup>2</sup> p.u.)

Lp.	Wyszczególnienie	System "Dąbrowa"			System "Szczeciński"		
		cement	kru- szywo	stal	cement	kru- szywo	stal
1	W produkcji pre- fabrykatów w latach:						
	1976	231	1 090	32,6	276	1 336	32,4
	1977	246	1 033	34,1	301	1 341	33,6
	1978	257	962	32,5	289	1 383	32,1
	1979	248	1 130	33,2	294	1 359	33,3
	1980	223	1 141	30,1	292	1 244	35,2
2	W produkcji pre- fabrykatów średnio w la- tach:						
	1976-1980	241	1 671	32,5	290	1 332	33,3
3	Na placu budowy (zużycie nor- matywne)	68	478	2,3	79	506	3,9
4	Ogółem (poz. 2 + + poz. 3)	309	1 549	34,8	369	1 838	37,2

Źródło: Opracowano na podstawie danych uzyskanych w ŁKB "Południe" i w ŁKB "Zachód".

Dane zawarte w tab. 2 wskazują, że dla materiałochłonności badanych systemów decydujące znaczenie ma właśnie zużycie materiałów w produkcji prefabrykatów. W tej fazie produkcji zużycie cementu jest średnio o 20%, kruszywa o 24% a stali o 8% wyższe w systemie "Szczecin" niż w systemie "Dąbrowa". O dużej materiałochłonności



chłonności systemu "Szczecińskiego" decydują zastosowane w nim rozwiązania materiałowo-konstrukcyjne w postaci grubych, keramzytobetonowych ścian zewnętrznych, przestrzennych elementów kabin sanitarnych oraz małej głębokości traktu mieszkaniowego. Zużycie stali jest tu tylko nieznacznie wyższe niż w systemie "Dąbrowa", potwierdza to opinię, iż o zużyciu stali decydują nie rozwiązania konstrukcyjne właściwe dla danego systemu lecz względy wynikające z pracy elementu podczas transportu i montażu<sup>4</sup>.

Również zużycie materiałów na placu budowy jest wyraźnie wyższe w systemie "Szczecińskim" i dotyczy wszystkich rozpatrywanych materiałów. Wiąże się to przede wszystkim z koniecznością wykonywania solidnych fundamentów pod cięższe budynki. Jeśli bowiem chodzi o zużycie tych materiałów w pozostałych robotach ogólnobudowlanych i w robotach wykończeniowych, to musi być ono większe w systemie "Dąbrowa", charakteryzującym się większym zakresem robót "mokrych" na placu budowy (spoinowanie, tynkowanie, osadzanie stolarki, wyrównywanie powierzchni itp.).

Ostateczna ocena wyraźnie wskazuje, że system "Dąbrowa" jest pod względem zużycia materiałów znacznie efektywniejszy od systemu "Szczecińskiego", który został zaprojektowany wyjątkowo rozrzutnie. Ilustruje to najlepiej syntetyczny wskaźnik łącznego zużycia podstawowych materiałów, który w przeliczeniu na 1 m<sup>2</sup> p.u. wynosi w systemie "Dąbrowa" 1897 kg, zaś w systemie "Szczecińskim" 2244 kg, a więc więcej o 18,5%.

#### 4.3. Energochłonność

Na energochłonność budownictwa składają się: zużycie energii elektrycznej i ciepłej, zużycie surowców opalowych (głównie węgla i koks) oraz materiałów pędnych przez maszyny technologiczne i urządzenia transportowe. Podstawowe znaczenie ma jednak zużycie energii elektrycznej i ciepłej, dlatego w analizach efektywności systemów konstrukcyjno-montażowych uwzględnia się z reguły tylko

<sup>4</sup> T. Godycki-Ćwirko, L. Andrzejewski, Problemy rozwoju budownictwa mieszkaniowego w latach osiemdziesiątych, Przegląd Budowlany 1981, nr 3, s. 149.

