

ie g o l o n o h n o t e c h n o l o g i e

Funkcjonalno-przestrzenne układy budynków

Podczas obrad 5th Conference of Cement and Concrete Marketeers (Bruksela, listopad 2001) reprezentant rządu Holandii przedstawił propozycję budowy w ciągu 10 lat miliona mieszkań w technologii betonowego budownictwa monolitycznego, w stalowych, tunelowych urządzeniach formujących. Dla realizacji tych zamierzeń powstała firma Konosch, która w 2002 roku powołała swój oddział także w Polsce (Konosch Polska, Kraków). Autor artykułu, wraz z zespołami projektantów z Poznania, Wrocławia i Krakowa, pracował nad taką technologią w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych XX wieku w ramach programu PR-5 wdrażającego system SBM-75.

System miał liczne realizacje na terenie całej Polski, a obecnie nadal w Poznaniu w tej technologii realizowane są duże jednostki osiedlowe. System jest niezwykle efektywny pod warunkiem, iż spełnione są podstawowe zasady technologiczne, umożliwiające uruchomienie ciągłej taśmy produkcyjnej, uwzględniającej jednodobowy cykl wykonania ścian i stropów na rzucie budynku o powierzchni 150-200 m². Stąd pomysł wykorzystania stalowych, tunelowych urządzeń formujących, kształtujących jednocześnie przestrzenną strukturę budynku. O efektywności systemu decyduje w znacznym stopniu technologiczny rzut budynku i zagadnieniom tym poświęcony jest niniejszy artykuł.

Założenia technologii betonowego budownictwa monolitycznego realizowanego metodą tunelowych urządzeń przestrzennych i przykłady wykonanych obiektów

Dążenie do konkurencyjności systemów monolitycznych w stosunku do innych spowodowało sformułowanie pewnych zasad technologiczno-organizacyjnych, ograniczających projektowanie układów funkcjonalno-przestrzennych, niezbędnych jednakże ze względów efektywnościowych.

Generalna zasada systemów monolitycznych dotyczy stworzenia rodzaju „taśmy produkcyjnej” umożliwiającej ciągły postęp robót, polegającej na formowaniu powtarzalnych sekcji konstrukcji za pomocą stalowych, tunelowych (pełnych lub półówkowych) urządzeń formujących, rotowanych cyklicznie z działki na działkę zgodnie z przyjętymi założeniami technologicznymi.

Podstawowe założenia systemu obejmują:

- projektowanie poprzecznych układów ścian konstrukcyjnych w układzie jedno- lub 2, 5-traktowym (dwa trakty pomieszczeń i poprzeczny układ korytarzowy), z możliwością rozrzeźbienia elewacji, ale w układach prostokątnych elementów rzutu sekcji, pomieszczenia itp.; wymiary pomieszczeń narzu-

- ca albo przyjęta siatka projektowa (np. 0,6 x 0,6 m) albo wymiary kompletu deskowań
- możliwość wyprowadzania – w linii prostej na zewnątrz – urządzeń formujących ściany i stropy konstrukcji
- ograniczenie rozpiętości pomieszczeń (lub sekcji powtarzalnych rzutu) do dwóch lub trzech, w celu możliwości przestawienia deskowań z działki roboczej na kolejną działkę; w związku z tym pojawia się dążenie do zminimalizowania kompletu deskowań (celem szybkiej jego amortyzacji) i wymuszenie postępu robót poprzez przyspieszone dojrzewanie betonu i częstą rotację deskowań w poziomie i pionie – przy większych rzutach, lub tylko w pionie – przy mniejszych)
- przyjęcie innych rozwiązań (podsystemowych) obejmujących, obok kompletu urządzeń formujących, elementy budowlane (ściany zewnętrzne, schody, szyby wentylacyjne itp.), elementy instalacji zatapianych w ścianach i stropach, zestawy sprzętu do robót betonowych i wykończeniowych.

Pełną realizację założeń systemowych obrazuje rozwiązanie firmy Ontinord przedstawiające 4-dobową realizację rzutu budynku o powierzchni około 440 m² kompletem urządzeń na 1/4 rzutu. Dzienny zakres robót obejmował rozformowanie, czyszczenie i ustawianie urządzeń na sąsiedniej działce, zbrojenie ścian i stropów, betonowanie. Czynności, wykonywane przez 6-osobową brygadę, podejmowano codziennie w godzinach 7-15, czas między godziną 15 a 7 rano dnia

Fot. 1. Kolizyjne ustawienie urządzeń formujących



następnego poświęcony był dojrzewaniu betonu do uzyskania wytrzymałości rozformowania betonu (min. 12 MPa). Kolejność przemieszczania urządzeń na 4 działkach roboczych pokazuje rysunek 1.

Akceptując powyższe ustalenia, w których punkt ciężkości stanowi „konstrukcja utehnologiczniona”, opracowano w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych oraz ponownie w latach dziewięćdziesiątych XX wieku szereg systemów technologicznych (np. system SBM-75) oraz szereg systemów urządzeń formujących (Stolica I i II, SBM-75 Model I i II, Schwing, Outinord, Konosch i inne).

