ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1976

Seria: Budownictwo z. 42 Nr kol. 479

Krzysztof FLIGIER, Marek KOBIELA,
Janusz SZWABOWSKI

MODELE MECHANIZACJI KOMPLEKSOWEJ ROBÓT ETAPU WYJŚCIOWEGO W METODZIE PODNOSZENIA PRZEKRYĆ PP

Streszczenie. Referat ujmuje ogólne problemy mechanizacji kompleksowej tzw. wstępnego etapu realizacji robót budowlanych w metodzie podnoszenia przekryć (PP). W pierwszym rzędzie określono metodę z punktu widzenia mechanizacji robót, podkreślając te procesy, które muszą być wykonane przed zasadniczym procesem, jakim jest proces podnoszenia przekryć.
Następnie określono sposoby projektowania robót w myśl zasad mechanizacji kompleksowej, wskazując na istniejące sprzężenie zwrotne między mechanizacją wykonawstwa a projektowaniem architektoniczno-konstrukcyjnym.

Wprowadzenie

Prace naukowo-badawcze związane z metodą PP prowadzone są w Instytucie Technologii i Organizacji Budownictwa Politechniki Śląskiej od roku 1963. W roku 1972 rozpoczął się etap prac w skali półtechnicznej i prototypowej, zaś obecnie Instytut kieruje pracami wdrożeniowymi metody na obiektach reprezentujących różne rodzaje budownictwa, jak zespół obiektów handlowo-usługowych w Opolu (przestrzeń zabudowy 21600 m^3), przebudowa budynku kotłowni przemysłowej na magazyn wyrobów w Bielsku-Białej (przestrzeń zabudowy - 9300 m^3) oraz budynek biura projektów w Gliwicach.

W wyniku wieloletnich prac badawczych, a ostatnio projektowych, w ośrodku gliwickim uzyskano szereg rezultatów, które gwarantują, że w ewentualnym szerszym zastosowaniu metody ustrzeże się tych błędów i niedopracowań, którymi obciążona jest większość obecnie stosowanych systemów i technologii budowania.

Poniżej zawarto niektóre wyniki prac, głównie o charakterze technologiczno-organizacyjnym, które z jednej strony identyfikują omawianą metodę na tle współczesnego krajowego budownictwa, z drugiej strony stanowią wytyczne projektowania procesów zgodnie z zasadą mechanizacji kompleksowej w odniesieniu do robót etapu przedmontażowego, który nazwano etapem w y j ś c i o w y m, poprzedzającym etap podnoszenia przekryć i etap wykończeniowy.

Należy zwrócić uwagę na swoiste sprzężenie zwrotne pomiędzy mechanizacją kompleksową wykonawstwa robót, a rozwiązaniem architektoniczno-konstrukcyjnym, które naszym zdaniem jednoznacznie sugeruje postulat projek-

towania konstrukcyjnego z uwzględnieniem zaleceń wynikających z mechanizacji kompleksowej wykonawstwa, a nie dopasowywanie form mechanizacji robót do istniejącego już projektu.

1. Istota metody podnoszenia przekryć PP

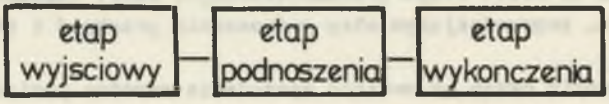
Metoda PP jest metodą realizacji ustrojów szkieletowych słupowo-płytowych dostosowanych do różnych funkcji, różnych rzutów w różnych warunkach terenowych. Płyty, ruszty bądź stropy kasetonowe o wielkości sekcji lub całego obiektu wykonuje się sposobem wielowarstwowym na poziomie terenu lub stropie piwnic, a następnie podnosi się je za pomocą mechanicznych zespołowych urządzeń podnośnych zamocowanych na pierwszym z podnoszonych przekryć. Urządzenia podnośne podwieszane są sukcesywnie na różnych poziomach stalowych lub żelbetowych słupów, stanowiących pionowe elementy konstrukcji nośnej. Podwieszanie to odbywa się za pośrednictwem ramek opartych na trzpieniach wprowadzanych w słup i pary gwintowanych cięgien przechodzących przez podnośniki śrubowe. Para podnośników śrubowych przytwierdzona jest do pierwszej płyty przy każdym ze słupów. Centralny napęd podnośników lub ich centralne sterowanie umożliwia płynną i równomierną pracę wszystkich podnośników, przejawiającą się równomiernym dźwiganiem podwieszonej struktury. Nie omawiając tu szczegółowiej zagadnień przebiegu podnoszenia i pracy urządzeń podnośnych, odsyłamy zainteresowanych do niektórych publikacji z tego zakresu [1],[2],[3],[4].