zużycie tych dwóch rodzajów energii. Podobnie będzie i w tym przypadku przy czym zużycie energii obliczane będzie osobno dla dwóch faz procesu produkcyjnego tj. produkcji prefabrykatów i robót budowlano-montażowych. Wskaźniki energochłonności obliczane są jako stosunek zużytej energii elektrycznej i ciepłej (odpowiednio w kWh i Mcal) do wielkości produkcji wyrażonej w  $m^2$  powierzchni użytkowej budynków. Zużycie energii elektrycznej na placu budowy jest wielkością szacunkową, gdyż z wielkości całkowitego zużycia trzeba było wyeliminować zużycie na cele administracyjno-socjalne. Na podstawie oceny dokonanej przez kompetentnych pracowników służb energetycznych obu badanych kombinatów przyjęto, że tylko 30% ogólnego zużycia energii elektrycznej na placu budowy wydatkuje się na cele produkcyjne. Wskaźniki zużycia energii elektrycznej i ciepłej w zakładzie prefabrykacji oraz na placu budowy w systemie "Dąbrowa" i systemie "Szczecin" zamieszczono w tab. 3.

Analiza danych zawartych w tab. 3 skłania przede wszystkim do zwrócenia uwagi na bardzo wysokie, bo średnio aż pięciokrotnie wyższe niż w systemie "Dąbrowa", zużycie energii elektrycznej w zakładzie prefabrykacji systemu "Szczecińskiego". Należy jednak pamiętać, że zużycie energii elektrycznej w zakładzie prefabrykacji jest w znacznym stopniu odzwierciedleniem stopnia mechanizacji produkcji. Fabryka domów systemu "szczecińskiego" jest zakładem stacjonarnym o wysokim stopniu mechanizacji i automatyzacji produkcji, która prowadzona jest przy użyciu dużej ilości ciężkich, zmechanizowanych urządzeń oraz linii potokowych przemieszczających materiały i wyroby. Jest to obraz diametralnie różny w zestawieniu ze skromną wytwórnią poligonową systemu "Dąbrowa", w której produkcja odbywa się wyłącznie metodą stanowiskową. Z drugiej jednak strony wysoki stopień mechanizacji produkcji prefabrykatów w systemie "Szczecińskim" powinien wpłynąć na znaczne zwiększenie wydajności pracy, co w konsekwencji powinno prowadzić do obniżenia wskaźnika zużycia energii elektrycznej na jednostkę produkcji.

Drugim czynnikiem wpływającym na wyższe zużycie energii elektrycznej w produkcji prefabrykatów systemu "Szczecińskiego" jest proces technologiczny, charakteryzujący się znacznym zakresem robót wykończeniowych, dzięki czemu opuszczające wytwórnię elementy cechują się wysokim stopniem gotowości użytkowej. W związku z

Tabela 3

## Jednostkowe zużycie energii

Wyszczególnienie	Energia elektryczna (w kWh/1 m <sup>2</sup> p.u.)			Energia cieplna (w Mcal/1 m <sup>2</sup> p.u.)		
	zakład pre- fabrykacji	plac budowy	razem	zakład pre- fabrykacji	plac budowy	razem
<b>System "Dąbrowa"</b>						
1976	4,5	9,4	13,9	60,0	5,1	65,1
1977	5,3	9,4	14,7	68,5	4,2	72,7
1978	3,7	9,8	12,7	55,4	10,4	65,8
1979	4,4	10,1	14,5	64,2	27,4	91,6
1980	5,0	.	.	65,3	.	.
Średnio	4,6	9,4	14,0	62,7	11,8	74,5
<b>System "Szczeciński"</b>						
1976	22,2	9,3	31,5	130,2	-	130,2
1977	23,7	10,4	34,1	122,5	-	122,5
1978	23,5	10,2	33,7	125,6	-	125,6
1979	24,8	8,9	33,7	126,6	-	126,6
1980	33,6	10,7	44,3	175,4	-	175,4
Średnio	25,5	9,9	35,5	136,0	-	136,0

Źródło: Opracowano na podstawie danych uzyskanych w ŁKB "Południe" i w ŁKB "Zachód".

tym proces technologiczny jest tu nie tylko bardziej skomplikowany niż w systemie "Dąbrowa", ale jest także dłuższy, bowiem obejmuje również obróbkę na liniach wykończeniowych, które podobnie jak cały zakład są wysoce zmechanizowane, a to dodatkowo zwiększa energochłonność produkcji. Nie budzi wątpliwości stwierdzenie, że wzrost stopnia mechanizacji produkcji powinien powodować obniżenie jej pracochłonności. Przeprowadzona wcześniej analiza wykazała, że nieco mniej pracochłonny jest jednak system "Dąbrowa". Można już teraz jednoznacznie stwierdzić, że wysokie nakłady poniesione na zmechanizowanie procesu produkcyjnego w systemie "Szczecińskim" nie przyniosły efektów wyrażających się istotnym obniżeniem wskaźnika pracochłonności.

