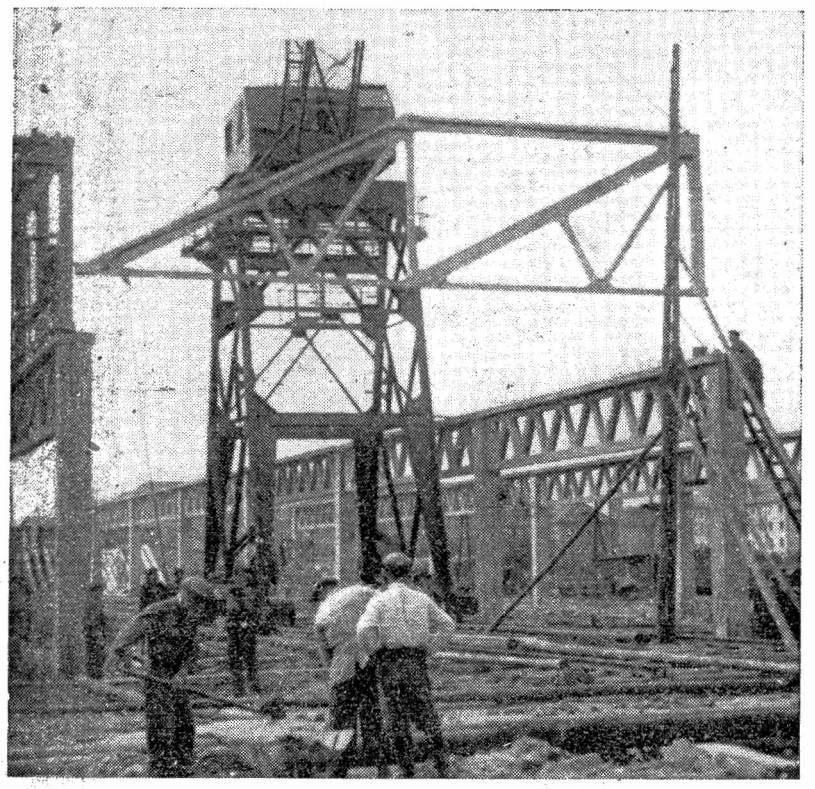
INWESTYCJE i BUDOWNICTWO

A 1657 II



plan 6 letni

Biblioteka Politechniki Wrocławskiej

NR 2/6 CZERWIEC 1951 r. ROK I

T R E Ś Ć

Str.

Od Redakcji 1

Prof. dr inż. W. PONIŻ
Prefabrykacja 1

Inż. SŁAWOMIR KLIMEK i inż. WŁADYSŁAW PAWLAK
Projektowanie konstrukcji prefabrykowanych 12

Prof. T. KLUZ
Betony sprężone jako elementy konstrukcyjne 19

Inż. W. IWANOWSKI
Zastosowanie kombajnów jako metody wykonawstwa żelbetowych konstrukcji monolitycznych 27

Inż. JANUSZ MODLIŃSKI, inż. JAN NIEWĘGŁOWSKI, inż. TADEUSZ WIŚNIEWSKI
Uwagi na temat stosowanych w Polsce konstrukcji prefabrykowanych . . 32

Dział Informacyjno-Normatywny 38

Redaguje: KOLEGIUM REDAKCYJNE
Adres redakcji: Warszawa, Plac Trzech Krzyży 5, pokój 335, tel. 898-25, wewn. 535.
Wydawca: POLSKIE WYDAWNICTWA GOSPODARCZE, Przedsiębiorstwo Państwowe Wyodrębnione
Warszawa, ul. Poznańska 15, tel. 736-46. Wewn. 15 tel. 625-06.
Prenumerata i kolportaż: PPK „Ruch", Warszawa, ul. Srebrna 12. Tel. 804-20
Prenumerata wynosi: roczna 54 zł, półroczna 27 zł, numer pojedyńczy 4 zł 50 gr.
Konto PKO Nr I-1879 „Inwestycje" Warszawa

Druk. LSW Nr 1. W-wa. Zam. Nr 4063, z dn. 3.V.51 r. 2-B-31851. Nakład 8350. Pap. druk. sat. V, 90 gr.

INWESTYCJE i BUDOWNICTWO

MIESIĘCZNIK

ORGAN DEPARTAMENTÓW INWESTYCJI I BUDOWNICTWA PKPG ORAZ MINISTERSTWA BUDOWNICTWA PRZEMYSŁOWEGO

Rok I WARSZAWA, CZERWIEC 1951 Nr 2/6

A 1654 u

Od Redakcji

Nr 6 naszego czasopisma zostaje poświęcony zagadnieniom konstrukcji żelbetowych prefabrykowanych.

W okresie 1950 roku miał miejsce u nas przełom w przedmiocie wprowadzenia i szerokiego zastosowania w budownictwie przemysłowym konstrukcji prefabrykowanych. Budowę pierwszych hal przemysłowych o konstrukcji prefabrykowanej zaczęto w Polsce w 1949 roku w fabryce przy ul. Karolkowej i w FSO na Żeraniu. W chwili obecnej posiadamy wybudowanych lub w budowie ponad 30 hal prefabrykowanych na 16 placach budów wzgl. zakładach przemysłowych.

W związku z szybkim rozpowszechnianiem i rozwojem nowej metody budownictwa jest słuszne i niezbędne zwrócić szczególną uwagę na konstrukcje prefabrykowane, ich technologię i technikę wykonawczą oraz korzyści ekonomiczne z nimi związane. W tym celu właściwa jest popularyzacja naszego dotychczasowego dorobku w konstrukcjach prefabrykowanych oraz wydanie — w oparciu o posiadane doświadczenie — szczegółowych przepisów w przedmiocie projektowania, wykonawstwa i montażu konstrukcji prefabrykowanych.

Na obecnym etapie w konstrukcjach żelbetowych monolitycznych powstała nowa technika wykonawcza, związana ze stosowaniem kombajnów. W ten sposób skala atrakcyjności i korzyści prefabrykacji może ulec względnemu osłabieniu w zestawieniu z konkurencyjną metodą budownictwa przy pomocy kombajnów, o ile szybko nie nastąpi dalsze usprawnienie budownictwa konstrukcji prefabrykowanych, w szczególności o ile nie zostaną poddane analizie i krytyce dotychczasowe błędy i niedociągnięcia, powodujące niedostateczną obniżkę kosztów budownictwa hal prefabrykowanych.

Celem niniejszego numeru jest — poza naświetleniem problemu prefabrykacji — danie impulsu w przedmiocie dalszego doskonalenia i polepszenia prac nad projektowaniem, wykonawstwem i montażem konstrukcji prefabrykowanych.

Biblioteka Politechniki Wrocławskiej

PROF. DR INŻ. W. PONIŻ

Prefabrykacja

I. Wstęp

W miarę realizacji Planu Sześcioletniego zwiększają się zadania stawiane wykonawstwu w budownictwie. Ażeby sprostać tym zadaniom, wykonawstwo musi mieć w pierwszym rzędzie zapewnione stałe i punktualne dostarczanie pełnej dokumentacji technicznej.

Dla właściwego zaplanowania i możliwie najekonomiczniejszego przeprowadzenia robót pożądane jest, by kompletne wykończenie dokumentacji technicznej nastąpiło najpóźniej w roku gospodarczym poprzedzającym rok realizacji budowy.

Z powyższych uwag wynika jasno, że zwiększenie możliwości produkcyjnych wykonawstwa jest uwarunkowane możliwościami produkcyjnymi biur projektowych. Na pierwszy rzut oka wydawało by się, że najprostszym sposobem zwiększenia tych możliwości, zarówno w jednym jak i w drugim przypadku, jest zwiększenie ilości pracowników. Trzeba jednak zwrócić uwagę na fakt, że korzyści wypływające ze zwiększenia ilości pracowników dadzą się dopiero odczuć po okresie przeszkolenia narybku. Nie zaniedbując więc sprawy szkolenia kadr, należy przede wszystkim usprawnić dotychczasowe metody pracy biur projektowych, przez szersze stosowanie typizacji i projektowanie budowli z elementów prefabrykowanych.

Zasadniczym celem niniejszego artykułu jest wykazanie, że typizacja i prefabrykacja są rzeczywiście czynnikami usprawniającymi produkcję. Poglądu takiego nie można bowiem przyjąć za rzecz nie podlegającą dyskusji, wobec braku jednomyślności wśród fachowców pracujących

w budownictwie. Możliwe, że jest to po prostu wynikiem stosunkowej świeżości zagadnienia. Żadna z omawianych metod nie ma przecież zdecydowanych przeciwników, nie znaczy to jednak, że wszyscy są ich zwolennikami. Wielu spośród projektantów mało interesuje się zagadnieniami typizacji i prefabrykacji, a nieliczni projektanci zgoła niechętnie ustosunkowują się do pracy w tych dziedzinach.

Oczywiście w artykule tym niesposób wyczerpać wszystkich spraw związanych z prefabrykacją elementów budowlanych. Zagadnienie prefabrykacji jakkolwiek głośne w świecie technicznym, jest zbyt nowe, aby mogło być dokładnie zbadane i zanalizowane we wszystkich szczegółach. Trzeba będzie poprzestać na krótkim przeglądzie zalet i niedogodności tego sposobu budowania. Wystarczy to jednak w zupełności, aby można wyciągnąć odpowiednie wnioski. Zadaniem prefabrykacji jest przyśpieszenie i potanienie wykonawstwa. Poniżej będzie mowa głównie o prefabrykacji stosowanej najczęściej w budownictwie przemysłowym tj. **prefabrykacji na miejscu budowy** w odróżnieniu od **prefabrykatów produkowanych w zakładach prefabrykacyjnych.** Produkcja tych ostatnich jest masowa a rozmiary ich i waga takie, aby transport ich na miejsce budowy był łatwy.

Jednoczesne omawianie spraw typizacji i prefabrykacji na wstępie artykułu spowodowane jest ścisłym zespoleniem tych metod w procesie powstawania budynków. Jakkolwiek pierwsza z nich daje głównie oszczędności w czasie opracowywania dokumentacji technicznej, a druga upraszcza wykonawstwo, to trzeba zwrócić uwagę, że typizacja znacznie zwiększa opłacalność używania elementów prefabrykowanych i na odwrót prefabrykacja stwarza korzystne warunki dla wytwarzania się typów, jeśli już nie całych budynków, to w każdym razie poważnych ich członków.

Dotychczasowe wyniki prac biur projektowych w dziedzinie prefabrykacji można określić jako dodatnie, pomimo że bazowane są na różnych modułach, zależnych często od indywidualnych życzeń inwestora i pomimo tego, że realizacja projektów, w których ma być stosowana prefabrykacja, nie była dotychczas właściwie planowana.

Poważnym osiągnięciem sprzyjającym zarówno typizacji jak i prefabrykacji było ustalenie w 1950 r. odcinka 3,0 m jako modułu dla wszystkich obiektów budownictwa przemysłowego. Zadaniem biur projektowych a raczej ich działów studiów będzie zebranie dotychczasowych osiągnięć z dziedziny prefabrykacji i wykorzystanie ich w koncepcjach opartych na znormalizowanej siatce modułowej.

O prefabrykacji w całym tego słowa znaczeniu, będzie można mówić właściwie dopiero wtedy, gdy portfel zleceń i dokumentacja będą ustalone co najmniej na trzy miesiące przed rozpoczęciem projektowania, aby można było logicznie zaplanować przewidywane prace i zasygnalizować zakładom prefabrykacyjnym i przedsiębiorstwom budowlanym zadania jakie je czekają.

Będzie wtedy można nie tylko ekonomicznie i planowo projektować, lecz również planowo i ekonomicznie wykonywać prefabrykaty.

Konstruktor i architekt, wykonawca czy montażowiec celem właściwego wypełnienia zadań stawianych mu przez prefabrykację winien nie tylko poznać zalety tego systemu, ale musi sobie dokładnie zdawać sprawę z trudności, jakie będzie miał do pokonania w czasie swej pracy. W tym celu powinien poznać nie tylko zalety lecz również wady konstrukcji z elementów prefabrykowanych.

Do najważniejszych zalet prefabrykacji należą:

1) Wydatne obniżenie zużycia materiałów:
   a) drewna na deskowania i rusztowania,
   b) gwoździ i stali pomocniczej (klamry, płaskowniki),
   c) stali (w stosunku do konstrukcji stalowych),
   d) betonu (dzięki możliwości wykonania ekonomicznych elementów budowlanych jak kratownice itp., sporządzenie których w zwykłym żelbecie jest praktycznie niemożliwe).
2) Oszczędności na robociźnie:
   a) wydatne zmniejszenie ilości robót ciesielskich,
   b) możliwość celowego wykorzystania robotników niewykwalifikowanych.
3) Zmniejszenie kosztów budowy:
   (dotyczy przede wszystkim dużych obiektów).
4) Skrócenie czasu potrzebnego na:
   a) wzniesienie budowli,
   b) wykonanie rysunków wykonawczych.
5) Możliwości wykonywania elementów i montażu bez względu na porę roku.
6) Łatwość wymiany uszkodzonych lub źle wykonanych elementów.
7) Łatwość demontażu stwarza możliwości przebudowywania pomieszczeń, przenoszenia budynków na inne miejsce itp.
8) Znaczna eliminacja wpływu skurczu betonu na odkształcenie ustroju,
   (pozwala to na zwiększenie odległości między przerwami dylatacyjnymi).
9) Stwarzanie dogodnych warunków dla typizacji budynków (szczególnie w związku z wprowadzeniem jednolitej siatki modułowej).

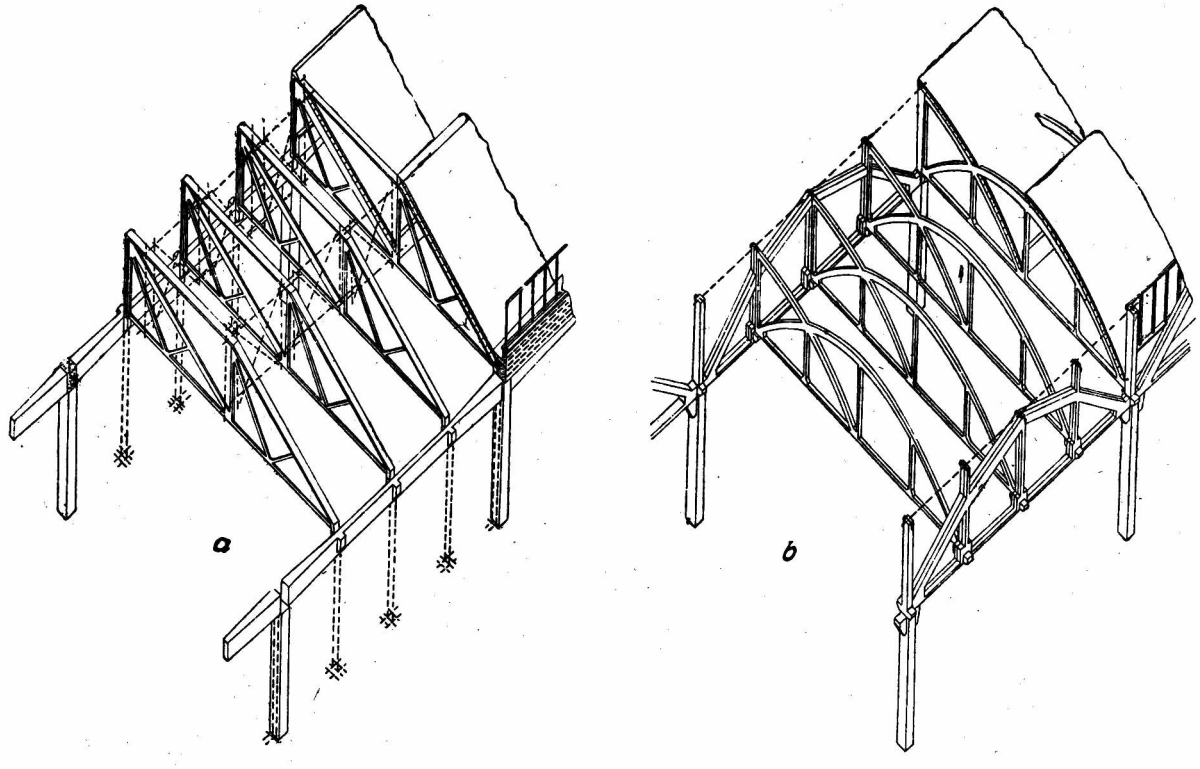
Do najważniejszych ujemnych stron zaliczamy:

1) Prefabrykowany ustrój niosący nie jest monolitem.
   Wobec czego:
   a) płyty i belki pracują najczęściej jako jednoprzęsłowe (brak ciągłości).
   b) brak współpracy płyty prefabrykowanej z belką prostokątną.
   c) brak działania ramowego.
2) Konieczność wzorowego wykonania, odbioru technicznego i montażu prefabrykatów.