2. Technologiczna prezentacja metody - podział na etapy realizacyjne

Metoda PP powstała na gruncie określonego poziomu technicznego budownictwa i zawiera szereg procesów nowych i nietypowych oraz przeważającą liczbę procesów tradycyjnych i typowych.

Pracochłonność, czasochłonność, stopień mechanizacji procesów, w końcu zakres obecnego przygotowania przeciętnego przedsiębiorstwa do podjęcia prac w ramach metody PP zdecydowanie różni się w pewnych etapach wznoszenia obiektu.

Biorąc pod uwagę powyższe kryteria, niezależnie od charakteru wznoszonego obiektu, całokształt prac związanych z realizacją zawiera się zawsze w trzech wyraźnych etapach, których następstwo czasowe ilustruje rys. 1.



Rys. 1. Etapy realizacji obiektu metodą PP

Etap w y j ś c i o w y jest etapem najbardziej "tradycyjnym" z punktu widzenia asortymentu i przebiegu robót. Posiada on cechę szerokiego wariantowania wykonawstwa robót w zależności od wielkości obiektu, kształtu jego rzutu poziomego, liczby kondygnacji, warunków topograficznych i lokalizacyjnych obiektu oraz przewidywanych warunków atmosferycznych w okresie przebiegu prac.

Ponadto w ramach ustalonych warunków w odniesieniu do konkretnego obiektu można tworzyć rozwiązania alternatywne, uwzględniające możliwości wykonawcy, bądź w oparciu o analizy techniczno-ekonomiczne proponować rozwiązania optymalne.

Etap p o d n o s z e n i a jest jedynym specyficznym procesem charakterystycznym dla omawianej metody, cechującym się stałością zasobów i kolejnością czynności technologicznych. Omawiany etap jest zdeterminowany technicznym rozwiązaniem urządzeń podnośnych, natomiast nie mają tu wpływu warunki wymienione w etapie wyjściowym. Etap podnoszenia rozpoczyna się montażem urządzeń podnośnych na obiekcie, kończy się ich demontażem po podniesieniu ostatniego przekrycia na przewidziany poziom, czyli wykonaniem konstrukcji w stanie surowym.

Etap ostatni - w y k o ń c z e n i o w y jest znowu etapem tradycyjnym w zrozumieniu robót wykończeniowych, charakterystycznych dla budownictwa szkieletowego.

Należy wspomnieć, że metoda PP posiada cały szereg potencjalnych możliwości znacznego zredukowania robót wykończeniowych lub wykonywania ich w korzystniejszych warunkach (lokowanie instalacji w monolitycznych płytach, możliwość montażu ścian wewnętrznych i osłonowych na poziomie terenu, znaczna dokładność w wykonaniu stanu surowego, transport materiałów wykończeniowych na podnoszonych płytach itp.). W zależności od rozwiązania pracochłonność robót wykończeniowych w odniesieniu do tradycyjnego szkieletu może ulec zmniejszeniu od 10 do 50%.

Z całym naciskiem można stwierdzić, że metoda PP w żadnym przypadku nie zwiększa zakresu i pracochłonności robót wykończeniowych.

3. Charakterystyka robót etapu wyjściowego

Ujmując lapidarnie, przez etap wyjściowy rozumie się całokształt procesów realizacyjnych, warunkujących rozpoczęcie podnoszenia płyt przekryć (etap podnoszenia przekryć).

W zakres etapu wyjściowego wchodzą:

- roboty ziemne,
- roboty fundamentowe,
- roboty murowe stanu zerowego,
- roboty betonowe stanu zerowego,
- montaż prefabrykowanych słupów konstrukcji nośnej,

- roboty instalacyjne (doprowadzenia do pionów),
- izolacje,
- wykonanie podłoży pod posadzki,
- wykonanie płyt przekryć w stosie na poziomie wyjściowym.