Również roboty budowlano-montażowe w systemie "Szczecińskim" charakteryzują się większym zużyciem energii elektrycznej w przeliczeniu na  $1\text{ m}^2$  powierzchni użytkowej niż w systemie "Dąbrowa", ale w tym przypadku różnica nie jest znaczna - średnio około 5%. Wynika ona przede wszystkim z faktu, że montaż budynków w systemie "Szczecin" wymaga operowania większymi i cięższymi elementami, co pociąga za sobą konieczność posługiwania się sprzętem montażowym o większej mocy.

Jeśli chodzi o zużycie energii cieplnej, to zwraca uwagę przede wszystkim dwukrotnie większe zużycie pary technologicznej w fabryce domów systemu "Szczecińskiego", mimo iż stosuje się tam automatyczną regulację dopływu pary, co w porównaniu z regulacją ręczną w poligonowej wytwórni systemu "Dąbrowa" daje lepsze możliwości ekonomicznego sterowania procesem obróbki cieplnej wyrobów. Decydujący wpływ ma tu jednak czas trwania obróbki cieplnej, który w systemie "Szczecińskim" jest kilkakrotnie dłuższy niż w systemie "Dąbrowa". Odmienne kształtuje się zużycie energii cieplnej na placu budowy. Większy zakres robót mokrych w systemie "Dąbrowa" powoduje większy wydatek energii na osuszanie budynków. W systemie "Szczecińskim" zużycie energii cieplnej na budowie jest tak niewielkie, że nie uwzględnia się go w wykazach.

Rozpatrując łączne zużycie energii elektrycznej i cieplnej w obu fazach produkcji należy stwierdzić, że system "Szczeciński" jest zdecydowanie bardziej energochłonny niż system "Dąbrowa". Cechuje go średnio 2,5-krotnie większe zużycie energii elektrycznej oraz blisko 2-krotnie większe zużycie energii cieplnej.

Wynika to wyłącznie z dużego zużycia energii w produkcji prefabrykatów. Ponieważ mimo wysokiego stopnia mechanizacji tej produkcji nie uzyskano efektów w postaci obniżenia pracochłonności systemu, można stwierdzić, że forsowany w minionych latach kierunek uprzemysłowienia budownictwa, w oparciu o tak rozwiniętą bazę prefabrykacji, nie może być w świetle uzyskanych rezultatów uznany za słuszny.

#### 4.4. Kapitałochłonność

Kapitałochłonność produkcji określana jest najczęściej jako stosunek zaangażowanego majątku produkcyjnego do wytworzonej w ciągu roku produkcji<sup>5</sup>. Jedynym wspólnym miernikiem dla wszystkich, różnorodnych składników majątku trwałego jest ich wartość. Przy badaniu efektywności systemów konstrukcyjno-montażowych realizowanych w oparciu o bazę prefabrykacyjną powstała w różnych okresach czasu, celowe jest posługiwanie się wartością odtworzeniową, umożliwiającą aktualizację wartości środków trwałych.

Przy porównywaniu kapitałochłonności systemu "Dąbrowa" i systemu "Szczecińskiego" z ogólnej wartości majątku trwałego wyeliminowano wartość środków trwałych administracji, ponieważ nie mają one bezpośredniego wpływu na wielkość produkcji. Z przyczyn organizacyjnych nie uwzględniono także środków trwałych baz transportowych oraz wartości sprzętu montażowego, ponieważ tylko niewielka część ładunków przewożona jest własnym transportem badanych kombinatów (korzystają one zwykle z usług przedsiębiorstw przewozowych, w tym głównie PTB "Transbud-Łódź"), natomiast produkcja podstawowa obsługiwana jest przez urządzenia montażowe Łódzkiego Przedsiębiorstwa Gospodarki Maszynami Budownictwa. Koszty obcych usług sprzętowych i transportowych znajdują swe odzwierciedlenie przy badaniu jednostkowych kosztów realizacji.