II. Zalety prefabrykacji

Omówienie szczegółowe

1 a) Najbardziej palące zagadnienie żelbetu stanowi olbrzymia ilość drewna zużytego na deskowania i rusztowania, przy czym pierwsze potrzebne jest do nadania kształtu a drugie do podtrzymania we właściwym położeniu niestwardniałego betonu. Ilość czasu zużywana na wykonanie rusztowania i deskowania wynosi przy wysokich halach 2/3 czasu potrzebnego do wzniesienia danego budynku. Znaczna część zużytego drewna zostaje po zdjęciu szalowania niezdatna do dalszego użytku (pomimo usiłowań zmniejszenia zużycia przez wydanie odpowiednich przepisów). Te olbrzymie masy drewna muszą być dostarczone na budowę i po zużyciu przewiezione na inne miejsce przeznaczenia, co obciąża poważnie środki transportowe. W konstrukcjach prefabrykowanych ilość zużytego drewna jest minimalna; potrzebne jest ono na sporządzenie form (z każdej formy wykonuje się kilkanaście do kilkudziesięciu prefabrykatów w zależności od jakości formy) oraz do prowizorycznego powiązania elementów podczas montażu. Na rys 1 (projekt inż. Klimki) przedstawiony jest stary i nowy typ hali „Żerań". Linie kreskowane przedstawiają osie usztywnień drewnianych (montażowych). Ilość tych usztywnień przy nowym typie dźwigara świadczy o dążności projektanta do oszczędzania drewna. Zaznaczyć należy, że ilość drewna (montażowego) podana w rys. 1 b jest prawdopodobnie zbyt mała i trzeba będzie wprowadzić dodatkowe stężenia i podparcia.



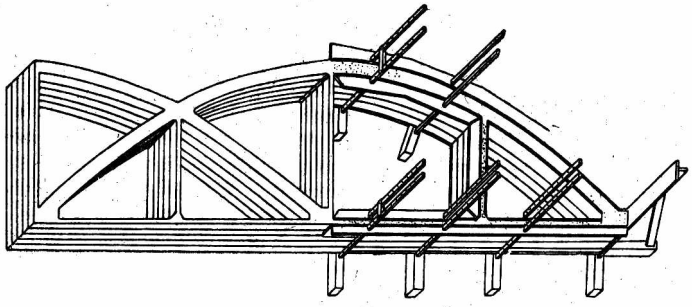
Rys. 1. Ilość drewna użytego przy montażu hali z prefabrykatów (linie kreskowe oznaczają osie prętów drewnianych)

Formy do wykonania prefabrykatów są stosunkowo kosztowne. Jednym z dalszych ulepszeń są formy ślizgowe (rys. 2), gdzie przy pomocy jednej formy wykonać można dowolną ilość prefabrykatów(naturalnie przy odpowiednim obchodzeniu się z dobrze wykonaną formą). W ten sposób ilość stosowanego drewna maleje do drobnego procentu ilości potrzebnej do wzniesienia zwykłej konstrukcji żelbetowej.

1 b) Gwoździe są bolączką każdej budowy żelbetowej przede wszystkim z tego powodu, że giną najczęściej bezpowrotnie w zużytym drzewie. Elementy drewniane podpierające i stężające prefabrykowaną konstrukcję żelbetową winny być (i najczęściej są) znormalizowane i łączone śrubami zamiast gwoździami, co pozwala na kilkakrotne użycie, zmniejszając w ten sposób i tak już małą ilość gwoździ, śrub lub klamer w konstrukcjach prefabrykowanych.

1 c) Dla dużego obiektu przemysłowego rozpisano w jednym z biur projektowych konkurs na najlepsze pod względem technicznym i najekonomiczniejsze rozwiązanie konstrukcji hali łukowej. Konkrus przewidywał rozwiązanie w konstrukcji żelbetowej prefabrykowanej względnie stalowej. W wyniku konkursu okazało się, że żelbetowa konstrukcja prefabrykowana wymaga 11 kg/m³ stali okrągłej, natomiast w konstrukcji stalowej wypadło 34 kg/m³ stali. Zużycie stali w żelbetowych konstrukcjach prefabrykowanych jest dużo mniejsze niż w kon-

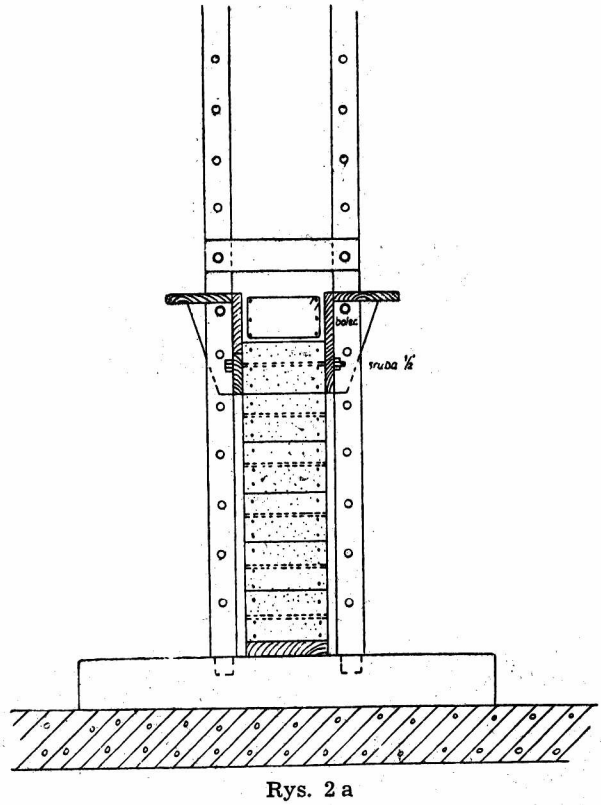
strukcjach stalowych, a oszczędnosc ta jaskrawo wychodzi na korzyść konstrukcji żelbetowych, szczególnie w przypadkach stosowania elementów przeważnie ściskanych jak np. łuków a nawet kratownic.



Rys. 2. Formy ślizgowe

1 d) Pewne typy elementów konstrukcyjnych jak np. kratownice (rys 3) nastręczają na budowie wykonanej sposobem mokrym nadzwyczajne trudności tak przy wykonaniu szalowania jak i przy betonowaniu. Wykonanie kratownic, których praca statyczna jest jasna i przejrzysta, wymagających dużo mniejszej ilości materiału niż belki pełnościenne, jest w prefabrykacji stosunkowo łatwe.

2 a) Były okresy w budownictwie kiedy gwałtownie poszukiwano cieśli do wznoszenia rusztowań i wykonania szalunków. Prefabrykacja dużych budynków powoduje zmniejszenie ilości potrzebnych cieśli o 70%.

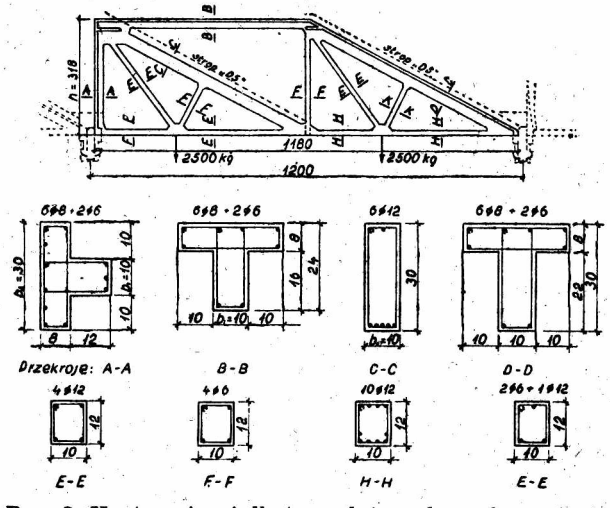


Rys. 2 a

2 b) Powtarzalność czynności wykonywanych w czasie produkcji elementów prefabrykowanych umożliwia właściwe wykorzystanie pracy niewykwalifikowanych robotników. Stosunkowo zawężony zakres czynności przypadający na jednego pracownika umożliwia szbkie przeszkolenie i przystąpienie do samodzielnej pracy.

Przy właściwym ustosunkowaniu się kierownictwa, udzielającego pracownikom wyczerpujących wyjaśnień z zakresu wykonywanych przez nich czynności i przenoszeniu zdolniejszych jednostek od jednych robót do drugich według z góry pomyślanej kolejności, można wyszkolić pracowników orientujących się w szerszym zakresie produkcji.

3) Jest samo przez się zrozumiałe, że powtarzalność prefabrykowanych elementów budowlanych zmniejsza koszty budowy, a koszt budowy będzie tym mniejszy im większa będzie ilość powtarzalnych elementów. Stosowanie prefabrykatów powtarzających się kilka lub kilkanaście razy nie daje oszczędności, ale może nawet koszty budowy podnieść. Zadaniem konstruktora jest zaprojektowanie budynku, tak aby ilość powtarzających się eelmentów była jak największa, wobec czego obniży się koszt budowy.



Rys. 3. Kratownica żelbetowa łatwa do wykonania jako prefabrykat nastręcza poważne trudności przy wykonaniu na budowie sposobem mokrym

4 a) Roboty przy budowie FSO na Żeraniu rozpoczęto wczesnym latem 1949 roku. Już w grudniu tego samego roku olbrzymia powierzchnia hal była pokryta dachem. Tego rodzaju rekord został osiągnięty u nas po raz pierwszy dzięki zastosowaniu prefabrykacji. Równolegle z pracą przy wykopach i fundamentach rozpoczyna się produkcję prefabrykatów w przeciwieństwie do zwykłego sposobu budowania, gdzie wszystkie fazy budowy muszą być kolejno wykonane. Ta możliwość równoległego wykonywania kilku czynności danej budowy w dużym stopniu przyśpiesza budowę.

4 b) Powtarzalność elementów daje poważne skrócenie czasu projektanta (konstruktora) a w związku z tym zmniejsza również koszty projektu.

5) Przy budowie fabryki na Żeraniu wykonywano prefabrykaty bez względu na porę roku, zimą i latem. W porze zimowej przykryto miej-

sce pracy halą ogrzewaną, którą w miarę wykonywania prefabrykatów przesuwano, pozostawiając poza halą stwardniały już beton. Hale wykonano minimalnym kosztem z drzewa i materiałów odpadkowych. Tego rodzju załatwienie sprawy jest na każdej budowie możliwe i pozwala na zatrudnienie robotników przez cały rok bez przerwy.

6, 7) Wymiana uszkodzonych lub niewłaściwie wykonanych elementów możliwa jest wszędzie, tam gdzie nie ma monolitycznego połączenia poszczególnych elementów ze sobą. W związku z oszczędnością drewna można zatem wykonywać budynki prowizoryczne jak baraki itp. z elementów prefabrykowanych łączonych przy montażu za pomocą śrub. W razie potrzeby budynek taki jest łatwy do rozebrania i zmontowania go w innym miejscu. Elementy uszkodzone podczas montażu lub demontażu łatwo naprawić przy użyciu zaprawy cementowej lub betonu, przez co możliwość ich użytkowania zupełnie się nie zmniejsza. Wielokrotność użytkowania takich elementów jest teoretycznie zupełnie dowolna, praktycznie przewyższa wielokrotność użytkowania analogicznych elementów drewnianych.

8) Skurcz betonu jest zjawiskiem odkształceniowym twardniejącego betonu, spowodowanym:

a) postępującym wysychaniem betonu,
b) stopniowym zmniejszaniem się temperatury wiązania,
c) wpływem wchłaniania przez twardniejący beton dwutlenku węgla z powietrza.

Zagadnienie skurczu (i ugniotu) nie jest dotychczas jeszcze wszechstronnie naświetlone. Według badań Grafa dla mieszaniny 1:2:8 przedstawia się skurcz wyrażony w mm/m następująco:

po	3	28	93	365	dniach
skurcz	0,1	0,14	0,19	0,22	mm/m

zaś dla mieszaniny 1:2:3

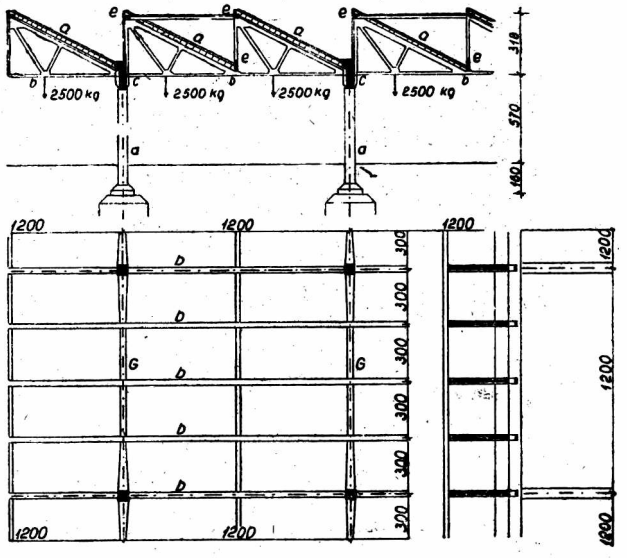
po	3	28	93	365	dniach
skurcz	0,1	0,14	0,10	0,26	mm/m

Ponieważ prefabrykaty montuje się najwcześniej po 28 dniach od ich wykonania można przyjąć, że w tym czasie 2/3 skurczu już jest pokonane. Stąd też konstrukcje prefabrykowane mogą być dylatowane w odstępach większych niż to ma miejsce przy konstrukcjach żelbetowych zwykłych. Wykonano już budynki o długości 100 m bez fug dylatacyjnych, nie zauważając żadnych rys i pęknięć. Ugięcie belki żelbetowej spowodowane skurczem betonu wynosi dla belki mostowej o rozpiętości l = 44 m 4,5 cm, co wynosi 1/3 ugięcia belki spowodowanego jej ciężarem własnym, z czego wynika, że również ugięcia prefabrykatów są mniejsze od ugięć elementów wykonanych w żelbecie.

9) Związek prefabrykacji z powstawaniem budynków typowych został już omówiony poprzednio.

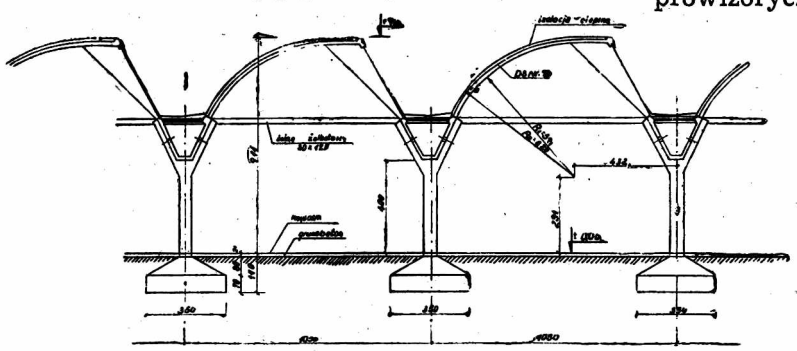
III. Wady prefabrykacji

1) Poszczególne elementy prefabrykowane ustawiane są kolejno na przygotowanych podporach oraz usztywnione pomiędzy sobą również prefabrykowanymi elementami. Połączenia poszczególnych elementów w węzłach wykonuje się albo przy pomocy śrub (co wymaga

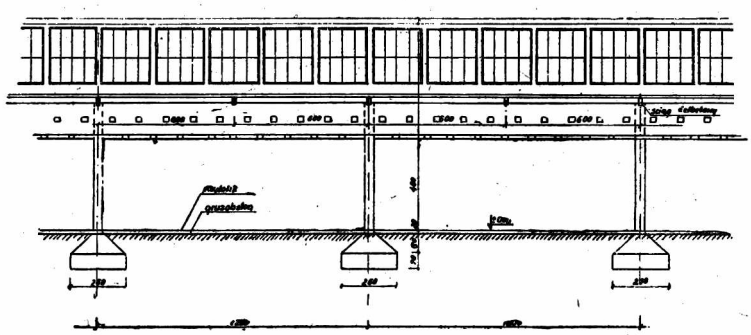

2500 kg
2500 kg
2500 kg
2500 kg
1200
1200
1200

przęsło dwa przeguby). Stosowanie w każdym przęśle po jednym przegubie daje konstrukcje niestateczne, więc jest zabronione. Przeguby muszą posiadać dostateczną wysokość konstrukcyjną oraz dostatecznie dużą podstawę dla wygodnego ułożenia na niej części zawieszonej. Przeguby o małej wysokości konstrukcyjnej są często wręcz niebezpieczne z powodu niemożności dobrego konstrukcyjnego opracowania.