Jak widać z powyższego zestawienia, wymienione roboty sprowadzają się do wykonania procesów najogólniej zwanych tradycyjnymi, które mogą być realizowane za pomocą typowych dla przedsiębiorstwa ogólnobudowlanego zasobów.

Jedyne zróżnicowanie to pewne wyższe standardy jakościowe w zakresie wykonania i montażu słupów, przygotowania podłoża pod prefabrykację płyt i wysoka jakość warstwowego wykonania płyt przekryć. Dalszej analizie poddane zostaną te właśnie procesy złożone. Ich schemat technologiczny dla obiektu niepodpiwniczonego przedstawiono na rys. 2.

W konstrukcjach słupowo-płytowych dostosowanych do metody PP mogą być zastosowane słupy stalowe lub żelbetowe. W odniesieniu do tych ostatnich zwiększa się wymagania dokładnościowe w fazie ich wykonania w zakresie jednokierunkowości błędów produkcyjnych wszystkich słupów danej sekcji obiektu, a łącznie ze słupami stalowymi w zakresie jednokierunkowości odchyłek montażowych w pionowym usytuowaniu słupa. Wielkość dopuszczalnej odchyłki pionowości ustawienia słupa narzuca konstrukcja kołnierzy płyt okalających słupy i waha się w granicach 5-10 mm.

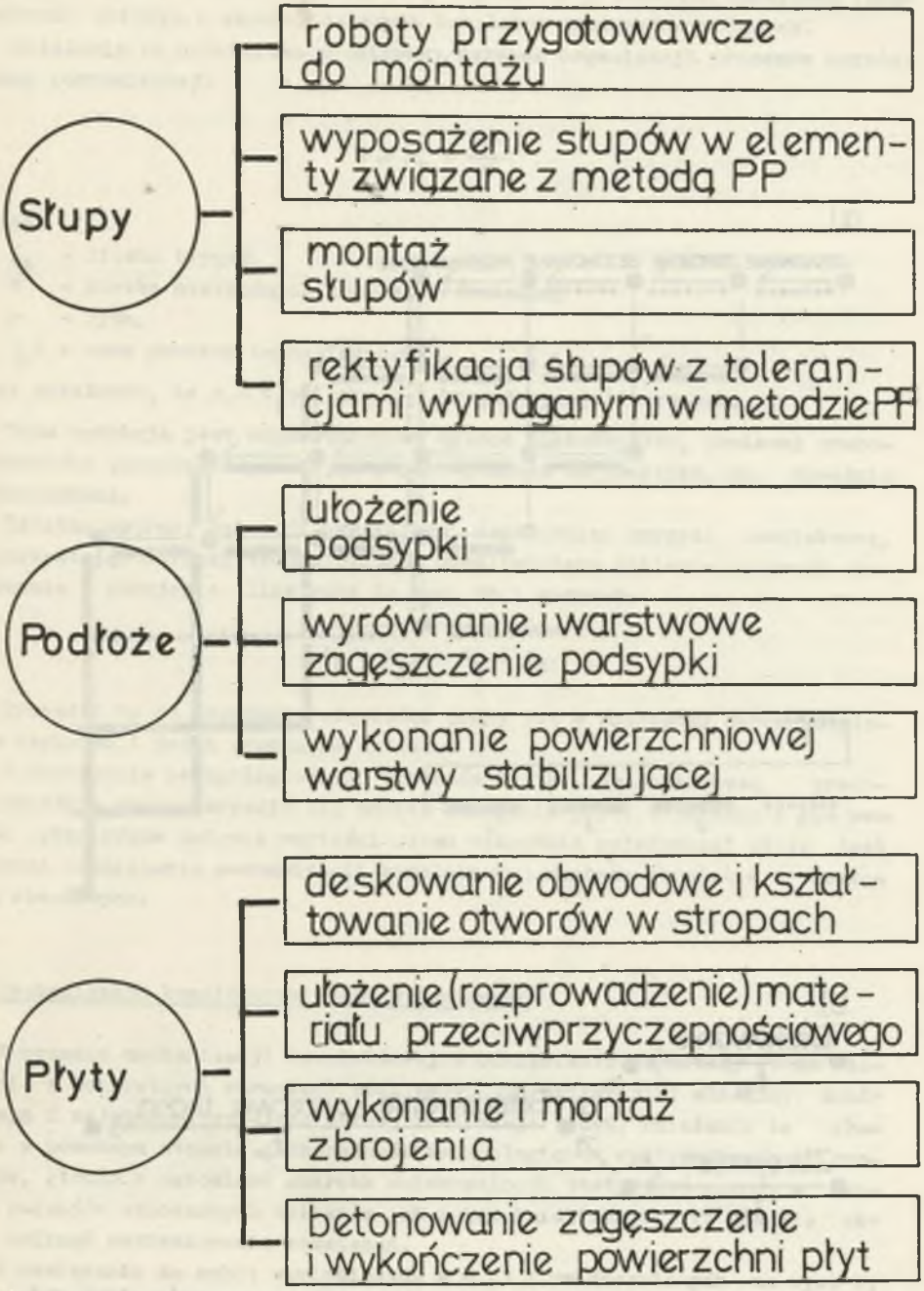
Podłoże pod płyty stropowe wykonywane metodą wielowarstwową może stanowić strop piwnic lub podsypka z żużla lub piasku w obiektach niepodpiwniczonych. Obowiązują tu wysokie wymagania w zakresie poziomości wykonania jak i gładkości górnej powierzchni, którą, w przypadku podłoża z materiałów sypkich, uzyskuje się drogą wykonania odpowiednio gładkiej warstwy stabilizującej. Wielkość dopuszczalnej odchyłki od płaszczyzny poziomej na długości płyty nie powinna przekraczać 5 mm.