Prezentowana analiza kapitałochłonności uwzględniła zatem środki trwałe w bazach prefabrykacji łącznie z bazą sprzętu, stolarnią i ślusarnią. Obliczone przy powyższych założeniach współ-

<sup>5</sup> A. M y s i ń s k i, Kapitałochłonność produkcji w budownictwie polskim, ZNAE w Krakowie, Kraków 1980, s. 83.

czynniki kapitałochłonności w przeliczeniu na  $1 \text{ m}^2$  powierzchni użytkowej wyrażone w cenach porównywalnych zostały przedstawione w tab. 4.

T a b e l a 4

Wskaźniki kapitałochłonności  
produkcji prefabrykatów  
(w zł/ $1 \text{ m}^2$  p.u.)

Rok	System "Dąbrowa"	System "Szczeciński"
1976	590	1 292
1977	641	1 356
1978	616	1 370
1979	703	1 606
1980	684	2 378

Ź r ó d ł o: Opracowano na podstawie danych uzyskanych w ŁKB "Południe" i w ŁKB "Zachód".

Należy tutaj dodać, że struktura majątku trwałego w zakładach prefabrykacji obu badanych kombinatów jest zbliżona. W Fabryce Domów ŁKB "Zachód" w okresie od 1976-1980 nie nastąpiły większe zmiany struktury, udział budynków i budowli w wartości środków trwałych wynosił średnio 52,7%, zaś maszyn i urządzeń przeciętnie 47,0%. W zakładzie prefabrykacji ŁKB "Południe" udział budynków i budowli wynosił 48,5%, a maszyn i urządzeń 51,1%. W tej wytwórni struktura majątku trwałego ulegała pewnym zmianom (w efekcie przeprowadzanej modernizacji), udział budynków i budowli wzrósł z 47,3% w 1976 r. do 50,0% w 1980 r., natomiast udział maszyn i urządzeń zmniejszył się odpowiednio z 52,6% do 48,6%. Ogólnie nieco korzystniejszą strukturą majątku trwałego charakteryzuje się wytwórnia systemu "Dąbrowa". Udział pozostałych składników majątku trwałego w obu zakładach jest niewielki i wynosi średnio 0,3%<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Obliczono na podstawie danych ŁKB "Południe" i ŁKB "Zachód".

Baza prefabrykacyjna systemu "Szczecińskiego" jest zdecydowanie bardziej kapitałochłonna niż poligonowa wytwórnia systemu "Dąbrowa". Wskaźniki dotyczące majątku trwałego zaangażowanego w wykonanie 1 m<sup>2</sup> powierzchni użytkowej w skali rocznej są w systemie "Szczecińskim" w latach 1976-1979 ponad dwukrotnie większe, zaś w roku 1980 blisko 3,5-krotnie większe niż w systemie "Dąbrowa". Należy tu jeszcze wziąć pod uwagę fakt, że wytwórnia systemu "Szczecińskiego" pracowała w latach 1976-1978 na trzy zmiany, a od 1979 r. na dwie zmiany, podczas gdy wytwórnia systemu "Dąbrowa" pracowała cały czas na jedną zmianę. Oznacza to, że majątek trwały w systemie "Szczecińskim" był wykorzystywany w wyższym stopniu, zwłaszcza przed rokiem 1979. Przejście z pracy trójzmiannowej na dwuzmianną spowodowało wyraźny wzrost wskaźnika kapitałochłonności (w roku 1980 wzrost ten został spotęgowany zmniejszeniem skali produkcji). Pewien wzrost wskaźnika kapitałochłonności po roku 1978 wystąpił również w wytwórni systemu "Dąbrowa", został on spowodowany niekorzystną zmianą struktury majątku trwałego - modernizacja zakładu w tym okresie obejmowała bowiem głównie budowlane składniki majątku trwałego.