Przekrój poprzeczny hali



Przekrój podłużny hali



Rys. 6. Konstrukcja hali o słupach utwierdzonych w fundamentach

Obecnie znamy już szereg sposobów, przy pomocy których uzyskać można idealną ciągłość niosących ustrojów prefabrykowanych (patrz m. in. Iwanskij: Zeleznobetonnyje konstrukcji, Stroizdat, 1950). Na długości 30 średnic drutu zbrojeniowego od końca belki nie zabetonowuje się zbrojenia górnego (również strzemiona pozostają częściowo odkryte). Belki układa się na podporach, pozostawiając 5-centymetrowe odstępy między końcami sąsiadujących ze sobą belek, następnie podstemplowuje się belki celem zlikwidowania ugięcia spowodowanego ciężarem własnym, dowiązuje się do niezabetonowanych drutów dodatkowe zbrojenie o długości 60 średnic plus 5 cm, zamyka zbrojenie nieobetonowaną częścią strzemion i zabetonowuje węzeł, uzyskując w ten sposób zupełną ciągłość belki.

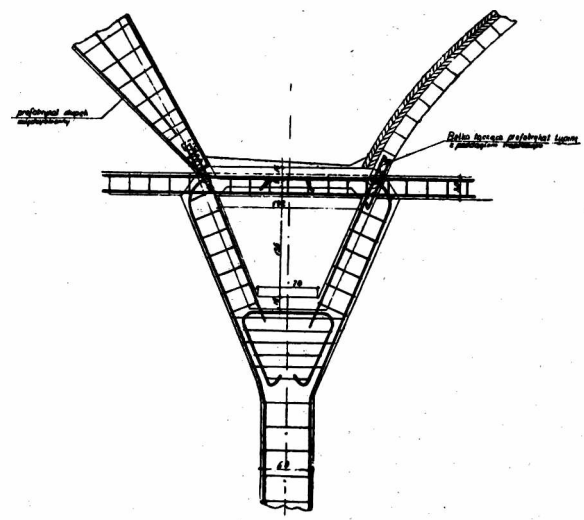
Innym sposobem wykonania połączenia jest pętla z górnego zbrojenia i zbrojenia dodatkowego.

Jeden z dalszych pomysłów, stosowany u nas jest podany na rys. 5. Z prefabrykowanej części belki wypuszczone jest zbrojenie obliczone na momenty podporowe (strzemiona częściowo odkryte). Po ułożeniu prefabrykatów na słupie, dozbrojeniu na podporze i zamknięciu strzemion zabetonowuje się belkę, uzyskując idealną ciągłość. Prefabrykowanie belki o wysokości równej połowie całkowitej wysokości podyktowane było nośnością dźwigu. Podczas montażu trzeba było z uwagi na brak zbrojenia górnego w prefabrykacie uchwycić belkę stosunkowo blisko jej końców, co spowodowało silne ugięcie prefabrykatu zniwelowane późniejszym podbiciem stempli (patrz rys. 1 a). Należy podkreślić, że tego rodzaju postępowanie należy przeprowadzić nadzwyczaj ostrożnie. Podparcia prowizoryczne pod prefabrykatem ustawia się bardzo często na niedostatecznie ubitym gruncie (często rozkopanym). Pod wpływem dobetonowania górnej połowy belki stemplowanie osiada, powodując (nieszkodliwe zresztą) ugięcie się podciągu i ewentulne oddzielenie się na podporze nowego betonu od starego (rysa).

Jak widać z powyższego sprawa ciągłości elementów jest łatwa do przeprowadzenia na budowie z tym zastrzeżeniem, że betonowanie podczas montażu opóźnia do pewnego stopnia wykonanie. Należy więc przyśpieszyć twardnienie betonu przy pomocy chlorku wapnia względnie przez uprzednie podgrzanie kruszywa.

1 b) Układając prefabrykowane płyty na podciągach lub żebrach, zalewając fugi pomiędzy płytami powodujemy oddzielenie się płyty od podciągu. Statyczna współpraca belki z płytą w tym przypadku nie istnieje, co powoduje powiększenie konstrukcyjnej wysokości żebra, a z kolei znów zmniejsza ilość potrzebnego zbrojenia. Należy zatem przeliczyć co jest ostatecznie korzystniejsze, spowodować współpracę płyty z belką czy nie. Jeżeli w wyniku kalkulacji należy połączyć płytę z belką, można postą-

Szczegół połączenia słupka międzyokiennego i łupiny



Rys. 7. Rozwiązanie głowicy słupa

pić następująco: prefabrykowane płyty, z których końców sterczy zbrojenie, ułożone są na podciągu tylko na szerokości kilku centymetrów z każdej strony. Płyty układamy na podciągu na zaprawie cementowej. Z prefabrykowanego podciągu sterczą niezabetonowane i nieodgięte końce strzemion. Po połączeniu górnych prętów płyty tak aby była zagwarantowana jej ciągłość oraz po zagięciu strzemion, zabetonowujemy odstępy między płytami, zapewniając jak najbardziej ścisłe połączenie starego betonu podciągu ze świeżym betonem.

W ten sposób zbliżamy się do monolitu, przez to jednakże przedłużamy montaż. Podstawą do podjęcia decyzji, czy dążyć do monolitu czy nie, jest kalkulacja. Już projektant powinien powziąć tę decyzję.

1 c) Działanie ramowe ustroju złożonego z prefabrykatów uzyskać można dopiero przez zastosowanie dodatkowych sztucznych uchwytów (np. przez obetonowanie stalowych części, łączących poszczególne elementy ze sobą, zdolnych przenieść siłę poprzeczną, podłużną i moment). Często obnaża się zewnętrzne zbrojenie narożne ramownicy (słupa i rozpory), dowiązując do nich na budowie dodatkowe pręty, których celem jest przeniesienie momentów narożnych. Połączone druty zabetonowuje się, co jednak powoduje straty czasu. Z tego też względu rezygnuje się najczęściej z połączenia ramowego elementów prefabrykowanych, przenosząc siły poziome przez słupy utwierdzone w fundamencie. Na tak skonstruowanych słupach spoczywają belki kratowe czy też pełnościenne jednoprzęsłowe, względnie ciągłe, a najlepiej przegubowe.

Jedna z tak pomyślanych konstrukcji gdzie siły poziome przeniesione są przez słupy utwierdzone w fundamentach przedstawiona jest na rys. 6 i 7. W rozwidleniu górnej części słupa (rys. 7.) umieszczone są kanały wentylacyjne o kształcie trapezowym. Do górnego poziomu kanałów wentylacyjnych konstrukcja wykonana jest w deskowaniu, a tylko samo pokrycie dachowe ma być wykonane z prefabrykatów. Podwójne deskowanie kanałów wentylacyjnych pochłonie duże ilości drzewa i należałoby się zastanowić czy nie wykonać kanału wentylacyjnego jako prefabrykatu tworząc na budowie połączenie ciągłe na podporach. Dałoby to oszczędności na drzewie, w mniejszym stopniu na stali zbrojeniowej, a przede wszystkim na czasie.

2) W budownictwie żelbetowym monolitycznym niejeden błąd czy to w projekcie czy też w wykonawstwie uchodzi niezauważony, nie powodując ujemnych skutków dla budowy. Konstrukcję liczy się jako pracującą w płaszczyźnie, podczas gdy w rzeczywistości pracuje ona w przestrzeni, co zwiększa współpracę sąsiadujących ze sobą elementów konstrukcyjnych, zmniejszając w ten sposób niebezpieczeństwo osiągnięcia przez któryś z tych elementów granicy wytrzymałości.

W konstrukcjach prefabrykowanych, w których każdy element pracuje samodzielnie (szczególnie w przypadku kiedy nie ma ciągłości ani ramowego działania ustroju) należy szczególną uwagę zwrócić na poszczególne elementy i to tym większą im ważniejszą rolę dany element w całości konstrukcji odgrywa.

Zestawienie elementów budynku uszeregowanych według znaczenia kontrukcyjnego wygląda jak następuje:

1) fundamenty,
2) słupy,
3) wszelkiego rodzaju, podparcia, łożyska,
4) podciągi, belki, żebra,
5) płyty,
6) stężenia wiatrowe itp.

Budynek postawiony na złym fundamencie jest budynkiem złym bez względu na jakość wykonania pozostałych elementów. Źle wykonany lub zaprojektowany słup powoduje zniszczenie nie tylko samego siebie, lecz również konstrukcji na nim spoczywającej. Źle obliczony lub źle wykonany wspornik służący za podporę belki czy więzara może spowodować również zniszczenie więzara. Projektant, wykonawca prefabrykatów i montażowiec, każdy na swoim odcinku pracy, muszą unikać błędów. Projektanci zbyt mało wagi przywiązują do faktu, że zaprojektowane wymiary prefabrykatów, rozstaw słupów i podciągów zostaną wykonane z pewnym przybliżeniem w granicach tolerancji dla wykonawstwa i że w pewnych przypadkach wynikające stąd niedokładności mogą się zsumować. W wyniku nieuwzględnienia w projekcie możliwych zmian wymiarów, może się okazać w czasie montażu, że w pewnych przypadkach prefabrykaty są za krótkie, a w wąskim pasem zachodzą na ustrój, na którym innych zbyt długie, że płyty lub dźwigary zbyt spoczywają itp. Wykonawca prefabrykatów musi dbać o jakość betonu i właściwe umieszczenie zbrojenia w deskowaniu, montażowiec zaś musi pamiętać, że dokładna siatka słupów umożliwia dobry montaż oraz że w prefabrykacie istnieje nie tylko stal zbrojeniowa, ale również beton, materiał mało wytrzymały na siły rozciągające i ścinające jak i na uderzenia.

Na jednej z budowli wykonano konstrukcję prefabrykowaną, przy czym więzary dachowe spoczywały na prefabrykowanym dźwigarze kratowym. W czasie transportowania odłupał się jeden z jego końców na długości 4 cm odkrywając zbrojenie. Po zanalizowaniu projektu okazało się, że końce haków winny być widoczne na końcu podciągu, a w rzeczywistości były wysunięte w głąb o 4 cm. Wynika z tego, że pręt był albo skrócony o $4 + 4 = 8$ cm albo też długość każdego haka była o 4 cm powiększona. Tego rodzaju niedbałe wykonanie prefabrykatów jest niedopuszczalne ponieważ wszelkie inne niż właściwe (tj. niezgodne z rysunkiem wykonawczym) umieszczenie zbrojenia w elemencie prefabrykowanym może spowodować nieobliczalne skutki. Częstym błędem jest niesymetryczne umieszczenie zbrojenia względem osi pionowej więzara, co może dać poważny mimośród, na który więzar nie jest obliczony. Zbrojenie musi tak być powiązane ze sobą drutem, aby przesunięcie poszczegól-

nych prętów z właściwego położenia było niemożliwe. Kontrola odbioru prefabrykatów winna przewidywać łamanie próbne co 50 lub 100 elementu i zbadanie właściwego położenia zbrojenia przez odbicie np. naroży betonu. Jak widać z katalogu materiałów budowlanych, wydawanego przez Akademię Architektury ZSRR, rozdział VI: beton i żelbeton, zbrojenie dla masowo produkowanych elementów prefabrykowanych jest również prefabrykowane a szczególnie pręty łączone są ze sobą przy pomocy spawania (prawdopodobnie oporowego). Tak wykonany szkielet daje pełną gwarancję należałoby się zastanowić nad możliwościami wprowadzenia u nas tej innowacji.

3. Dotychczasowy brak wytycznych dotyczących projektowania, wykonania i montażu prefabrykatów usprawiedliwiony jest brakiem doświadczeń w dziedzinie prefabrykacji. Znajdujące się w opracowaniu wytyczne mają być wydane w najbliższym czasie. Obejmą one tylko te punkty, na które zwrócono uwagę w czasie mniej więcej rocznego doświadczenia w dziedzinie prefabrykacji w budownictwie przemysłowym.

Jak widać z objaśnień, ujemne strony podane w punkcie pierwszym należą raczej do usterek, które stosunkowo łatwo usunąć, natomiast niedogodności wymienione w punkcie 2 stanowią ogólną bolączkę budownictwa i istnieją nie tylko w prefabrykacji ale i w żelbecie zwykłym (z wyjątkiem montażu), z tą tylko różnicą, że skutki wadliwego projektowania, niewłaściwego wykonania, odbioru i montażu prefabrykatów będzie odczuwać budownictwo prefabrykowane bez porównania boleśniej niż budownictwo monolityczne.

IV. Sposoby łączenia elementów prefabrykowanych

Elementy prefabrykowane można podzielić na dwie zasadnicze grupy:

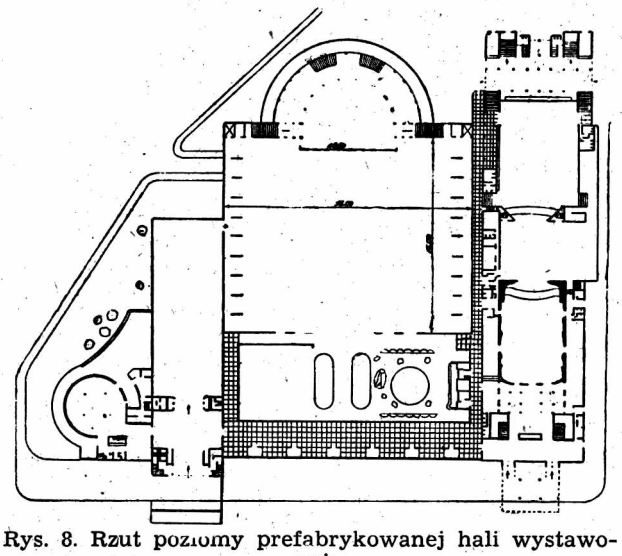
1) elementy wykonane w zakładach prefabrykacyjnych,
2) elementy wykonane na placu budowy.

Budownictwo przemysłowe opierać się będzie głównie na prefabrykacji na miejscu budowy. Z pomocy zakładów prefabrykacyjnych skorzystać będzie można tylko wtedy, gdy będą się one znajdować w pobliżu realizowanego obiektu. Wyjątek będą stanowić elementy z lekkich betonów, których szersze zastosowanie przyniesie dalsze obniżenie kosztów budowy.

Zarówno pierwszą jak i drugą grupę zasadniczego podziału prefabrykatów można z kolei podzielić (z uwagi na dostosowanie do różnych sposobów łączenia elementów) na:

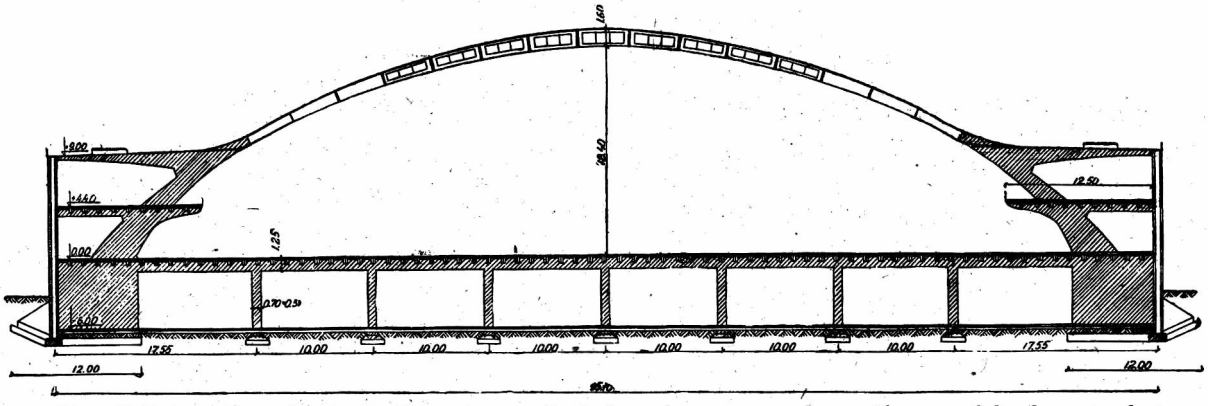
1) prefabrykaty łączone na styk (na zaprawie cementowej,
2) prefabrykaty łączone na śruby (do grupy tej zaliczać będziemy również wszelkie inne połączenia metalowe, jak trzpienie, klamry itp),
3) prefabrykaty łączone na żelbet (różne odmiany i sposoby wykonania zostały opisane przy omawianiu usiłowań stworzenia monolitu w konstrukcjach prefabrykowanych).