Wysoką jakość w wielowarstwowej prefabrykacji płyt wykonywanych bezpośrednio pod miejscem ich wbudowania uzyskuje się poprzez:

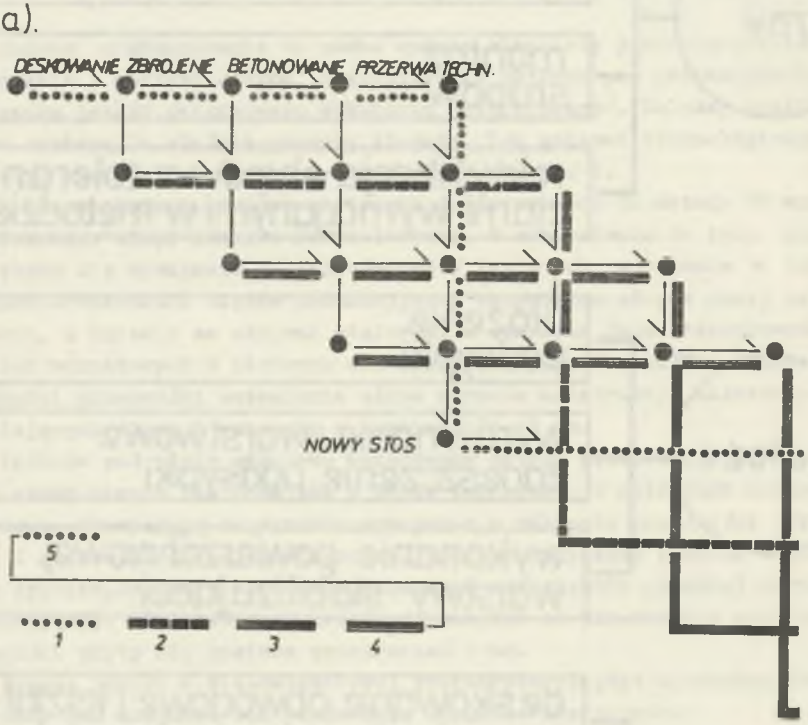
- wysoką jakość technologiczną konstrukcji deskowań obwodowych,
- stosowanie specjalnie dobranych pod względem charakterystyki powierzchniowej materiałów przeciwprzyczepnościowych,
- odpowiednią jakość masy betonowej,
- racjonalne sposoby transportu i układania masy betonowej oraz
- szczególnie poprawnie przeprowadzone zagęszczenie betonu płyt i wykończenie ich górnych powierzchni.