Przykładem realizacji z lat sześćdziesiątych (system Stolica I, Warszawa) jest osiedle Za Żelazną Bramą, dla 23 tysięcy mieszkańców, skomponowane z 19 identycznych budynków 16-kondygnacyjnych. Wykonawca dysponował kompletem deskowań tunelowych pozwalających zaformować 40% rzutu, dostosowanym do rozstawu ścian poprzecznych 6,0, 4,5 i 3,3 m. Głębokość wszystkich tuneli była jednakowa i wynosiła 1,3 m. Rzut podzielono na 9 działek roboczych o powierzchni po ok. 150 m². Formy przedstawiono najpierw w poziomie rzutu, a następnie w pionie. Po opanowaniu przez wykonawcę technologii robót (uruchomienie wspomnianej „taśmy”) realizowano w okresie letnim jedną kondygnację w ciągu 11 dni roboczych (przy pracy trzymianowej i średniej 8-osobowej brygadzie). Przeciętna pracochłonność realizacji 1m² powierzchni zabudowy 1,6 rg/m².

Wymienione rozwiązanie projektowe uważano za technologiczne, porównywalne na przykład z rozwiązaniem hotelu Forum w Warszawie (także korytarzowiec, z sekcjami mieszkalnymi o równej szerokości) czy podstawowymi realizacjami w systemie Outinord, opisanymi uprzednio.

Za w mniejszym stopniu technologiczne, choć spełniające wymagania systemowe, uważa się rozwiązanie obiektu z lat siedemdziesiątych, objęte budową prototypową we Wrocławiu, a powieloną w różnych kompozycjach na osiedlu Klin Dębiecki w Poznaniu.

Niższa ocena technologiczności wynika z zaprojektowania różnicowanej rozpiętości pomieszczeń (wymagany komplet deskowań na segment), a także z nieliniowego wyprowadzenia na zewnątrz deskowań korytarzowych (złamana została zasada prostoliniowości wysuwania deskowań). Pracochłonność realizacji stanu surowego oceniono – po opanowaniu przez brygady robocze technologii wykonywania robót – na 2rg/m² powierzchni rzutu zabudowy. Nadmienić należy, iż o opanowaniu technologii można mówić po 6-9-krotnym przestawieniu deskowań powtarzalnej sekcji (2-3 kondygnacje).

W okresie opanowywania technologii pracochłonność realizacji 1m² powierzchni zabudowy bywa 2-3-krotnie wyższa. W latach osiemdziesiątych koncepcja masowego, wielokrotnie powtarzalnego rozwiązania projektowego, dostosowanego do zasady produkcji taśmowej, zaczęła stopniowo zanikać. Ograniczając rozmiary budownictwa dążono jednocześnie do wprowadzenia rozwiązań o indywidualnym charakte-



rze, ze stopniowym ograniczeniem technologii uprzemysłowionych na rzecz technologii wręcz rzemieślniczych. W takim kontekście rozpatrywać należy także rozwiązanie architektoniczno-konstrukcyjne jednostki osiedlowej omawianej w dalszej części artykułu.

Ograniczenia możliwości systemu wynikające z nietechnologicznej dokumentacji budynku

Realizacja obiektu monolitycznego może napotykać na liczne trudności, o ile projektant nie respektuje podstawowych założeń systemu. Za przykład bardzo ciekawie w sensie architektonicznym zaprojektowanego budynku, ale nietechnologicznego, może posłużyć obiekt pokazany na rys. 2.

Budynek ten, o rzucie załamany w kształcie litery L składa się z dwóch oddylatowanych części. Część oznaczona literami A i B składa się z dwóch segmentów:

A – o powierzchni rzutu około 240 m², podpiwniczonego, o odmiennie od reszty rozwiązanych kondygnacjach parteru, trzech powtarzalnych i czwartej w rejonie poddasza

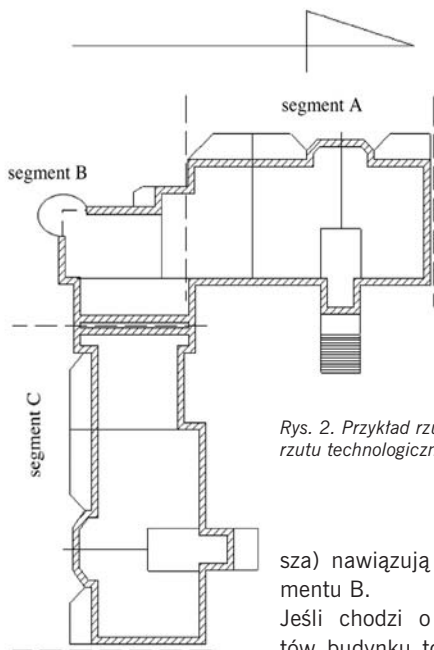
B – oddzielnego od segmentu A klatkę schodową, niepodpiwniczonego, o powierzchni rzutu około 110 m², przesuniętego – na wysokości, w stosunku do segmentu A – o pół kondygnacji, z pomieszczeniami przeznaczonymi na usługi w poziomie parteru (stąd wysokość 1,5 kondygnacji), trzema kondygnacjami powtarzalnymi i kondygnacją w rejonie poddasza.