Pierwszy sposób łączenia stosowany jest na budowie FSO na Żeraniu, sposób drugi jest u

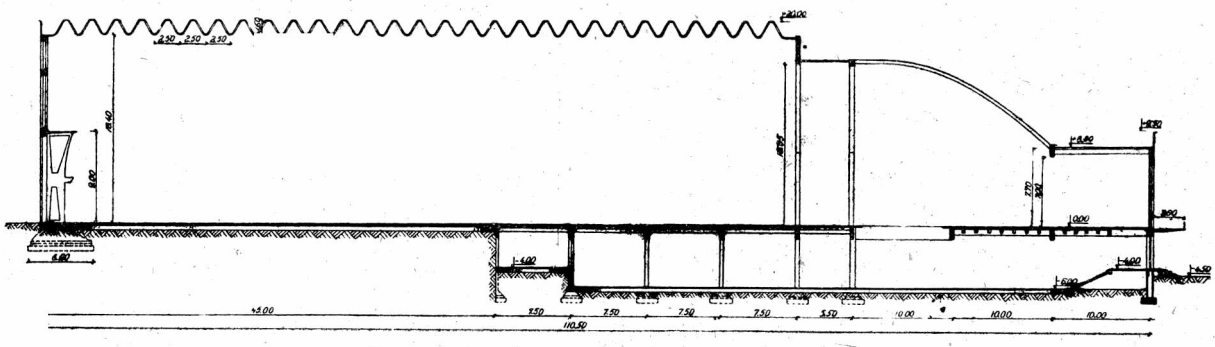


Rys. 8. Rzut poziomy prefabrykowanej hali wystawowej

nas mało znany. Wymaga bardzo precyzyjnego wykonania prefabrykatów i nadzwyczaj dokładnego wytyczenia fundamentów. Odnośnie prefabrykacji i montażu na śruby należałoby u nas zrobić przynajmniej kilka obiektów, aby uzyskać potrzebne dane doświadczalne i kalkulacyjne. Odnośnie zaś montażu na żelbet (por. rys. 5.) jest to sposób posiadający dużo cennych zalet, nie pozbawiony jednak ujemnych stron. Z uwagi na to, że jest to sposób cie-



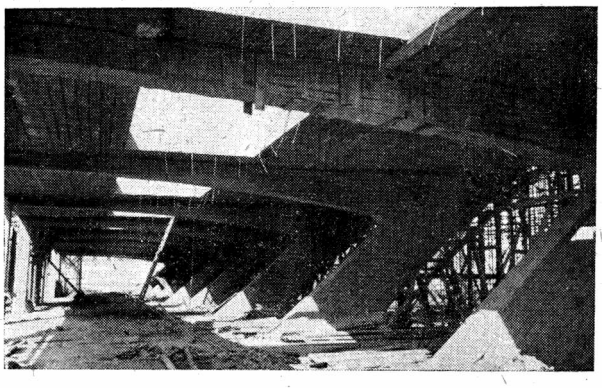
Rys. 9 Przekrój podłużny hali wystawowej. Łuk wykonany z elementów prefabrykowanych



Rys. 10. Przekrój poprzeczny hali z rys. 9

kawy i warto się z nim zaznajomić, zilustruję go na niżej opisanym przykładzie.

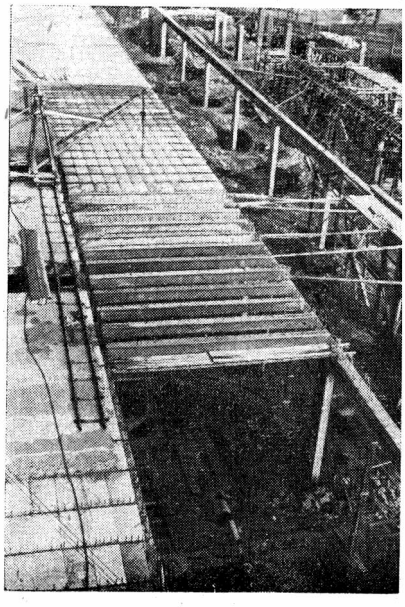
Hala wystawowa o powierzchni około 10000 m², całkowitej powierzchni użytkowej wynoszącej 34000 m² zaprojektowana w rzucie jak



Rys. 11. Część konstrukcji wykończonej w żelbecie

na rys. 8 przykryta została łukiem o rozpiętości (teoretycznej) 95,10 m (rys. 9.) o bardzo ekonomicznym falistym przekroju poprzecznym (rys. 10).

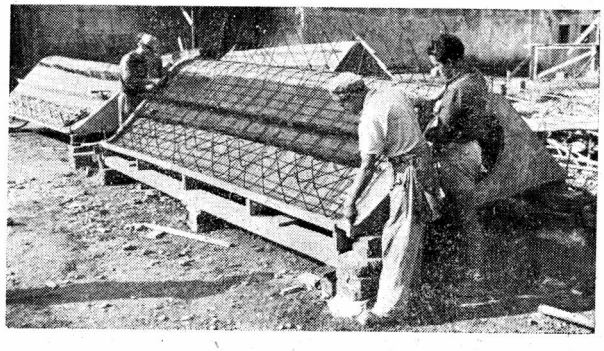
Robotę rozpoczęto w sierpniu 1947 roku, zaś gotowy budynek oddano do użytku we wrześniu 1948 roku. Ze względu na krótki termin



Rys. 12. Strop nad piwnicą wykonany z prefabrykowanych płyt i żelbetonu

będący do dyspozycji wykonawstwa zastosowano do budowy prefabrykaty wykonywane równolegle z pracami wstępnymi i żelbetowymi. Suteryny (z wyjątkiem stropów) oraz łuk do wysokości + 9,00 m wykonano zwykłym sposobem w żelbecie — rys. 11. Stropy w pomieszczeniach biurowych wykonano z prefabrykowanych elementów ceramicznych zaś dla większych obciążeń z prefabrykowanych belek żelbetowych i również prefabrykowanych kwadratowych płyt szalunkowych (rys. 12), zalewanych betonem wyrównującym. Na rysunku widać prymitywny dźwig służący do przewożenia płyt szalunkowych na miejsce przeznaczenia.

Równocześnie z tymi pracami wykonywano prefabrykaty do wzniesienia łuku (rys. 13). Prefabrykaty te, o których rozmiarach najlepiej świadczy rys. 13 są zbrojone siatką, przy czym druty poprzeczne są wypuszczone z betonu (strzemiona). Główne zbrojenie umieszcza się dopiero po prowizorycznym montażu.

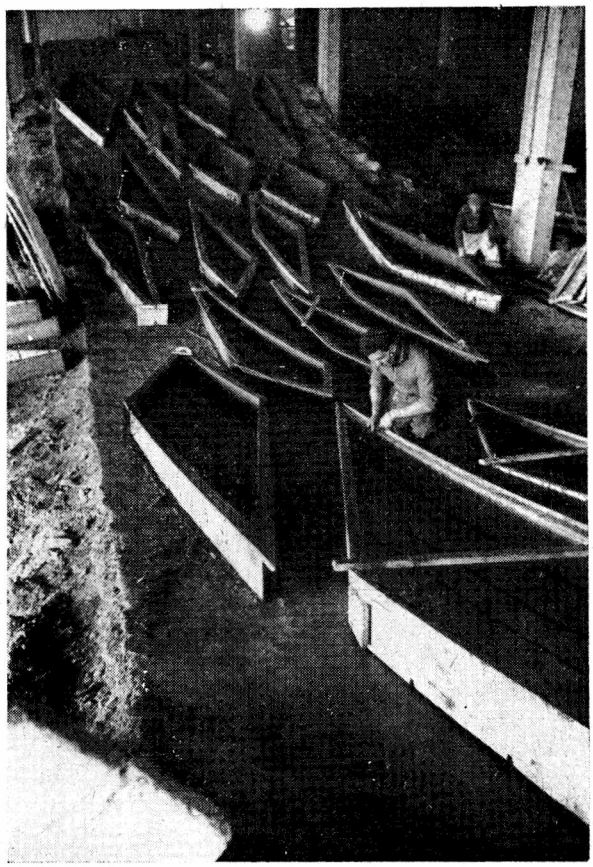


Rys. 13. Wykonanie prefabrykatów składowych części łuku

Od tyłu hala zamknięta jest rodzajem przeszklonej absydy przykrytej półkopułą, której części składowe pokazane są na rys. 14.

Montaż łuku wykonano na rusztowaniu z rur stalowych (rys. 15), a do transportu pionowego i poziomego na łuku użyto, jak widać z rys. 15, bardzo prymitywnych środków.

Umieszczone na właściwym miejscu prefabrykaty łuku dozbraja się zbrojeniem podłużnym, które zamyka się strzemionami (rys. 16), przykrywa bocznym deskowaniem i zabetonowuje. Płaszczyzny czołowe prefabrykatów łączono na styk, zalewając fugę zaprawą cementową. W ścianach bocznych prefabrykatów wi-



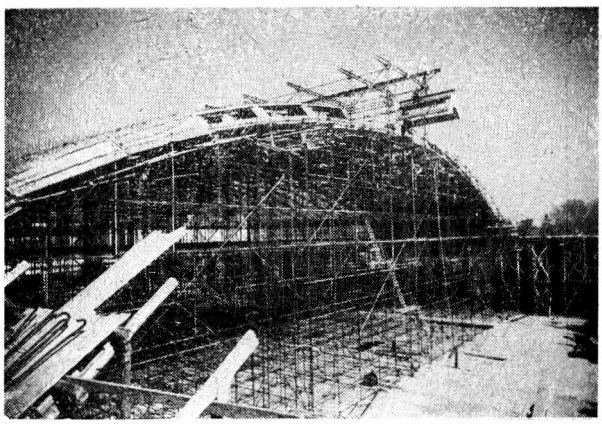
Rys. 14. Wykonanie składowych części kopuły

doczne są otwory na świetliki zamknięte szkłem drutowym.

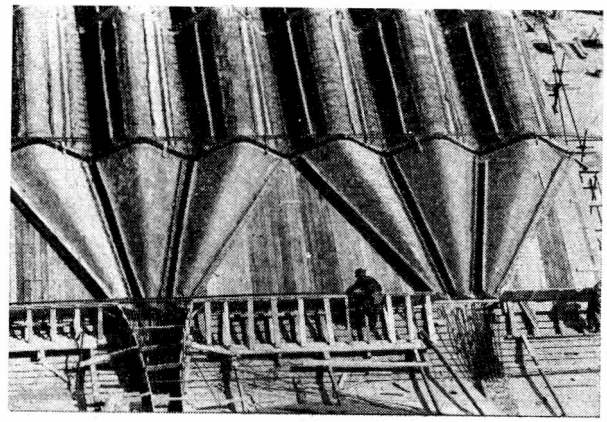
Trzy fale łuku sprowadzone przy pomocy specjalnych prefabrykatów (rys. 17) do części monolitycznej łuku. Powstające skutkiem tego siły prostopadłe do płaszczyzny łuków częściowo zniosą się nawzajem, zaś dla łuków skrajnych przeniesiono je przy pomocy zbrojenia umieszczonego w szczelinie pomiędzy prefabrykatem łukowym i prefabrykatem końcowym. Uderza tu celowość kierowania siłami zgodnie z wolą projektanta.

Sposób montowania kopuły pokazany jest na rys. 18. Prefabrykaty ułożone są na precyzyjnie wykonanym szalowaniu, odstępy pomiędzy poszczególnymi prefabrykatami są zazbrojone i zabetonowane, tworząc w ten sposób sieć żeber przenoszącą siły od półkola szczytowego do podstawy kopuły.

Widok wnętrza podany jest na rys. 19.



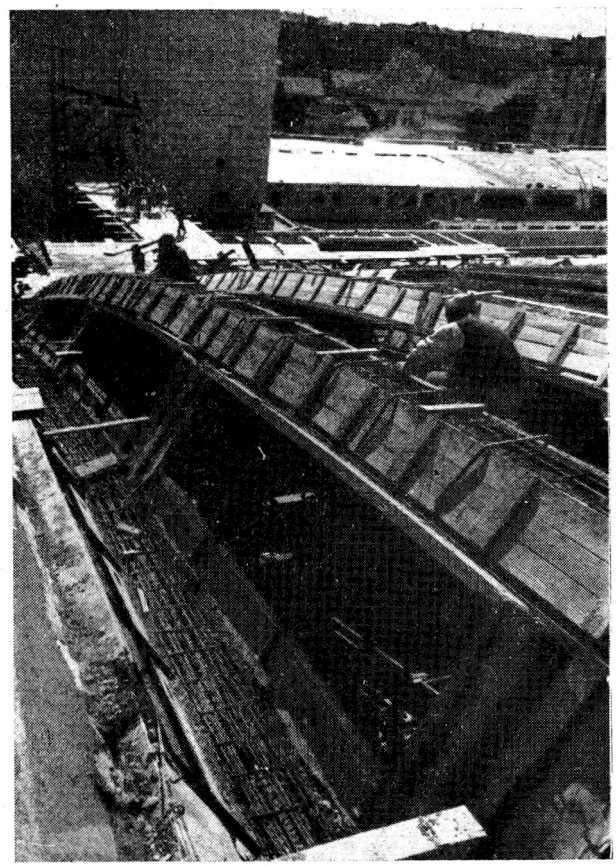
Rys. 15. Rusztowanie z rur stalowych do montażu łuku



Rys. 17. Połączenie (trzech) łuków prefabrykowanych z monopolistyczną częścią łuku

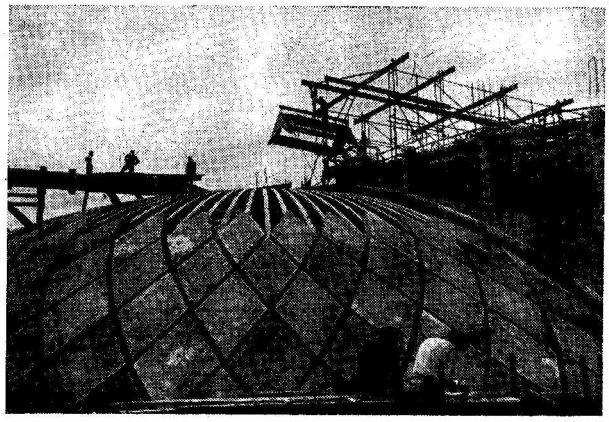
V. Kombajn budowlany

Na zakończenie warto wspomnieć o sposobie budowania, którego zadaniem, tak samo jak prefabrykacji jest przyśpieszenie budowy, obniżenie kosztów i zużycia materiałów, przy jednoczesnym uniezależnieniu się od pory roku. Sposobem takim jest stosowanie kombajnu.