#### 4.5. Koszty realizacji

Analizę kosztów realizacji dla poszczególnych systemów budownictwa mieszkaniowego można prowadzić dwoma metodami. Pierwsza metoda polega na wykorzystaniu informacji zawartych w katalogach norm i cen stosowanych w okresie objętym badaniem przy kosztorysowaniu robót budowlanych (katalogi te zostały obecnie wycofane, a ich miejsce zajęły Katalogi norm rzeczowych - KNR). Druga metoda polega na wykorzystaniu danych o rzeczywistych kosztach realizacji rejestrowanych przez księgowość przedsiębiorstwa wykonawczego. Tą właśnie metodą posłużono się w niniejszej analizie, dzięki czemu operuje się kosztami rzeczywistymi a nie normatywnymi. Oczywiście również i ta metoda nie jest doskonała, ponieważ na relacje kosztów mają wpływ czynniki niezależne od systemu konstrukcyjno-montażowego, takie jak: pora roku, warunki lokalizacji, gospodarność przedsiębiorstw wykonawczych itd. Wpływ tych czynników może być w istotny sposób ograniczony, jeśli badaniami objęta zostanie odpowiednio duża liczba budynków, a analiza dotyczyć będzie przeciętnych kosztów realizacji.

W dążeniu do uniknięcia zniekształcenia wyników analizy przez te składniki kosztów, które w zasadzie nie zależą od charakterystyki systemu, z rachunku wyeliminowano koszty pośrednie (koszty ogólne budowy i koszty zarządu). Badaniem są więc objęte tylko koszty bezpośrednie w trzech podstawowych fazach procesu produkcyjnego. Koszty transportu prefabrykatów, które w ewidencji księgowej przedsiębiorstw są składnikiem kosztów bezpośrednich produkcji budowlano-montażowej, zostały tu wyodrębnione w osobną pozycję, ponieważ dotyczą odrębnej fazy procesu produkcyjnego. Dla uzyskania pełnej porównywalności tych kosztów przyjęto ujednoczoną przeciętną odległość przewozu prefabrykatów wynoszącą 10 km.

Koszty poniesione w poszczególnych fazach procesu produkcyjnego nie mogą być sumowane, gdyż wystąpiłoby podwójne liczenie niektórych składników. Pełne koszty realizacji w poszczególnych systemach zawierają dane dotyczące produkcji budowlano-montażowej.

Przeciętne koszty realizacji odniesione do  $1\text{ m}^2$  powierzchni użytkowej w podziale na trzy fazy procesu produkcyjnego i na poszczególne pozycje kalkulacyjne dla obu systemów przedstawiono w tab. 5.

Z danych zawartych w tab. 5 wynika, że zdecydowanie droższy jest system "Szczeciński", dla którego koszty jednostkowe są w poszczególnych latach o 20-50% wyższe niż dla systemu "Dąbrowa". Decydujący wpływ mają tu koszty prefabrykacji, które w systemie "Szczecińskim" są wyższe aż o 70-99%. Ponieważ koszty transportu prefabrykatów są średnio biorąc zbliżone w obu systemach, koszt robót na placu budowy musi być wyższy w systemie "Dąbrowa". Z kolei o wysokim koszcie prefabrykacji w systemie "Szczecińskim" decyduje przede wszystkim wysoki koszt zużytych materiałów (wraz z kosztami ich zakupu). Zasadnicze znaczenie ma tu fakt, że udział tej grupy kosztów w łącznych kosztach bezpośrednich produkcji prefabrykatów wynosi aż 80-85%. Również koszty robocizny oraz pozostałe koszty bezpośrednie są w fazie produkcji prefabrykatów wyższe w wysokoprzemysłowym systemie "Szczecińskim".

Koszty transportu prefabrykatów kształtują się na podobnym poziomie w obu systemach, a nawet są nieco niższe w systemie "Szczecińskim", mimo iż masa zużywanych prefabrykatów na jednostkę produkcji jest tu większa. Nie jest to dziwne, bowiem należność za usługi transportowe obliczana jest nie na podstawie ilości



Tabela 5

Jednostkowe koszty bezpośrednie w układzie kalkulacyjnym (w zł/1 m<sup>2</sup> p.u.)