Segment C o powierzchni zabudowy ok. 285 m², stanowi przedłużenie segmentu B. W kondygnacji parteru zlokalizowano pomieszczenia przeznaczone na usługi, pozostałe cztery kondygnacje (3 powtarzalne + czwarta w obrębie podda-

Rys. 1. Przemieszczenie kompletu urządzeń formujących zgodnie z zasadą taśmy produkcyjnej. Podział budynku na cztery działki robocze oznaczone cyframi od 1 do 4

Fot. 2. Realizacja półkolistego balkonu w odrębnym cyklu technologicznym



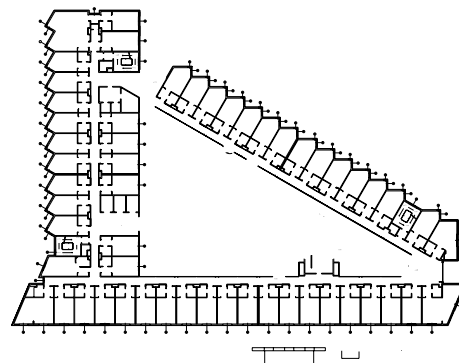


Rys. 2. Przykład rzutu budynku nie spełniającego wymagań rzutu technologicznego

szą) nawiązują poziomami do kondygnacji segmentu B.

Jeśli chodzi o powtarzalności rzutów segmentów budynku to można powiedzieć, iż segment B jest w 70% segmentem odrębnym w stosunku do pozostałych, natomiast segmenty A i C są w ok. 95% zbieżne, ale na zasadzie podobieństwa rozpatrywanego od ścian szczytowych w stronę segmentu B. Rozróżnienie elewacji jest duże: występują przesunięcia – w poziomie rzutu – poszczególnych pomieszczeń segmentów; od strony zachodniej występuje wykusz i trapezowe balkony, od strony południowej balkony półkoliste; element narożny segmentu B jest ścięty i zakończony półkolistym balkonem wspartym na dwóch słupach żelbetowych. W poziomie parteru segmentu C wysunięto poza obrys rzutu ściany poprzeczne w celu oparcia płyt balkonowych i stropowych.

Przyjęto wykonanie zasadniczych elementów konstrukcyjnych budynku (ściany, stropy) z betonu na placu budowy w urządzeniach Outinord. Dwie klatki schodowe oraz strop nad pomieszcze-



Rys. 3. Rzut budynku przeznaczony do wykonania w tunelowych urządzeniach formujących firmy Konosch. Przykład współczesnej konstrukcji utednologiczniejszej

niami parteru przeznaczonymi na pomieszczenia usługowe przyjęto do wykonania także z betonu, ale prefabrykowane.

Koncepcja wykonania stanu surowego przyjęta przez wykonawcę obejmowała dwa ciągi robót, przesunięte w czasie. Przyjęto, iż działki robocze pokrywają się z segmentami, a formy przedstawiane będą z segmentu A na segment C, a częściowo także z segmentu B na C. Wykonawca dysponował kompletem deskowań do jednoczesnego zafarmowania segmentu A i B i był to komplet wystarczający.

W praktyce wystąpiło znaczne spowolnienie robót i niemożliwym okazało się uruchomienie taśmy produkcyjnej. Niezgodność poziomów kondygnacji segmentu A z segmentami B i C wymusiła opóźnioną realizację ostatniego segmentu, a przyczynę opóźnienia pokazuje fot. 1. Technologiczna konieczność opóźnienia realizacji segmentu C wymusiła wykonanie w pierwszym rzędzie segmentów A i B i uniemożliwiła przestrzeganie form z segmentów A i B na C. Efekt był taki, iż formy były wolne, ale brak frontu robót hamował postęp robót. Zakłócenia procesu formowania wywołało także rozdzielné wykonanie ścian i stropów nad parterem segmentu C oraz formowanie, w dodatkowym cyklu technologicznym półkolistych balkonów w narożu segmentu B. Sytuacje te przedstawiają fotografie 2 i 3. Ostatecznie pracochońność wykonania rzutu stanu surowego oszacowano na 3,45 rg/m², podczas gdy za dopuszczalną przyjmowano 2 rg/m², a idealną 1 ÷ 1,5 rg/m².

Konkluzja

Podjęwając ponownie problematykę technologii betonowego budownictwa monolitycznego realizowanego za pomocą stalowych tunelowych urządzeń formujących należałoby dobierać rzuty utednologiczniejsze, umożliwiające rytmiczne formowanie ścian i stropów i funkcjonowanie taśmy produkcyjnej. Wymagania takie spełnia przedstawiony na rys. 3 budynek przewidziany do realizacji przez firmę Konosch Polska.

Fot. 3. Rozdzielcze wykonanie ścian i stropów w segmencie C



fot. Archiwum