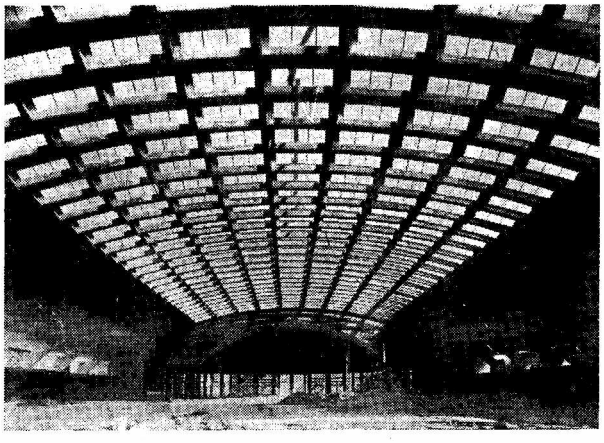
Rys. 16. Dozbrojenie złożonych na rusztowaniu prefabrykatów

Kombajnem nazywamy zespół urządzeń umożliwiających przesuwanie się prefabrykowanego szalowania, które może być podgrzewane przy pomocy pary lub elektryczności (rys. 20). Przesuwny szalunek w określonym położeniu umożliwia zabetonowanie jednego pola hali tj. części budynku zawartej między czterema jego słupami. Szalunek taki, z uwagi na znaczne rozmiary oraz postulat wielokrotnego użycia, najlepiej wykonać ze stali. Za użyciem



Rys. 18. Montaż kopuły z prefabrykatów

stali przemawia również dobre przewodnictwo cieplne tego materiału, co ma szczególnie ważne znaczenie przy betonowaniu w czasie mrozów. Ciepło doprowadza się przy pomocy rur ogrzewanych parą lub w przypadku stosowania elektryczności, odpowiednio rozmieszczonych elektrod. Szalunek spoczywa na czterech słupach stalowych, w które są wmontowane urządzenia służące do podnoszenia i opuszczania konstrukcji. Zakończenia słupów są opatrzone kołami umożliwiającymi przesuwanie po szynach całego kombajnu na nowe miejsce pracy.



Rys. 19. Wnętrze hali z widoczną w głębi kopułą. Z boku hali widać przejście trzech żeber prefabrykowanych w jedno żebro monolityczne

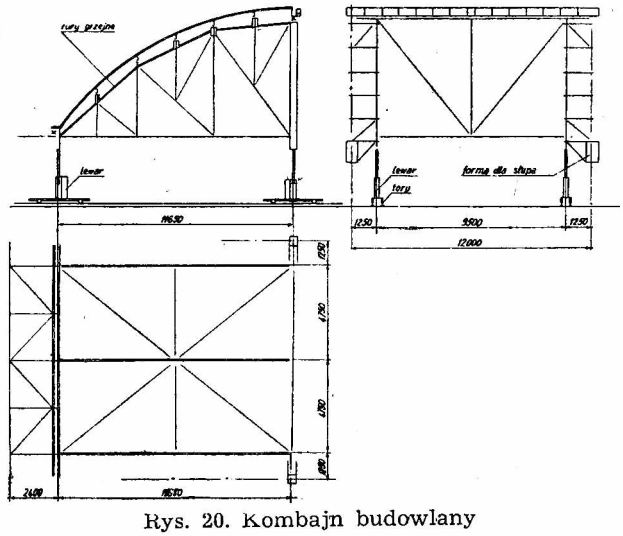
Obsługa kombajnu polega na ustawieniu szalowania we właściwym położeniu, zmontowaniu zbrojenia i zabetonowaniu. Wszystkie te czynności łącznie z rozszalowaniem wykonano na budowie przeprowadzonej w okresie zimowym, w przeciętnym czasie wynoszącym około 5 dni. Zespoły pracowników zatrudnionych przy kombajnach składają się z samouków i stanowią w obecnej chwili bodaj jedyną grupę fachowców tego rodzaju.

Nad pracownikami tymi należałoby roztoczyć należytą opiekę, ponieważ mogą oni odegrać poważną rolę, nie tylko jako wykonawcy, ale również jako instruktorzy.

Pracujące u nas kombajny zostały zbudowane na podstawie planów dostarczonych nam przez Związek Radziecki i ustanowiły rekordy szybkości przy wykonywaniu robót żelbetowych.

Dla porównania można rozpatrzyć warunki podane przez projektanta w związku z budową hali w Andrychowie wykonanej według projektu szwajcarskiego.

Zgodnie z założeniami obliczeń statycznych, budowa hali, która w przekroju podłużnym składała się z dziesięciu pól, miała trwać około siedmiu miesięcy. Na podstawie dotychczasowych doświadczeń należy przypuszczać, że przeprowadzenie robót przy pomocy kombajnu skróciłoby czas realizacji przynajmniej o 5 miesięcy.



Rys. 20. Kombajn budowlany

Z powyższego porównania wynika jasno celowość posługiwania się pracą kombajnu, w efekcie której otrzymujemy konstrukcję monolityczną i nie zużywającą prawie drzewa.

W obecnej chwili trudno przewidzieć czy prefabrykacja będzie mogła współzawodniczyć z kombajnem, a jeszcze trudniej przewidzieć, która z tych dwóch metod wyjdzie z takiego współzawodnictwa zwycięsko. Wydaje się jednak, że obie metody będą stosowane równolegle i każda z nich znajdzie dla siebie właściwy zakres działania, w którym okaże się najekonomiczniejszą.

Inż. Sławomir KLIMEK i inż. Władysław PAWLAK

Projektowanie konstrukcji prefabrykowanych

Idea prefabrykacji konstrukcji powstała z dążności konstruktorów i wykonawców do obniżenia kosztów budowy i zaoszczędzenia podstawowych materiałów deficytowych, jakimi przede wszystkiem jest stal i drewno.

Ważną rolę odegrały również myśli o unowocześnieniu metod pracy w budownictwie przez wyeliminowanie wykonawstwa rzemieślniczego na placach budowy a przeniesienie go do zakładów fabrycznych, gdzie produkcja przebiega w sposób ciągły, niezależny od pory roku, przy zastosowaniu pełnej mechanizacji pracy. Prefabrykacja elementów konstrukcyjnych pociąga za sobą zwiększenie mechanizacji pracy na placu budowy, a tym samym przyczynia się w znacznym stopniu do skrócenia czasu wykonawstwa konstrukcji.

Podstawowymi materiałami w budownictwie, nadającymi się do wykonania konstrukcji prefabrykowanych są: stal, żelbet i staloceramika.

Stal jest materiałem bardzo dobrze spełniającym podstawowe wymagania prefabrykacji i wiadomą jest rzeczą, że od początku istnienia konstrukcji stalowych elementy wykonuje się w fabryce konstrukcji stalowych, pozostawiając tylko małą część prac o charakterze wyłącznie montażowym na budowie.

O projektowaniu i wykonawstwie konstrukcji stalowych jako o zagadnieniu od dawna znanym nie będziemy szerzej mówili.

Deficyt stali zmusił konstruktorów do stosowania w konstrukcjach zamiast stali — żelazobetonu, jednak ta zmiana spowodowała zwiększenie zużycia drugiego podstawowego materiału deficytowego — drewna. Jednym słowem oszczędność na stali przez zastosowanie żelbetu automatycznie zwiększała zużycie drewna i sytuacja zdawała się być błędnym kołem. Dopiero prefabrykacja konstrukcji żelbetowych i staloceramicznych dała właściwe rozwiązania zagadnienia. Konstrukcja żelbetowa lub staloceramiczna prefabrykowana posiada wszelkie dodatnie cechy konstrukcji stalowej: możliwości wykonania w zakładach fabrycznych elementów i zmontowania na miejscu budowy, dając jednocześnie oszczędności trzykrotne i więcej na stali w stosunku do konstrukcji stalowej oraz sześciokrotne oszczędności na drewnie w stosunku do konstrukcji żelbetowej nieprefabrykowanej.

Drewno w szeregu materiałów deficytowych zajmuje miejsce wyjątkowe. O ile deficyt innych materiałów drogą zwiększenia produkcji można w stosunkowo szybkim czasie zmniejszyć — to w odniesieniu do drewna ta metoda postępowania jest niemożliwa. Jak wiadomo produkcja drewna zależy od dwóch czynników: powierzchni obszarów zalesionych i rocznego przyrostu masy drewna. Powierzchnię zalesienia możemy w pewnych granicach powiększać, lecz na przyrost roczny drewna nie mamy prawie żadnego wpływu. Stąd wniosek, że przy tempie wzrostu inwestycyj budowlanych, jakie przewiduje Plan 6-letni, deficyt drewna będzie stale się powiększał. Wydajność obecna naszych lasów, wyniszczonych przez okupanta, jest niska i według danych Ministerstwa Lasów Państwowych dla trzeciej klasy bonitacji wynosi średnio z jednego hektara lasu 100-letniego około 150 m sześciennych grubizny, co daje 110 metrów sześc. tarcicy z jednego hektara.

Budownictwo przemysłowe i mieszkaniowe pochłania około 75% całej naszej produkcji drewna, więc na tym odcinku należy poszukiwać rozwiązań oszczędnościowych. Konstruktorzy widzą to rozwiązanie w jak najszerszym stosowaniu w budownictwie elementów prefabrykowanych. Ponieważ w konsekwencji prefabrykacja pociąga za sobą dalsze zwiększenie stopnia mechanizacji budowy, a więc i szybkości wykonawstwa oraz daje uniezależnienie robót budowlanych od pory roku — korzyści więc z takiej metody projektowania są wielostronne.

Dla przykładu podamy przeciętne zużycie drewna przy wykonaniu konstrukcji żelbetowych nieprefabrykowanych, hali fabrycznej parterowej i konstrukcji szkieletowej wielokondygnacjowej, obliczone w założeniu trzykrotnego użycia desek i pięciokrotnego użycia stempli zgodnie z PN-B/653. Zużycie drewna dla hali fabrycznej parterowej o przeciętnej wysokości 6,0 m w przeliczeniu na jeden metr kwadratowy rzutu poziomego wynosi średnio 0,025 metrów sześciennych, a więc dla wybudowania hali o powierzchni 10.000 m² (100 x 100 m = 1 ha) zużywa się średnio 250 m³ tarcicy, dla uzyskania której należy wyciąć około 2,5 ha lasu stuletniego. Jeszcze gorzej sprawa przedstawia się przy wykonawstwie wielopiętrowych konstrukcji szkieletowych. Patrząc na wznoszony budynek szkieletowy każdy zdaje sobie sprawę, że pochłania on cały las drewna. W przeliczeniu na cyfry zużycie wynosi na 1 m³ wznoszonej konstrukcji szkieletowej średnio 0,020 m³ drewna, czyli budynek o kubaturze 50.000 m³ (15,0 x 20,0 x 170 m) pochłania 1.000 m³ tarcicy, dla uzyskania której trzeba wyciąć około 9 ha lasu 100-letniego. Dodać należy, że drewno użyte do deskowania konstrukcji żelbetowych schodzi z budowy jako materiał całkowicie odpadkowy, nadający się tylko na opał.

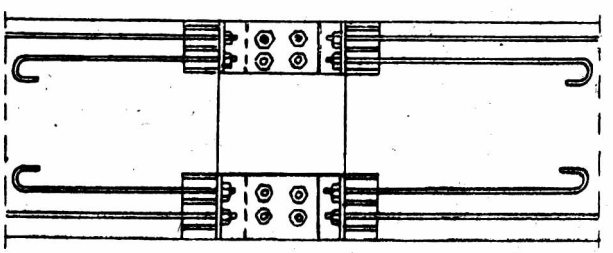
Racjonalnie zaprojekowana prefabrykacja konstrukcji żelbetowych zmienia cyfry zużycia drewna w sposób zasadniczy w kierunku znacznych oszczędności. W Centralnym Biurze Studiów i Projektów Budownictwa Przemysłowego opracowano szereg projektów hal fabrycznych prefabrykowanych, gdzie zużycie drewna spada do cyfry 0,004 a nawet do 0,002 metrów³ na 1 m² rzutu poziomego, co daje oszczędności 6-krotne w stosunku do deskowań ciesielskich, wykonywanych na miejscu sposobem tradycyjnym. Przy prefabrykacji konstrukcji szkieletowych oszczędności na drewnie mogą być rów-

nież 6-krotne, jak to wykazują teoretyczne opracowania przeprowadzone przez Dział Studiów CBS i PBP.

Projektowanie konstrukcji prefabrykowanych jest zagadnieniem specjalnym o odrębnych wymaganiach i nie może opierać się na dotychczasowych szablonowych wzorach projektowania konstrukcji żelbetowych, wykonywanych tradycyjnie w deskowaniach ciesielskich. Konstruktor projektujący halę fabryczną, magazyn czy budynek szkieletowy prefabrykowany, musi już w fazie tworzenia szkicu koncepcyjnego przemyśleć i ustalić trzy zasadnicze elementy projektu: 1) schemat konstrukcji 2) metodę wykonania elementów prefabrykowanych 3) sposób ich montażu. Te trzy zagadnienia są ze sobą ściśle zespolone i niecelowe byłoby projektowanie schematu konstrukcji bez rozwiązania sposobu wykonania elementów i ich montażu.

Omówimy po kolei każde zagadnienie.

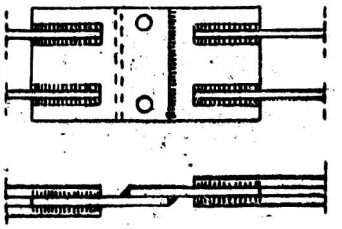
1) Schemat konstrukcji. Zagadnieniem trudnym, nie mającym jeszcze dobrych rozwiązań, jest łączenie elementów prefabrykowanych w ustroje ciągłe i monolityczne, dlatego schematy konstrukcji prefabrykowanych przyjmuje się zwykle najprostsze, dające się rozbić na szereg elementów niezależnych. Prefabrykacja konstrukcji ramowych sprowadza się w tej chwili do rozwiązania zagadnienia węzłów. Jeżeli zachodzi konieczność łączenia w celu uzyskania monolityczności, jak na przykład w belkach ciągłych i ramach, należy je przewidzieć w miejscach najmniejszych lub zerowych momentów gnących. W Związku Radzieckim zagadnienie złącz zostało już od dawna przestudiowane przez konstruktorów na drodze teoretycznej i praktycznej, dzięki czemu inżynierowie radzieccy obecnie są w posiadaniu poważnego do-



Rys. 1. Złącze stalowe. Wszystkie połączenia wykonane przy pomocy śrub

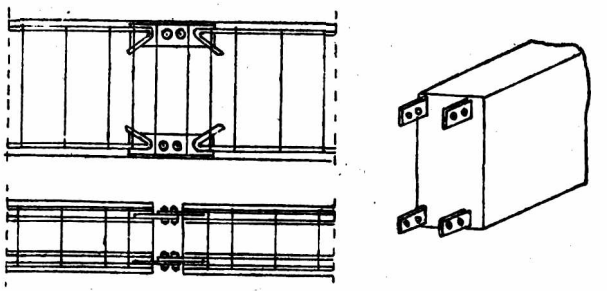
robku w tej dziedzinie. Istnieje wiele rozmaitych złącz, lecz wszystkie one pod względem głównego założenia konstrukcyjnego dadzą się podzielić na dwie zasadnicze grupy: złącza stalowe i złącza żelbetowe.

Przy złączach stalowych pomiędzy końce dwóch łączonych ze sobą elementów żelbetowych prefabrykowanych wprowadza się fragment konstrukcji stalowej; są to przeważnie blachy na kształt blach węzłowych lub po prostu płaskowniki, przymocowane do czoła elementów łączonych a usztywnione kątownikami lub celownikami. Nałożone na siebie blachy połączone zostają przy pomocy nitowania, śrub lub spawania. Złącze stalowe pozostaje otwarte lub może być obetonowane w celach ochrony przeciwko korozji lub przeciwpożarowej i charakteryzuje się tym, że beton odgrywa w nim rolę podrzędną lub nie występuje wcale, przekazywanie zaś sił z jednego elementu prefabryko-



Rys. 2. Złącze stalowe. Do prętów uzbrojenia przyspawane są blachy. Przy montażu łączy się blachy śrubami, następnie spawa i usuwa śruby

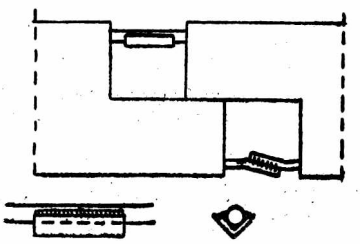
wanego na drugi, odbywa się jedynie przy pomocy konstrukcji stalowej. Główną zaletą złącz stalowych jest łatwość i szybkość ich montażu i to bez względu na porę roku oraz zdolność do przyjmowania ciałkowitego obciążania obliczeniowego bezpośrednio po skończonym montażu. Poza tym konstrukcja może być bez uszkodzenia części składowych rozebrana i ponownie



Rys. 3. Złącze stalowe. Do prętów uzbrojenia przyspawane są blachy, które przy montażu łączone są śrubami i zabetonowane

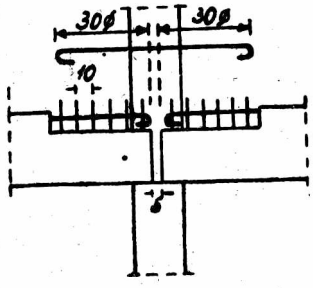
zmontowana w innym miejscu. Istotną zaś wadą tych złącz jest ich mała sztywność. Ustalono doświadczalnie, że sztywność ustroju posiadającego złącze stalowe jest prawie trzykrotnie mniejsza od sztywności takiegoż ustroju bez złącza.