Wyszczególnienie	System "Dąbrowa"					System "Szczeciński"				
	1976	1977	1978	1979	1980	1976	1977	1978	1979	1980
Zakład prefabrykacji										
Materiały bezpośrednie i koszty zakupu	757	887	798	876	816	1 052	1 026	1 318	1 394	1 568
Robocizna bezpośrednia	94	98	120	150	142	223	220	173	207	287
Inne koszty bezpośrednie	13	7	5	5	7	99	100	87	79	64
Razem koszty bezpośrednie prefabrykacji	804	992	923	1 031	956	1 374	1 588	1 578	1 680	1 919
Transport (koszty transportu prefabrykatów)	30	36	35	36	52	31	33	34	39	47
Produkcja Budowlano-Montażowa										
Materiały bezpośrednie i koszty zakupu	1 931	2 654	2 488	2 308	2 434	2 709	3 666	3 694	4 212	4 265
Robocizna	472	498	489	451	569	346	368	357	399	508
Sprzęt	340	387	339	343	412	267	362	316	303	404
Transport	30	36	35	36	52	31	33	34	39	47
Inne koszty bezpośrednie	72	66	71	68	72	31	32	49	26	66
Razem koszty bezpośrednie	2 845	3 641	3 422	3 206	3 539	3 384	4 461	4 450	4 979	5 294

Efektywność ekonomiczna systemów konstrukcyjno-montażowych

43

Źródło: Opracowano na podstawie danych uzyskanych w ŁKB "Południe" i w ŁKB "Zachód"

faktycznie przewiezionego ładunku, ale w oparciu o tonaż użytego taboru i czas jego zaangażowania. Niższy koszt transportu prefabrykatów może więc wynikać z lepszego wykorzystania czasu pracy oraz zdolności przewozowej środków transportu.

W ramach kosztów produkcji budowlano-montażowej największy udział mają koszty zużytych materiałów (łącznie z kosztami zakupu). W systemie "Dąbrowa" wynosi on ok. 70% zaś w systemie "Szczecińskim" waha się w granicach 80-85%. Decydujące znaczenie mają tu oczywiście koszty zużytych prefabrykatów, które są zdecydowanie wyższe w systemie "Szczecińskim". Koszty robocizny kształtują się odwrotnie niż w zakładzie prefabrykacji i są wyższe w systemie "Dąbrowa". Natomiast łączne koszty robocizny ponoszone w zakładzie prefabrykacji i na placu budowy są w latach 1976-1979 bardzo zbliżone dla obu badanych systemów, jedynie w roku 1980 są one w systemie "Szczecińskim" o ok. 10% wyższe.

Koszty pracy sprzętu montażowego wykazują podobną anomalię, jaka miała miejsce w przypadku kosztów transportu prefabrykatów. Są one średnio o ok. 11% wyższe w systemie "Dąbrowa" mimo, że operuje on prefabrykatami mniejszymi i lżejszymi. Wynika to stąd, że koszt związany z wykorzystywaniem urządzeń dźwigowych uzależniony jest tylko od rodzaju sprzętu i czasu jego pracy, a czas trwania robót montażowych mógł być krótszy w systemie "Szczecin".

Ogólnie można stwierdzić, że relacje poszczególnych grup kosztów na ogół dobrze odzwierciedlają przedstawione wcześniej proporcje między wskaźnikami poszczególnych rodzajów nakładów w ujęciu rzeczowym. O zdecydowanie wyższym koszcie jednostkowym w systemie "Szczecińskim" decydują przede wszystkim jego duża materiałochłonność oraz wysokie koszty prefabrykacji. W niewielkim tylko stopniu są one zrekompensowane obniżką pozostałych rodzajów kosztów na placu budowy (robocizny, pracy sprzętu i pozostałych).

##### 5. Podsumowanie wyników analizy i uwagi końcowe

W celu dokonania syntetycznej oceny obydwu badanych systemów konstrukcyjno-montażowych w tab. 6 zestawiono wskaźniki reprezentujące poszczególne kryteria uwzględnione w trakcie analizy. Są to wskaźniki przeciętne dla całego okresu objętego badaniem. W ze-

stawieniu tym uwzględniono dwie fazy produkcyjne, tj. produkcję prefabrykatów i roboty budowlano-montażowe. Koszty produkcji budowlanej obejmują zarówno koszty transportu, jak i koszty zużytych prefabrykatów, a więc obejmują całkowity koszt produkcji. Materiałochłonność badanych systemów zilustrowano wskaźnikiem łącznego zużycia trzech podstawowych materiałów, tj. cementu, kruszywa i stali. Poszczególnym kryteriom nie nadawano wag w celu obliczenia jednego, syntetycznego wskaźnika, okazało się to bowiem zbędne.