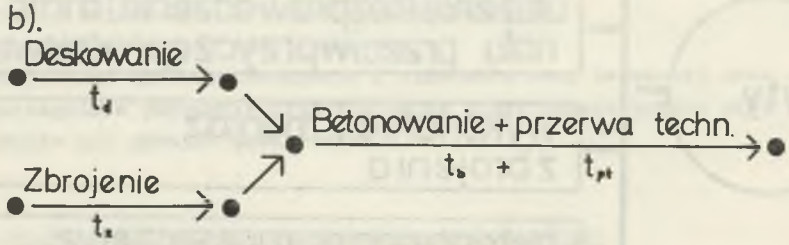
4. Aspekt organizacyjny rozwiązań technologicznych

Procesy realizacyjne etapu wyjściowego w ujęciu elementarnym ilustruje siatka technologiczna przedstawiona na rys. 3a. Jej analiza wykazuje, że



Rys. 2. Zestawienie procesów etapu wyjściowego





Rys. 3. Model technologiczno-organizacyjny przebiegu procesów etapu wyjściowego

a - siatka technologiczna, b - zalecane scalenie procesów

ciągłość pracy brygad uzyskuje się dopiero przy czterech działkach (segmentach) obiektu, z użyciem czterech kompletów deskowań obwodowych.

Ustalenie to potwierdza podstawowy warunek organizacji procesów metodą pracy równomiernej:

$$N \geqslant n_b + \frac{t_p t}{r}$$

gdzie:

n_b - liczba brygad,

N - liczba niezbędnych kompletów deskowań,

r - rytm,

$t_p t$ - czas przerwy technologicznej.

przy założeniu, że $r = t_p t$ i pracy 3 brygad specjalizowanych.

Taka sytuacja jest organizacyjnie wysoce niekorzystna, ponieważ pracochłonności poszczególnych brygad, jak wykazała to praktyka, są poważnie zróżnicowane.

Istotną poprawę sytuacji uzyskujemy organizując brygadę kompleksową, wykorzystując warunki technologiczne umożliwiające scalenie procesów deskowania i zbrojenia. Ilustruje to rys. 3b i warunek:

$$t_b + t_{pt} = t_z + t_d.$$

Prowadzi to do uzyskania ciągłości pracy już w przypadku dwóch kompletów deskowań i dwóch segmentów obiektu.

Z rozeznania technologicznego procesów wynika, że największą pracochłonnością charakteryzuje się montaż zbrojenia płyt. W związku z tym wartość rytmu równa połowie wartości czasu wykonania pojedynczej płyty jest funkcją rozwiązania mechanizacji kompleksowej montażu zbrojenia i deskowań obwodowych.

5. Mechanizacja kompleksowa etapu wyjściowego

Tworzenie mechanizacji kompleksowej w odniesieniu do metody PP ma zapewnić w konkretnych warunkach realizacyjnych najbardziej właściwy dobór maszyn i najekonomiczniejsze metody realizacji zadań. Działanie to ułatwia w poważnym stopniu jednorodność technologiczna występujących tu procesów, utrudnia natomiast szeroka uniwersalność zastosowań metody w sensie rodzajów wznoszonych obiektów jak i ich lokalizacji. Nie uda się zatem uniknąć wariantowania rozwiązań.

W nawiązaniu do robót wymienionych w p. 3 i uwidocznionych na rys. 2, ogólnie znane są zasady i zasoby mechanizacji kompleksowej procesów transportu i montażu słupów oraz wykonywania podłoży. Pozostaje ustalenie wykonawstwa płyt przekryć.

A. Deskowanie obwodowe

Wymagania w odniesieniu do jakości a zwłaszcza czasochłonności wykonania płyt doprowadziły do zaprojektowania specjalnych, charakteryzujących się odpowiednią jakością technologiczną, deskowań obwodowych, których koncepcję ilustruje rys. 4.

Tak zaprojektowane deskowanie zapewnia:
- wielokrotność i uniwersalność zastosowania,
- przeniesienie poziomych sił parcia wibrowanego betonu,
- przeniesienie pionowych sił od poruszającego się po deskowaniu liniału wibracyjnego,
- regulację poziomości z dokładnością $\pm$ 1 mm,
- likwidację przyczepności betonu,
- dużą szybkość montażu, demontażu jak i zmiany poziomu.