Przy złączach żelbetowych z czoła części łączonych wypuszczone zostają specjalne pręty uzbrojenia o odpowiednich wymiarach i kształtach, zależnie do systemu złącza i dostosowane do kierunku i wielkości przekazywanych sił. Pręty te, po należytym ustawieniu prefabrykatów w ostatecznej pozycji obetonowuje się, tworząc w ten sposób właściwe połączenia i na-

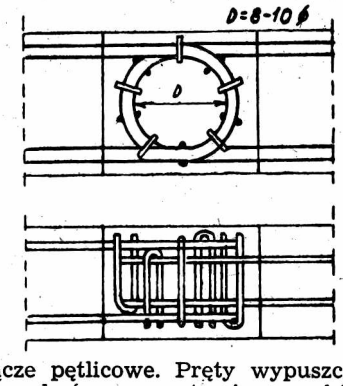


Rys. 4. Złącze żelbetowe. Wypuszczone pręty uzbrojenia spawane w nakładkę, po czym obetonowane

dając ustrojowi ciągłość zgodną z założeniami nie tylko pozorną, ale i faktyczną. W tym wypadku beton w złączu jest elementem konstrukcyjnym i pominięty być nie może. Załączone rysunki podają kilka typów rozwiązań. Na szczególną uwagę zasługuje złącze pętlicowe systemu akademika Perederia o pętlach pionowych lub poziomych. Złącze to dzięki swym licznym zaletom znalazło szerokie zastosowanie w poważnych inżynierskich konstrukcjach Związku Radzieckiego. Oparte jest na zasadzie wypuszczania z końców elementów łączonych pętli koncentrycznych, które po odpowiednim uzbrojeniu dodatkowym zostają zabetonowane.

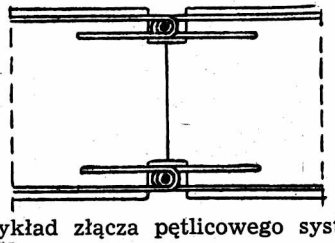


Rys. 5. Najczęściej stosowany typ złącza. Uzbrojenie wypuszczone z prefabrykatu łączy się dodatkowymi prętami i zabetonowuje

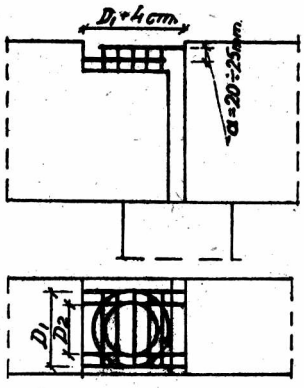


Rys. 6. Złącze pętlicowe. Pręty wypuszczone z czoła elementu są zakończone prętami, przez które przewleka się pręty poziome i zabetonowuje

Przy dzieleniu konstrukcji na poszczególne elementy należy określić największą dopuszczalną wagę jednego elementu, uwarunkowaną nośnością będących do dyspozycji dźwigów, przy czym należy starać się, aby nie było dużych dysproporcji między wagą elementów najlżejszych i najcięższych. Pozwala to na użycie i należyte wykorzystanie jednego typu dźwigu na budowie. Sposoby wzajemnego łączenia elementów muszą być szczególnie starannie opracowane. Przy łączeniu przez proste oparcie jednego elementu na drugim mniejszy wymiar zetknięcia się powierzchni winien być przy elementach lżejszych, np. płyty min. 5 cm zaś przy elementach cięższych, jak belki dźwigary i podciągi kratowe min. 15 cm. Należy tu liczyć się z możliwościami wykonastwa prefabrykatów, które nie osiągnęło jeszcze precyzji wykonania zbrojenia i form do betonu oraz z tym, że tolerancje dopuszczalne muszą się jeszcze utrzymywać w granicach ± 3 cm, w zależności zresztą od wielkości elementów.



Rys. 7. Przykład złącza pętlicowego syst. Perederia

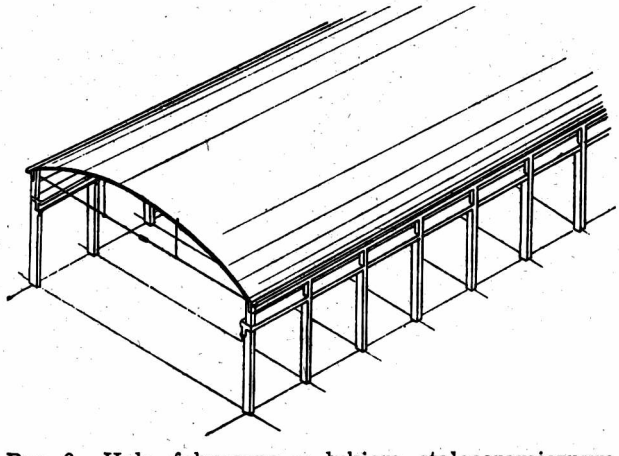


Rys. 8. Przykład złącza pętlicowego, poziomego

Złącza wykonywane w mokrym betonie są na ogół kłopotliwe w wykonawstwie oraz przedłużają czas montażu konstrukcji tak, że raczej należy ich unikać.

Każdy element prefabrykowany musi być przeliczony również na fazę montażu z dokładnym podaniem miejsc uchwytu przez dźwig w chwili podnoszenia.

Z dotychczasowych doświadczeń w dziedzinie projektowania konstrukcji prefabrykowanych wynika, że nie każdy układ statyczny daje się racjonalnie zaprojektować z zastosowaniem prefabrykacji. Należy tu postępować ostrożnie i nie zakładać z góry, że wszystko da się równie dobrze sprefabrykować, dając oszczędności materiałowe i na czasie wykonawstwa. Prefabrykacja wymuszona jest założeniem całkowicie błędnym. O tym czy konstrukcję opłaci się zaprojektować jako prefabrykowaną decyduje również ilość powtarzających się elementów. Przy małych ilościach prefabrykacja nie opła-



Rys. 9. Hala fabryczna z łukiem staloceramicznym, prefabrykowanym o rozp. 24.00 m., wykonanym z pustatków „DS". Słupy, belki podsuwnicowe i belki wieńczące wykonane są w deskowaniu. Schemat montażu tej hali na rys. 10

ca się, gdyż nie wykorzystuje w należytym stopniu form i kosztownego sprzętu montażowego.

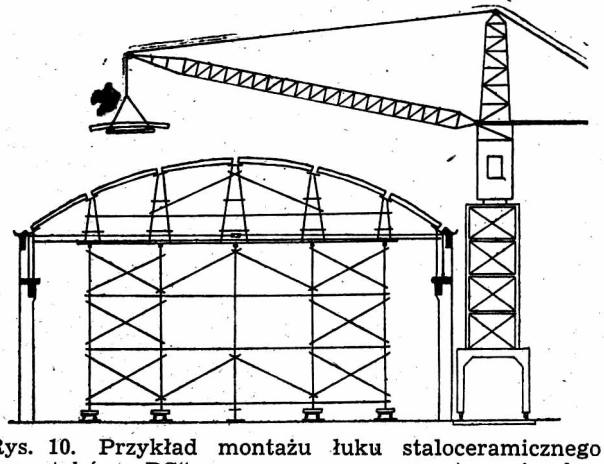
W obecnej chwili należy uważać za celowe rozwiązania całkowicie prefabrykowane następujących konstrukcyj:

a) W dziedzinie projektowania hal fabrycznych — układy słupowo - belkowe ze słupami i podciągami kratowymi na dwóch podporach lub podciągami o ściankach pełnych systemu Gerbera z otworami dla zmniejszenia wagi lub bez otworów, z przykryciem stropodachem z elementów żelbetowych lub staloceramicznych.

b) W dziedzinie projektowania budynków mieszkalnych i biurowych — stropy międzypiętrowe, dachy i stropodachy, klatki schodowe.

Do częściowej prefabrykacji nadają się następujące konstrukcje:

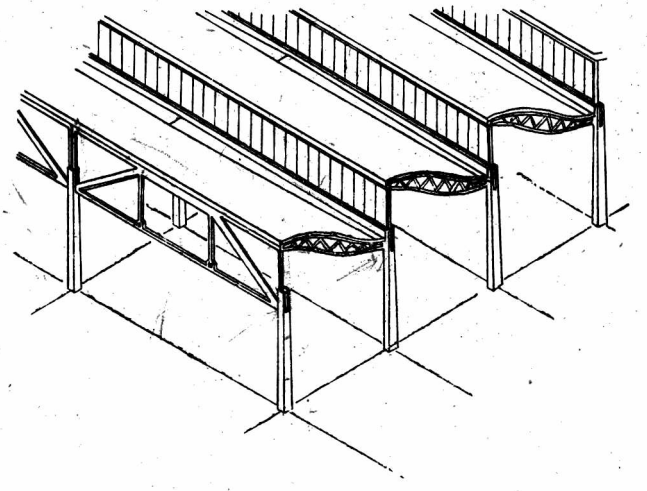
a) przy projektowaniu hal fabrycznych: układy słupowo - belkowe z suwnicami, gdzie słupy, belki podsuwnicowe i podciągi pełne wieloprzęsłowe betonuje się w deskowniach ciesielskich a stropodachy wykonuje się z elementów żelbetowych lub staloceramicznych prefabrykowanych, b) przy projektowaniu budynków mieszkalnych i biurowych — konstrukcje szkieletowe wielokondygnacjowe, gdzie szkielet jest betonowany w deskowniach ciesielskich a stropy wykonuje się z elementów prefabrykowanych, wiązanych ze szkieletem w trakcie wykonywania podciągów.



Rys. 10. Przykład montażu łuku staloceramicznego z pustaków „DS", na przesuwnym rusztowaniu, bez deskowania. Cały cykl operacji przy montażu sklepienia dług. 12,0 m trwa 5—7 dni.

Konstrukcje prefabrykowane całkowicie jak i częściowo są zawsze mniej sztywne od konstrukcji monolitycznych, dlatego przy projektowaniu należy zwrócić szczególną uwagę na zapewnienie stateczności budowli bądź przez zamocowanie słupów w stropach fundamentowych lub palach, bądź też przez wprowadzenie elementów sztywności geometrycznie niezmiennych.

Konstrukcje prefabrykowane wymagają użycia materiałów wysokowartościowych zarówno stali, jak betonu i ceramiki w celu zmniejszenia przekrojów elementów konstrukcyjnych a tym samym i ich wagi. Stal stosujemy przeważnie OW50 żebrowaną o granicy plastyczności 3600 kg/cm², betony o markach powyżej 250, ceramikę o wytrzymałości 400 kg/cm². Betony o dużej wytrzymałości muszą być wykonywane przy użyciu wysokiej jakości kruszywa, cementu marki 350 i wibrowane wibratorami powierzchniowymi w formach stojących i leżących a wgłębnymi w formach ślizgowych.

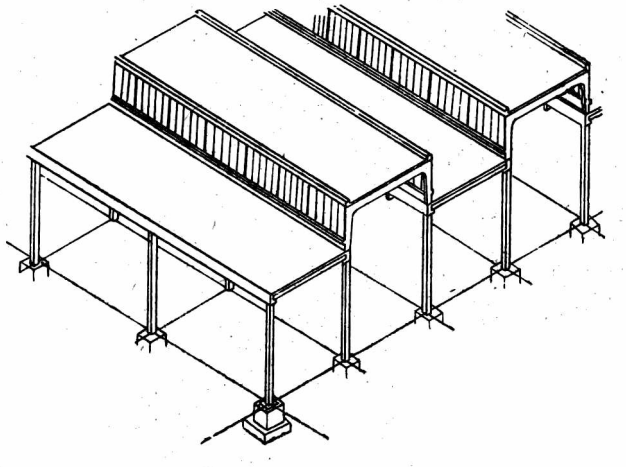


Rys. 11. Przykład hali całkowicie prefabrykowanej. Siatka słupów 6,0x12,0 m. Na słupach prefabrykowanych wsparte są dźwigary ramowe, na nich opierają się belki kratowe, przykryte beleczkami staloceramicznymi z pustaków „DS". Dźwigary kratowe dzięki prefabrykacji przestały być przywilejem konstrukcji stalowych.

Największe stosowane dotychczas rozpiętości elementów konstrukcyjnych prefabrykowanych sięgają 15 m, maksymalnej wagi do 8 ton. Należy jednak utrzymać rozpiętość w granicach optymalnych 9 — 12 m a ciężar nie powinien przekraczać 3 ton z uwagi na sprzęt, jaki mamy obecnie i wygodę montażu.

Do prefabrykacji szczególnie nadaje się beton wstępnie sprężony, lecz o projektowaniu konstrukcji przedprężonych, jako o zagadnieniu specjalnym, nie będziemy mówili.

Projektowanie konstrukcji prefabrykowanych powinno opierać się na przyjętym w Polsce module budowlanym 3 m. Daje to nieocenione korzyści przy uruchomieniu produkcji



Rys. 12. Przykład hali całkowicie prefabrykowanej. Na belkach syst. Gerbera wsparte są żebra i ramy świetlikowe, na których ułożone są żelbetowe płyty dachowe z bet. żużlowego.

elementów typowych a nawet całych zespołów konstrukcyjnych.

Metody wykonania elementów prefabrykowanych muszą być znane w ogólnych zarysach każdemu konstruktorowi przystępującemu do projektowania konstrukcyj prefabrykowanych, aby nie popełniał zasadniczych błędów w tej dziedzinie. Spośród coraz powszechniej stosowanych i projektowanych prefabrykatów wydzielić można dwie zasadnicze grupy:

1. Elementy znormalizowane, produkowane masowo przez Zakłady Prefabrykacji, a mogące mieć zastosowanie na każdej budowie — są to prefabrykowane stropy (TK, DMS, NH itp.), nadproża, okna żelbetowe, płyty dachowe, pustaki ścienne itd. Elementy te pod względem celowości i ekonomii są już przepracowane, nie ulegają więc zasadniczo udoskonaleniom a tylko przeobrażeniom.

W Związku Radzieckim — w zakładach nastawionych na taką właśnie seryjną produkcję stosowany jest zazwyczaj system taśmowy, polegający na tym, że element konstrukcyjny odbywa drogę od początkowego do końcowego etapu produkcji, przechodząc przez szereg cyklów wytwórczych, a więc montaż uzbrojenia, wypełnienie form betonem, wibrowanie, przeniesienie do dojrzewalni, rozformowanie i składowanie gotowych elementów.

Drugi sposób, który nazwać można systemem potokowym, polega na tym, że formy podczas produkcji pozostają na miejscu, zaś czynności produkcyjne wykonywane są kolejno przez wykwalifikowanych w poszczególnych pracach robotników.

Elementy prefabr. wykonuje się w formach, które ze względu na materiał z jakiego są wykonane dzielą się na: drewniane, stalowe i betonowe. Formy drewniane są stosunkowo tanie, jednak ze względu na szybką i łatwą zniszczalność użyte być mogą najwyżej 20 — 30 razy. Poza tym nie są one dokładne, gdyż pod wpływem wody paczą się i skręcają.

Dlatego też dla galanterii prefabrykowanej, wymagającej gładkiej i równej powierzchni, ostrych kantów i jednostajnych przekrojów (ramy okienne, parapety, gzymsy) wykonuje się formy stalowe, spawane bądź tłoczone.

Dla elementów większych wymiarów i bardziej skomplikowanych stosowane są formy betonowe, o powierzchniach wygładzanych żelazkiem (wypalanych), na których wykonuje się elementy jak na matrycach. Zaletą tych form jest możliwość zastosowania doskonalszych metod dojrzewania, które uzyskujemy przez wbudowanie w ścianki form przewodów rurowych, za pomocą których podgrzewa się beton do temp. 40 — 60° C. W celu ułatwienia wyjęcia gotowych elementów z form betonowych zaopatruje się je w specjalne urządzenia hydrauliczne wyciskowe.