Dane zawarte w tab. 6 pozwalają dojść do wniosku, że system "Szczeciński" można uznać za konkurencyjny w stosunku do systemu "Dąbrowa" tylko pod względem proporcji podziału nakładów pracy żywej między zakład prefabrykacji a plac budowy. Wszystkie pozostałe wskaźniki przemawiają zdecydowanie na korzyść systemu "Dąbrowa". Na niską efektywność ekonomiczną systemu "Szczecińskiego" wpływają głównie znaczna rozrzutność materiałowa oraz założony pełny zakres prefabrykacji wymagający wybudowania niezwykle kapitałochłonnej fabryki domów. Jeśli weźmie się pod uwagę, że ogromne nakłady inwestycyjne, zmierzające do osiągnięcia wysokiego stopnia uprzemysłowienia i zmechanizowania produkcji, pozwoliły tylko na obniżenie nakładów robocizny na placu budowy, a nie przyczyniły się do obniżenia łącznej pracochłonności i zmniejszenia jednostkowego kosztu produktu finalnego - to można stwierdzić, że podstawowe cele uprzemysłowienia budownictwa nie zostały w systemie "Szczecińskim" osiągnięte. System ten pozwala jedynie na przeniesienie części robót z placu budowy do zaplecza produkcyjnego, co jednak okupione jest dużymi nakładami finansowymi oraz kilkukrotnym zwiększeniem zużycia energii.

Są więc pełne podstawy, aby stwierdzić, że przeprowadzona analiza efektywności wykazała jednoznacznie, że systemem efektywniejszym jest system "Dąbrowa", charakteryzujący się niższym stopniem uprzemysłowienia i wykorzystujący elementy prefabrykowane pochodzące z wytwórni poligonowej.

W uzupełnieniu przedstawionych wyników należy dodać, że podjęcie na początku lat siedemdziesiątych decyzji o intensyfikacji uprzemysłowienia budownictwa mieszkaniowego w oparciu o fabryki domów podyktowane było ówczesną sytuacją społeczno-gospodarczą wskazującą na konieczność szybkiego rozwiązania nabrzmiałego problemu zaspokojenia potrzeb mieszkaniowych. W wyborze dróg prowa-

Zestawienie porównawcze wskaźników techniczno-ekonomicznych systemów "Dąbrowa" i "Szczecińskiego"

Rodzaj nakładów	Jednostka miary	System "Dąbrowa"			System "Szczeciński"		
		zakład prefabrykacji	plac budowy	razem	zakład prefabrykacji	plac budowy	razem
Nakłady pracy żywej	r-h <sup>2</sup> p.u.	3,1	13,7	16,8	7,6	9,7	17,3
Materiałochłonność	kg/m <sup>2</sup> p.u.	1 345	548	1 893	1 655	589	2 244
Zużycie energii elektrycznej	kWh/m <sup>2</sup> p.u.	4,6	9,4	14,0	25,6	9,9	35,5
Zużycie energii cieplnej	Mcal/m <sup>2</sup> p.u.	62,7	11,8	74,5	136,0	-	136,0
Kapitałochłonność	zł/m <sup>2</sup> p.u.	647	.	.	1 600	.	.
Koszt produkcji	zł/m <sup>2</sup> p.u.	943	3 331	x	1 628	4 514	x

Źródło: Opracowano na podstawie danych uzyskanych w ŁKB "Południe" i w ŁKB "Zachód".

dzących do tego celu popełniono jednak szereg błędów, które doprowadziły do ukształtowania się niekorzystnej monokultury wielkopłytywowej. W rezultacie wyeliminowano lub znacznie ograniczono udział innych technologii budownictwa, a właściwego efektu w postaci zaspokojenia choćby najpilniejszych potrzeb społecznych nie osiągnięto. Trzeba przyznać że stosowanie systemów wielkopłytowych, bazujących na fabrykach domów, pozwoliło na znaczne skrócenie cykli realizacji robót na placu budowy. Efekt ten został jednak okupiony ogromnym wysiłkiem inwestycyjnym powodując jednocześnie nieproporcjonalnie duży wzrost zużycia czynników produkcji budowlanej. Na przykład w zakresie materiałochłonności obserwuje się m. in. nadmierne zużycie cementu, co wynika z niskiej jego jakości i dużej zawartości piasku w kruszywie; powoduje to konieczność dozowania większych jego ilości w celu uzyskania odpowiedniej wytrzymałości. Duża materiałochłonność systemów wielkopłytowych bierze się także z tego, że technologia ta niejako z założenia charakteryzuje się marnotrawstwem betonu i stali, ponieważ w konstrukcji budynków mieszkalnych ich wytrzymałość wykorzystana jest średnio w 20-30%<sup>7</sup>.