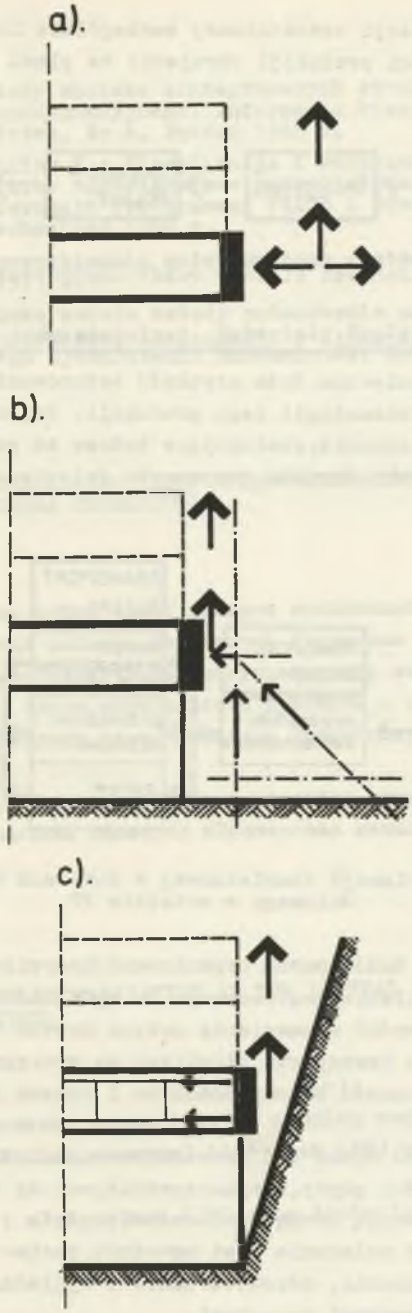
B. Warstwy rozdzielczo-przeciwprzyczepnościowe

Warstwowe formowanie płyt stropowych wymaga określonych zabezpieczeń przeciwprzyczepnościowych pomiędzy wykonywanymi płytami jak i między płytą a deskowaniem obwodowym. Uzyskanie pożądanego efektu antyadhezyjnego możliwe jest poprzez zastosowanie specjalnych warstw rozdzielczo-przeciwprzyczepnościowych. Warstwy te muszą spełniać cały szereg określonych wymogów technicznych i technologicznych, których tu nie wymienia się, nadmieniając tylko, że prowadzą one do stosowania w praktyce powłok natryskiwanych na płyty (emulsje, preparaty), układanych w formie przekładek (blacha, płyty spilśnione) i rozściełanych (folie z tworzyw sztucznych).

Z pozycji wykonawstwa zdecydowanie najkorzystniejsze są folie, których rozściełanie jest proste a przede wszystkim szybkie, zabezpieczają one ponadto deskowania obwodowe i znakomicie polepszają warunki dojrzewania betonu oraz przyspieszają przyrost jego wytrzymałości. Mechanizacja tego procesu byłaby nieuzasadniona.

C. Wykonanie i montaż zbrojenia

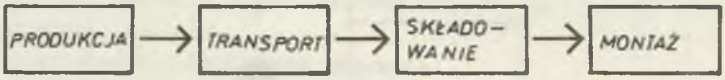
Produkcja i montaż zbrojenia płyt w metodzie PP nie odbiega w ogólnym zarysie od robót zbrojarskich w konstrukcjach monolitycznych z tą różnicą, że stworzone są warunki dla pełnej prefabrykacji tych robót ze względu na płytowy charakter elementów i powtarzalność wymiarowo-kształtową poszczególnych pól międzysłupowych. Umożliwia to projektowanie zbrojenia w formie zgrzewanych szkieletów siatkowych, montowanych z niewielkim nakładem czasu w deskowaniu obwodowym zgodnie z technologicznym schematem blokowym wg rys. 5.