2. Elementy projektowane indywidualnie dla poszczególnych budów zamawiane w Zakładach Prefabrykacji bądź też produkowane na miejscu budowy.

Zorganizowanie produkcji na miejscu budowy (zwłaszcza większych i cięższych elementów o stosunkowo nieskomplikowanym kształcie) obniża znacznie koszty transportu oraz odciąża Zakłady Prefabrykacji, które, znajdując się jeszcze w stadium rozbudowy nakreślonej Planem 6-letnim, nie są w stanie podołać rosnącemu wciąż zapotrzebowaniu. Z drugiej znów strony, zorganizowanie produkcji na miejscu budowy natrafia, zwłaszcza w ośrodkach odległych od miast, na znaczne trudności spowodowane brakiem odpowiednio wyszkolonych sił fachowych.

Wydaje się, że najwłaściwsze i najlepsze rozwiązanie tego problemu leży w zorganizowaniu przez Zakłady Prefabrykacji specjalnych ekip wyjazdowych, wysyłanych na budowy wraz z gotowymi formami, sporządzonymi w Zakładach.

Jeśli chodzi o metody wykonania elementów na budowie, to zasadniczo przyjęły się trzy rodzaje:

a) w formach stojących
b) „ leżących
c) „ leżących ślizgowych.

a) Formy stojące nadają się do betonowania elementów płaskich, wysokich, symetrycznych względem jednej płaszczyzny i składają się z dwóch jednakowych połówek, rozbieranych po zabetonowaniu w całości. Klasycznym przykładem form stojących były formy użyte do betonowania dźwigarów szedowych kratowych przy budowie Fabryki Samochodów Osobowych na Żeraniu. Wielokrotność użycia tego typu form waha się w granicach 15 — 20 razy. Wadą jest znaczny ich ciężar i duże zużycie materiału drzewnego.

b) Formy leżące nadają się do prefabrykacji elementów niesymetrycznych mniejszych wymiarów, gdzie problem podnoszenia do pionu nie odgrywa zasadniczego znaczenia. Zaletą jest mniejsze zużycie drewna w stosunku do form stojących, wadą konieczność rezerwowania dużych powierzchni do prefabrykacji na placach budowy.

c) Formy leżące, ślizgowe eliminują wady dwu poprzednich typów form, utrzymując i zwielokrotniając ich zalety. Zasada form ślizgowych znana była już od dawna przy betonowaniu elementów wieżowych (ścian) jednak w zastosowaniu do prefabrykacji dała wyniki rewelacyjne zarówno w oszczędności materiału drzewnego, jak również w oszczędności czasu na deskowanie i rozformowanie oraz miejsca na wykonanie prefabrykatów. Jedyną wadą tej metody jest to, że elementy przeznaczone do prefabrykacji muszą być projektowane w sposób specjalny, a mianowicie podstawowym warunkiem możności zastosowania form ślizgowych jest utrzymanie jednego stałego wymiaru elementu, zazwyczaj jego grubości.

Deskowanie ślizgowe dla produkcji elementów prefabrykowanych posiada dno (które w poszczególnych wypadkach może być zastąpione gotowym już elementem prefabrykowanym) i deskowanie boczne o wysokości równej dwu grubościom elementu. Deskowania te są niezależne, niczym ze sobą nie związane, tak że forma składa się z tylu oddzielnych desek ile jest ścian bocznych prefabrykatów. Deskowania posiadają wzmocnienia boczne, w których wywiercone są dwa otwory, trafiające ściśle w środek grubości przyszłych elementów. Betonowanie pierwszego elementu wykonujemy w deskowaniach, przymocowanych do dna formy. Po ułożeniu zbrojenia i naniesieniu betonu przepychamy przez górne otwory w płaszczyznach bocznych specjalnie przygotowane bolce z żelaza okrągłego. Po związaniu betonu, co następuje zwykle już po 24 godzinach wyjmujemy bolce, zwalniamy dolne śruby, odejmujemy płaszczyzny boczne, przesuwamy je o jedną grubość elementu w górę i przetykając śruby przez otwory pozostałe po wyjęciu bolców, przymocowujemy deski boczne do świeżo wykonanego elementu. Górna wystająca połowa płaszczyzn stanowi deskowanie dla następnego elementu. W celu przeciwdziałania wiązaniu się betonów sąsiednich elementów dajemy między nie przedkładkę z papy lub papieru nasyconego tłuszczem, układamy zbrojenie i betonujemy następny element. Stos takich elementów, wykonanych jeden na drugim można doprowadzić do wysokości 1,5 m i wyżej — zależy to od wygody betonowania.

Montaż konstrukcji z elementów prefabrykowanych musi być przemyślany i zaprojektowany jako integralna część całego projektu. Dobrze opracowany program montażu powinien zawierać lub określać:

a) rozplanowanie składowisk elementów, sposób i środki transportu w obrębie budowy,

b) dźwigi — rodzaj, nośność, zasięg działania, trasy torowisk w czasie montażu.

c) projekt rusztowań i stężeń pomocniczych wraz z obliczeniami statycznymi,

d) kolejność i sposób montażu poszczególnych elementów,

e) rodzaj połączeń stałych,

f) kolejność i czas usuwania rusztowań i stężeń pomocniczych.

Brak programu montażu i wszelka późniejsza improwizacja na budowie prowadzi nieuchronnie do zwiększenia kosztów konstrukcji prefabrykowanej. Na rysunku widzimy schemat montażu łuku staloceramicznego z beleczek prefabrykowanych.

Koszty konstrucji prefabrykowanych

Na całość kosztów konstrukcji prefabrykowanych składają się następujące czynniki: 1) koszt wykonania prefabrykatów w wytwórni lub na budowie, 2) koszty transportu elementów do miejsca wbudowania, 3) koszt montażu prefabrykatów.

Dotychczasowe wyniki kalkulacji kosztów już wykonanych konstrukcji prefabrykowanych oparte na kosztach własnych przedsiębiorstw wykazują utrzymanie kosztów na tym samym poziomie lub małe ich zwiększenie w stosunku do konstrukcji wykonywanych metodami tradycyjnymi. Jaka jest przyczyna tego stanu rzeczy, że zamiast uzyskiwać dzięki prefabrykacji znaczną obniżkę kosztów budowy utrzymujemy się na tym samym poziomie lub przekraczamy dotychczasowe koszty? Czy wobec tego samo założenie projektowania konstrukcyj prefabrykowanych nie jest błędne? Odpowiedź na to pytanie jest jedna: prefabrykacja powinna dawać i w rzeczywistości daje oszczędności w kosztach budowy, ale pod warunkiem, że jest celowo zaprojektowana i wykonana. Niestety do chwili obecnej te postulaty na wielu budowach nie zostały całkowicie przeprowadzone. Brak normatywów na wykonanie elementów prefabrykowanych, improwizacja w dziedzinie konstrukcji form, brak właściwego sprzętu montażowego, dostosowanego do charakteru konstrukcji — to są zasadnicze przyczyny, że koszt konstrukcji prefabrykowanych nie uległ wydatnej obniżce. Poza tym podstawy kalkulacyjne kosztów konstrukcji prefabrykowanych są w tej chwili błędne.

W gospodarce socjalistycznej ceny jednostkowe materiałów deficytowych ustalane są na podstawie kosztów własnych produkcji bez uwzględnienia prawa podaży i popytu, które panuje w gospodarce kapitalistycznej. Dla uzyskania zatem właściwego obrazu kosztów budowy, gdzie używane są materiały deficytowe powinien być wprowadzony do cen jednostkowych tych materiałów pewien współczynnik, większy od jedności (nazwijmy go „współczynnikiem wartości gospodarczej"), przez który należałoby mnożyć ceny, aby uzyskać właściwe ich proporcje. Wtedy dopiero porównanie kosztów budowy tradycyjnej i kosztów budowy prefabrykowanej, oszczędzającej materiały deficytowe, da w wyniku obraz rzeczywistych oszczędności przy stosowaniu prefabrykacji.

Jeżeli dodatkowo wprowadzimy „współczynnik oszczędności czasu" wykonania budowy i „współczynnik równomierności zatrudniania sił roboczych", wzajemne ukształtowanie się kosztów konstrukcji tradycyjnych i konstrukcji prefabrykowanych przechyli się wyraźnie na korzyść tych ostatnich.

Wytyczne na przyszłość

W powyższym syntetycznym skrócie wykazaliśmy bezsporne korzyści ekonomiczne płynące ze stosowania prefabrykatów. Dzięki seryjnej produkcji elementów konstrukcyjnych możemy znacznie szybciej i taniej budować, i prędzej wykonywać plany inwestycyjne nakreślone zadaniami Planu 6-letniego. Pomimo jednak tych bezspornych korzyści zakres stosowania prefabrykatów w Polsce jest dotychczas niedostateczny. Przyczyna tego z jednej strony leży w ograniczonych możliwościach produkcyjnych

Zakł. Pref., które dopiero w Planie 6-letnim osiągną olbrzymi potencjał produkcyjny, z drugiej zaś strony w konserwatyzmie wykonawstwa, przyzwyczajonego do starych form pracy i niechętnie odnoszącego się do rzeczy rewelacyjnie nowych oraz w niewłaściwym często podejściu konstruktorów, którzy projektując konstrukcje prefabrykowane nie liczą się z możliwościami wykonawstwa. To błędne podejście projektantów wypływa przede wszystkim z braku systematycznej akcji informacyjnej w dziedzinie prefabrykacji.

Dotychczasowe prace polskiego świata technicznego w dziedzinie projektowania konstrukcji prefabrykowanych posunięte zostały tak daleko, iż wydaje się, że dalsze koncepcje w tej dziedzinie będą się stawały coraz to trudniejsze pod względem osiągania konkretnych korzyści, w porównaniu z osiągnięciami dotychczasowymi. Dlatego należy przyjąć jako zasadę, że większość projektantów powinna w projektowaniu stosować znane i wypróbowane rozwiązania, a jedynie nieliczny odsetek konstruktorów, zgrupowany z reguły w Działach Studiów zajmować się będzie poszukiwaniem nowych pomysłów i dokładnym ich opracowaniem oraz oddawać je do użytku projektującemu ogółowi.

Jeśli taka zasada jest słuszna, to projektowanie konstrukcji prefabrykowanych odbywać się powinno:

A) ze znanych, wykonywanych i skatalogowanych prefabrykatów i

B) z prefabrykatów nowych, dotychczas niestosowanych i nieskatalogowanych.

Do projektowania w typie „A" potrzebne będą:

a) stale aktualizowane katalogi prefabrykatów i konstrukcji prefabrykowanych zawierające dane odnośnie konstrukcji i statyki.

b) pewność, że prefabrykat jest osiągalny na rynku.

c) pewność, że budowa będzie dysponowała odpowiednim sprzętem i odpowiednio wyszkolonym personelem.

Do projektowania w typie „B", wykonywanego z reguły przez wybranych b. doświadczonych konstruktorów potrzebne będą:

a) świadomość projektanta o osiągnięciach prefabrykacji w kraju i za granicą,

b) utrzymywanie kontaktu z przewidzianym wykonawcą projektowanego obiektu,

c) bardzo dokładne opracowanie norm, instrukcji o wykonaniu prefabrykatów, ich montażu itp.

W celu postawienia w sposób właściwy zagadnienia prefabrykacji CBS i PBP (obecnie Biuro Studiów i Projektów Typowych Bud. Przemysłu w Warszawie) wysunęło swego czasu szereg tez, których realizacja przyczyni się niewątpliwie do usunięcia wielu trudności na tym polu. Tezy te, podane w skrócie są następujące:

1) Należy zorientować projektujących jakimi materiałami lub wyrobami oraz w jakich ilościach mogą dysponować.

2) Należy ustalić wskaźniki gospodarczej wartości materiałów deficytowych, tj. współczynniki, przez które pomnożona cena rynkowa tych materiałów dawałaby ich faktyczną gospodarczą wartość, a w konsekwencji możność oceny, czy opracowywany projekt jest racjonalny pod względem gospodarczym, chociaż droższy w cenie.

3) Dokumentacja techniczna winna zawierać jako część składową instrukcje dla wykonawcy, dotyczące sposobu wykonania i montażu konstrukcji.

4) Przed przystąpieniem do projektowania należy każdorazowo ustalić (o ile to możliwe) jakiemu przedsiębiorstwu zostanie powierzona budowa obiektu i w jakie środki mechaniczne będzie ona wyposażona.

5) Należy zapewnić należyty poziom wykonawstwa, a to przez organizację kursów dla szkolenia odpowiednich kadr wykonawców w dziedzinie produkcji i montażu elementów prefabrykowanych oraz zorganizowanie wyjazdowych ekip fabrycznych, do których dyspozycji będą również formy przywożone z fabryk.

6) Należy zapewnić odpowiedni kontakt projektanta z wykonawcą w okresie budowy. Pozwoli to na obserwację warunków, w jakich budowa się odbywa, porównanie z założeniami, przewidzianymi przy projektowaniu, konsultacje i wnioski, umożliwiające na przyszłość korygowanie ewent. błędów projektującego.

7) Należy umożliwić i zorganizować przeprowadzanie na próbnych odcinkach badań części lub całości konstrukcji, poszczególnych elementów, połączeń węzłowych itp. jeszcze przed ewent. masowym zastosowaniem i umieszczeniem w katalogu.

8) Należy opracować instrukcje, dotyczące projektowania elementów prefabrykowanych oraz całych konstrukcji, łatwych w wykonaniu i montażu.

9) Należy postawić na należytym poziomie tronę informacyjną a więc zaprowadzić stale aktualizowany katalog elementów i konstrukcji prefabrykowanych, sporządzić katalog używanych w Polsce dźwigów do podnoszenia i montażu elementów, z podaniem ich opisu i charakterystyki.

10) W dążeniu do jak najdalej idącego obniżenia kosztów budowy należy zapewnić właściwą organizację robót przy wykonywaniu konstrukcji prefabrykowanych.

Prof. T. KLUZ

Betony sprężone jako elementy konstrukcyjne

A. WSTĘP

Największym osiągnięciem ostatnich lat w dziedzinie budownictwa są konstrukcje sprężone. Coraz szerzej stosowane są za granicą konstrukcje sprężone z betonu w postaci tzw. betonu kablowego względnie betonu strunowego. Rozwój betonu sprężonego, a tym samym i konstrukcji sprężonych, zależy od wysokiego stanu szeregu dziedzin budownictwa i nowoczesnych metod jak materiałoznawstwa, technologii materiałów, a specjalnie betonu i stali, metod mechanicznego zagęszczania, sztucznego dojrzewania betonu, jego odpowietrzania, usuwania nadmiaru wody itp. W dziedzinie betonu sprężonego oraz w wyżej wymienionych dziedzinach pokrewnych na specjalne podkreślenie zasługują osiągnięcia Związku Radzieckiego (b. proste metody tworzenia i produkcji betonów sprężonych, rozwój metod sztucznego dojrzewania, nowe metody obliczania itp.), następnie — Francji i Belgii (metody naciągów i zakotwień, zastosowania).

Rozwój betonu sprężonego u nas, jako dziedzina budownictwa uzależniona od wysokiego poziomu pokrewnych dziedzin budownictwa, technologii i od nowoczesnych metod budownictwa ma dopiero obecnie w ramach budownictwa Planu Sześcioletniego wszelkie dane do właściwego rozwoju.

Dlatego na czasie będzie podanie na tym miejscu zasadniczych wiadomości dotyczących betonu sprężonego w jego stanie obecnym.

B. ZASADNICZE WIADOMOŚCI O BETONIE SPRĘŻONYM

Powstanie i rozwój betonu sprężonego zawdzięczamy dwom przyczynom, a mianowicie:

1) Dążeniu do zastosowania w żelbecie stali wysokowartościowych, a to dla zmniejszenia zużycia żelaza.

2) Zmniejszeniu do minimum możliwości powstawania korozji stali przez usunięcie włoskowatych rys w betonie konstrukcji żelbetowych.