W rezultacie budownictwo mieszkaniowe stanęło w obliczu szeregu barier limitujących rozmiary możliwych do uzyskania efektów użytkowych. Chodzi tu głównie o barierę materiałową, transportową i energetyczną. Wymieniana w tym kontekście bariera zatrudnienia ma charakter pozorny, gdyż wynika przede wszystkim z ogólnie niskiej wydajności pracy, jaką obserwuje się obecnie w budownictwie mieszkaniowym, chociażby w porównaniu z drugą połową lat siedemdziesiątych.

Powstaje więc konieczność baczniejszego zwrócenia uwagi na inne technologie, których stosowanie zostało w ostatnich latach nadmiernie ograniczone. Chodzi tu zwłaszcza o rozwój nowoczesnych, uprzemysłowionych form technologii szkieletowej oraz o doskonalenie technologii monolitycznej. W ośrodkach o małych rozmiarach budownictwa mieszkaniowego celowe jest stosowanie nadal udoskonalonej technologii tradycyjnej (tzw. I stopień uprzemysłowienia), która daje największe możliwości szerokiego stosowania surowców i materiałów lokalnych. Jednakże z uwagi na istniejącą,

<sup>7</sup> G o d y c k i - C w i r k o, A n d r z e j e w s k i, op. cit.

szeroko rozbudowaną bazę prefabrykacji a także w związku z ogromnymi, wciąż niezaspokojonymi potrzebami mieszkaniowymi, pilną sprawą stało się również doskonalenie systemów wielkopłytowych. Przeprowadzona analiza upoważnia do poddania w wątpliwość celowości rozwijania systemów o najwyższym stopniu uprzemysłowienia, są one bowiem najbardziej materiałochłonne, kapitałochłonne oraz energochłonne a co za tym idzie cechują się wysokimi kosztami realizacji. Nie można uznać za uzasadnione szerokiego rozbudowywania kosztownej bazy prefabrykacyjnej jedynie po to, aby prowadzić w niej produkcję elementów konstrukcyjnych o prostych przekrojach i niewysokich parametrach jakościowych. Efektywna prefabrykacja może mieć miejsce wówczas, gdy zostają jednocześnie zapewnione: zmniejszenie ciężaru konstrukcji, pełne wykorzystanie właściwości użytych materiałów, wprowadzenie złożonych ale najracjonalniejszych kształtów elementów<sup>8</sup>.

Zdecydowanie wyższa efektywność regionalnego systemu "Dąbrowa" w porównaniu z mającym zasięg ogólnokrajowy systemem "Szczecińskim" wskazuje na celowość bliższego przyjrzenia się innym systemom regionalnym. Powstaje też pytanie, dlaczego uznano za wiodący system charakteryzujący się tak dużą rozrzutnością materiałową, kapitałochłonnością i wysokimi kosztami produkcji.

W zakresie walorów użytkowych mieszkań trzeba stwierdzić, że po wprowadzeniu najnowszej mutacji systemu "Dąbrowa 78" obydwie rozpatrywane rozwiązania prezentują się w przybliżeniu jednakowo. Można więc przypuszczać, że decydującym kryterium był w tym przypadku wysoki stopień uprzemysłowienia systemu, pozwalający na ograniczenie pracochłonności robót na placu budowy i tym samym skrócenia czasu ich trwania, dzięki przeniesieniu szeregu procesów technologicznych do stacjonarnego zakładu prefabrykacji. Niestety, nie przyniosło to wysokiej ekonomicznej efektywności tego systemu.

<sup>8</sup> A. A j d u k i e w i c z, Żelbetowe szkielety prefabrykowane o dużych rozpiętościach w budownictwie miejskim, Przegląd Budowlany 1981, nr 6, s. 324.