Rys. 4. Koncepcja deskowań obwodowych

a - zasada deskowań obwodowych, b - wariant z możliwością mocowania przenoszenia sił na teren, c - wariant bez możliwości przenoszenia sił na teren

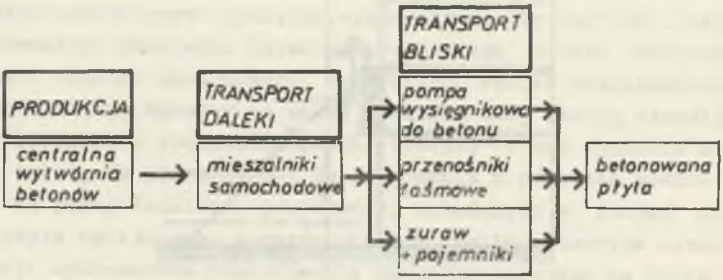
Rzecz jasna, w sytuacji uzasadnionej szczególnie lokalizacją obiektu nie wyklucza się możliwości produkcji zbrojenia na placu budowy.



Rys. 5. Schemat blokowy robót zbrojarskich

D. Betonowanie, zagęszczenie i wykończenie powierzchni płyt

Jakość betonu i konieczna duża szybkość betonowania płyt przykryć wymagają odpowiedniej technologii jego produkcji. Najbardziej wskazane jest tu duże centralne betonownie, obsługujące budowę za pośrednictwem mieszalników samochodowych jako środków transportu dalekiego (jak na rys. 6).



Rys. 6. Środki mechanizacji kompleksowej w robotach betonowych etapu wyjściowego w metodzie PP

Na odległych placach budów można organizować indywidualne węzły betoniarskie z transportem bliskim, dostosowanym do wydajności węzła.

W przypadku możliwości zapewnienia dużych dostaw betonu szczególnie korzystnym rozwiązaniem transportu bliskiego są wysięgnikowe pompy do betonu, eliminujące konieczność budowy pomostów i ręczne rozprowadzanie betonu.

Zagęszczanie betonu winno być prowadzone odpowiednimi wibratorami dostosowanymi do grubości płyty. Najkorzystniejsze są tu liniały wibracyjne, które dodatkowo wyrównują górną powierzchnię płyt.

Godny szczególnego polecenia jest szwedzki zestaw wykańczający TREMIX, umożliwiający zagęszczanie, odpowietrzanie i wygładzenie górnej powierzchni w pełni zmechanizowanymi sposobami.

LITERATURA

[1] Rowiński L.: Metody montażu zintegrowanych struktur budowlanych budownictwa wielokondygnacyjnego. Informacje bieżące Poznańskiego Zjednoczenia Budownictwa, Nr 6. Poznań 1968 r.

[2] Rowiński L., Fligier K.: Klasyfikacja i rozpoznanie ekonomiczne metod montażu struktur budowlanych w budownictwie wielokondygnacyjnym. Materiały V Konferencji Problemowej PZITB i Gdańskiego Zjednoczenia Budownictwa. Ciechocinek 1968 r.

[3] Rowiński L.: W poszukiwaniu uniwersalnego systemu budowania. Przegląd Budowlany Nr 4 1975 r.

[4] Rowiński L.: Śląska wersja metody podnoszenia przekryć i pięter - wyniki realizacji doświadczalnej. Materiały Konferencji Problemowej PZITB i Gdańskiego Zjednoczenia Budownictwa. Kołobrzeg 1973 r.

МОДЕЛИ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ РАБОТ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ЭТАПА В ПОЛЬСКОМ МЕТОДЕ ПОДЪЕМА ПЕРЕКРЫТИЙ

Р е з ю м е

Доклад представляет собой общий замысел комплексной механизации предварительного этапа метода подъема перекрытий (польская система П П). В начале доклада обсуждается основная часть вышеупомянутого метода (П П) с точки зрения технологии работ, затем определяются процессы с учетом механизации, которые должны быть выполнены перед основным процессом, т.е. процессом подъема перекрытий.

В докладе предлагается осуществление способов проектирования рабочих процессов, в которых основным является комплексная механизация выполнения работ.

MODELS OF THE COMPLEX MECHANIZATION IN THE INITIAL STAGE OF THE LIFT SLAB METHOD

S u m m a r y

In the paper a general conception of complex mechanization of the initial stage for the (Polish version) lift slab (PP) method has been presented.

First of all the lift slab method (PP) from technological point of view was described.

Then the author presented the problem of mechanization process which ought to be performed before basic lift process. Then some designing metods based on the complex mechanization were presented.
Feed - back beetwen complex mechanization of execution of work and architectural design of building structures in the initial stage of the mentioned method has been emphasized by authors.