Znamy dobrze zalety i wady betonu jako materiału konstrukcyjnego. Wiemy, że najpoważniejszą wadą betonu w żelbecie jest jego mała wytrzymałość na rozciąganie, która wynosi zaledwie 10 do 15% jego wytrzymałości na ściskanie. Stąd powstała konieczność zastosowania wkładek stalowych w części rozciąganej betonu dla przeniesienia naprężeń rozciągających. Wiemy jednak o tym, że np. przy wytrzymałości betonu na rozciąganie 30 kg/cm² i przy założeniu, że odkształcenia betonu nie mogą być większe niż odkształcenia stali w strefie rozciąganej naprężenia w stali nie mogą przekroczyć 300 kg/cm². Ponieważ dopuszczamy w stali zbrojenia naprężenia od 1200 do 1400 kg/cm², więc z tego wynika, że zgadzamy się również na powstanie w strefie rozciąganej betonu drobnych włoskowatych rys. Rysy te, ich wielkość i ilość zależą od naprężeń w stali zbrojenia. Przy wyżej wspomnianych naprężeniach we wkładkach z normalnej stali konstrukcyjnej rysy te są niewidoczne gołym okiem i — choć zwiększają możliwość korozji żelaza zwłaszcza przy małej grubości otuliny — nie uważamy ich za szkodliwe dla bezpieczeństwa konstrukcji.

Gdybyśmy jednak zastosowali do zbrojenia wkładki ze stali wysokowartościowej np. o wytrzymałości 5 razy większej, to oczywiście wzrosłyby pięciokrotnie i naprężenia w stali, a tym samym powstałyby duże i widoczne rysy, które już byłyby szkodliwe nie tylko dla trwałości ale i dla bezpieczeństwa konstrukcji żelbetowej.

Równocześnie z bardzo znacznym powiększeniem się rys zastosowanie wkładek z tego rodzaju stali wysokowartościowych powoduje tak znaczne przesunięcie osi obojętnej ku górze i zmniejszenie grubości warstwy ściskanej betonu, że grubość ta może okazać się niewystarczająca do przeniesienia wypadkowej sił ściskających nawet w przypadku zastosowania betonu o wyższej niż normalnie wytrzymałości. Powyższe wady żelbetu usuwa sprężenie betonu. Główna różnica między betonem sprężonym, a betonem zbrojonym (żelbetem) polega na wprowadzeniu do przekroju betonu sił sprężających, wywołujących określony rozkład naprężeń ściskających jeszcze *przed obciążeniem* danej konstrukcji siłami zewnętrznymi (obciążenia od ciężaru własnego i użytkowego). Ponadto druga cechą charakterystyczną betonu sprężonego jest to, że te naprężenia wywołane sprężeniem są przeciwnego znaku niż naprężenia, jakie powstaną w przekroju pod obciążeniami zewnętrznymi. I tak w belce wolnopodpartej zginanej powstają pod obciążeniami zewnętrznymi naprężenia rozciągające w dolnej strefie betonu; w takiej więc belce z betonu sprężonego wprowadzamy przez sprężenie naprężenia ściskające w strefie dolnej przekroju tak, że po obciążeniu belki te naprężenia ściskające zostają zniesione lub zmniejszone przez powstające pod obciążeniem naprężenia rozciągające. Tym samym w rezultacie pod maksymalnym obciążeniem powstają w całym przekroju takiej belki sprężonej tylko naprężenia ściskające.

Ze sprężeniem, wywołującym korzystny dla nas rozkład naprężeń mamy nieraz do czynienia i w normalnych konstrukcjach budowlanych wykonywanych nie tylko przy zastosowaniu betonu, ale i innych materiałów konstrukcyjnych i budowlanych. Jako przykład zobrazowania naprężeń o charakterze omawianych naprężeń wstępnych, sprężających możemy

wziąć mur oporowy z betonu, cegły czy kamienia (fig. 1).

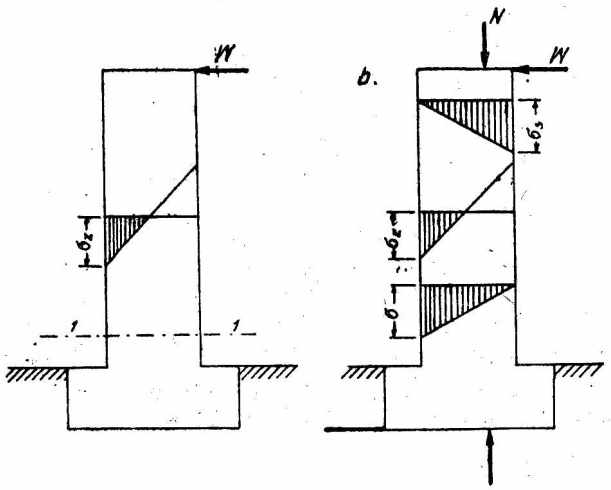


Fig. 1. Rozkład naprężeń w murze oporowym obciążonym poziomą siłą skupioną oraz siłą poziomą i siłą pionową zaczepioną mimośrodowo.

Nie uwzględniając ciężaru własnego muru siła pozioma zaczepiona w górnym narożu muru wywołuje np. w przekroju 1 — 1 muru naprężenia trójkątne zaznaczone w fig. 1a. W przypadku natomiast obciążenia tego samego muru dodatkowo pionową siłą skupioną N zaczepioną mimośrodowo w jednej trzeciej szerokości muru (o przekroju prostokątnym) powstają pod pionową siłą N naprężenia jak w górnym wykresie fig. 1b, a pod poziomą siłą skupioną W — naprężenia zaznaczone w wykresie środkowym fig. 1b. Pod sumarycznym działaniem obydwu sił powstają naprężenia trójkątne ściskające, jak w dolnym wykresie fig. 1b.

Siła skupiona mimośrodowa N może być wywołana np. obciążeniem ściany umieszczonej na tym murze oporowym, jak fig. 2a lub też

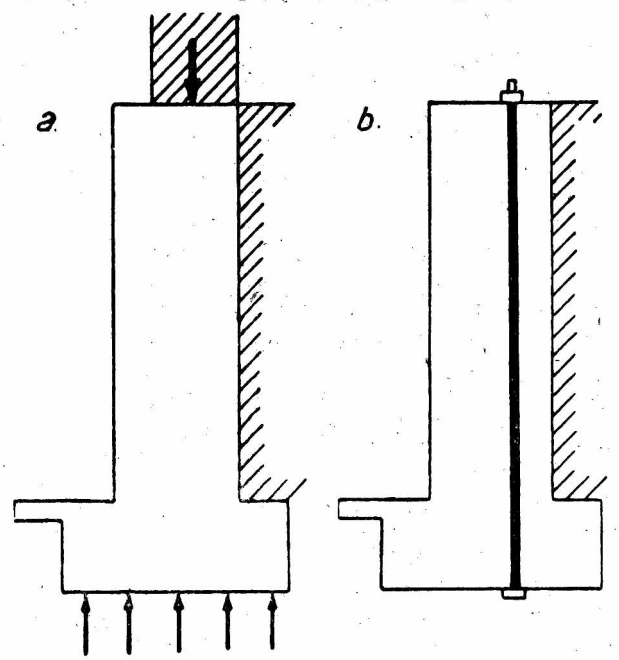


Fig. 2. Dwa sposoby sprężania muru oporowego mimośrodową siłą skupioną.

możemy ją wytworzyć przez zastosowanie w jednej trzeciej szerokości muru oporowego wkładki stalowej sprężonej, tzn. wkładki naciągniętej i wydłużonej siłą osiową o wartości równej np. sile skupionej N, np. przy użyciu śrub, podkładek i nakrętek (jak wskazano w fig. 2b).

Tego rodzaju rozkład naprężeń jak w fig. 2b zachodzi w każdej belce sprężonej zginanej. W słupach sprężonych np. linii wysokiego napięcia siłę sprężającą N musimy zaczepić w środku przekroju słupa, jeśli słup przenosi momenty zginające obustronne (np. od parcia wiatru). Wtedy mamy do czynienia z rozkładem naprężeń, jak w fig. 3a. W rezultacie — przy naprężeniach sprężających równych naprężeniom rozciągającym występujących przed działaniem momentu zewnętrznego — otrzymujemy w sumie maksymalne naprężenia ściskające we włóknach skrajnych, równe *dwukrotnej wartości* maksymalnych naprężeń sprężających (fig. 3a, trzeci wykres), podczas gdy w belce (jednostronnie) zginanej analogicznie naprężenie sumaryczne skrajne równe jest naprężeniu wywołanemu sprężeniem (fig. 3b — pierwszy i trzeci wykres). Z powyższego rozważania wynika, że w słupach poddanych działaniu obu-

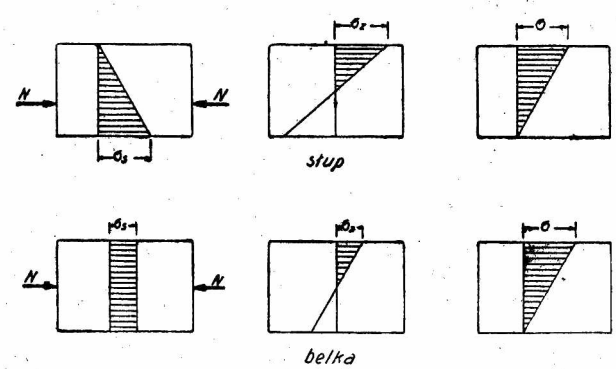


Fig. 3. Naprężenie w sprężonym słupie i w sprężonej belce.

stronnych momentów zginających możemy zastosować tylko częściowe sprężenie np. wysokości 50% w porównaniu ze sprężeniem, jakie zastosujemy np. w belce zginanej wolnopodpartej, wykonanej z betonu o tej samej wytrzymałości. Znacznie więc większe korzyści uzyskujemy pod tym względem z zastosowania betonu sprężonego do elementów poddanych jednostronnemu zginaniu, niż z zastosowania do słupów poddanych działaniu obustronnych momentów, zginających.

Pręty stalowe wysokowartościowe spręża się w najogólniejszym przypadku przy zastosowaniu jednej z dwu metod:

a) najpierw wykonuje się beton, a po jego stwardnieniu i uzyskaniu odpowiedniej wytrzymałości (np. dwie trzecie obliczeniowej wytrzymałości 28-dniowej) naciąga się pręty stalowe i przenosi sprężenie na beton; beton ten nazywamy *betonem* sprężonym *kablowym;*

b) najpierw naciąga się i spręża tym samym pręty stalowe, następnie betonuje się formę

i przez zwolnienie prętów po uzyskaniu odpowiedniej wytrzymałości betonu — przenosi się sprężenie z prętów na beton; ze względu na stosowanie tu jako prętów stalowych strun (fortepianowych) o małej średnicy, beton ten nazywamy *betonem* sprężonym *strunowym*.

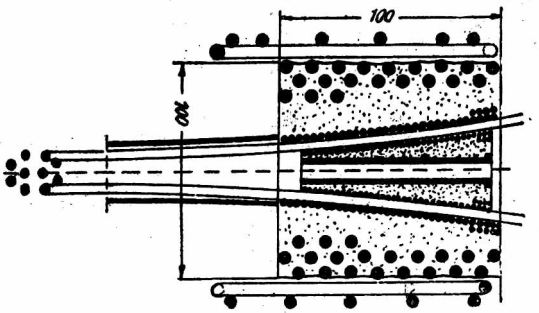


Fig. 4. Zakotwienie prętów kabla przy użyciu stożka blokującego w bloku kotwiącym.

W betonie kablowym przeniesienie siły sprężającej na beton uzyskuje się przez zakotwienie wiązki prętów przeciągniętych przez pozostawiony w belce otwór (kablowy) w obydwu płaszczyznach czołowych belki, a to przez rozchylenie prętów i ich zaklinowanie przy pomocy tzw. stożka blokującego, wykonywanego z betonu silnie uzwojonego (fig. 4). Do naciągu pęku prętów kabla używa się specjalnych pras hydraulicznych tak wykonanych, że po naciągnięciu prętów do z góry określonej wartości ustala się na stałe to położenie prętów przez zablokowanie prętów stożkiem blokującym (fig. 4) przy użyciu tej samej prasy hydraulicznej.

Zaletą tego typu prasy hydraulicznej jest przede wszystkim oszczędność na stali w miejscach zakotwienia koniecznych w innych systemach (płyty i elementy kotwiące), możliwość odblokowania kabla i dodatkowego naciągu dla zniesienia strat wywołanych na przykład pełzaniem betonu oraz równoczesny naciąg i zablokowanie wszystkich prętów.

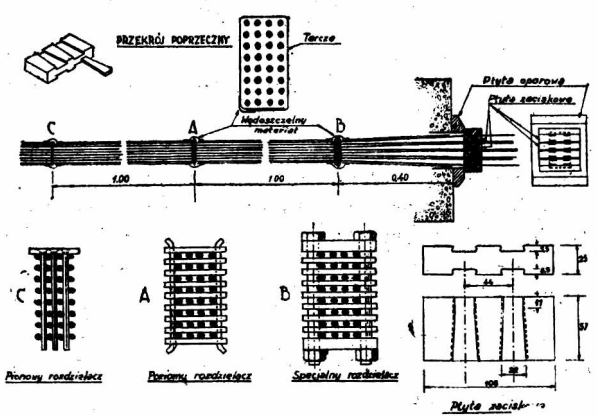


Fig. 5. Belgijski system zakotwienia prętów w betonie kablowym.

W praktyce używane są zasadniczo 2 typy pras hydraulicznych, a mianowicie: tym lekki na 8, 10 i 12 prętów stalowych ∅ 5 m/m względnie 7 m/m (najczęściej stosowane przekroje) o wadze około 75 kg oraz typ ciężki na 14, 16 i 18 prętów tej samej średnicy. Wyjątkowo są stosowane prasy do równoczesnego naciągu i znacznie większej ilości prętów (np. 32 pręty do wykonania hangarów z betonu kablowego w Karachi). Największa prasa tego rodzaju zaprojektowana została przez Freyssineta do równoczesnego naciągu i zablokowania aż 100 prętów ∅ 5 m/m i zastosowana we Francji do wykonania przegród dolin z betonu sprężonego.

Również wyjątkowo stosowane są bardzo małe prasy tego typu. Najmniejszą prasą zaprojektowaną również przez Freyssineta jest prasa do naciągu 2 prętów o średnicy cylindra prasy ok. 1½ cala.

Zasadniczo łatwiejsze jest użycie pras o małej ilości prętów, gdyż przy większej ilości prętów mamy trudności w przeniesieniu siły sprężającej ze stożka blokującego na beton danego elementu sprężonego, która i tak musi być przeprowadzana za pośrednictwem specjalnych bloków kotwiących z betonu uzwojonego (por. fig. 4), trudności w równomiernym rozmieszczeniu prętów w otworze kabla oraz większe prawdopodobieństwo nierównomiernego sprężenia wszystkich prętów naciąganych. Prasa hydrauliczna jest uważana w chwili obecnej za najlepsze rozwiązanie naciągu i blokowania prętów w betonie kablowym.

Są różne sposoby wykonania względnie ułożenia kabli, jak na przykład:

1. Pręty typowego kabla np. o 12 prętach ułożone są naokoło specjalnego rdzenia o średnicy ok. 20 m/m wykonanego z drutu ∅ 2,5 m/mw postaci zwoju cylindrycznego, o całkowitej średnicy ok. 2.5 cm; kabel tego rodzaju owija się paskami bituminy lub posmołowanego papieru, układa w formie względnie szalowaniu i betonuje formę

2. W betonie pozostawia się odpowiednie okrągłe lub prostokątne otwory (przy użyciu rur z cienkiej blachy lub specjalnych form wyciąganych w kilka godzin po zabetonowaniu) i przez te otwory przewleka się kable; ten sposób nadaje sie specjalnie przy stosowaniu krótkich elementów gotowych, z których po złożeniu, przeciagnieciu kabli i ich sprężeniu tworzy sie belki kablowe.

3. W betonie pozostawia się w ściankach bocznych specjalne zagłębienia, w których układa się kable, a po ich sprężeniu zagłębienia te zabetonuje się; ten sposób stosuje się czesto do belek składanych z krótkich elementów gotowych.

4. Kable układa sie po stronie zewnetrznej betonu belek; sposób ten stosuje sie najczęściej do sprężenia chwilowego, montażowego, dla uniknięcia powstania ewentualnych rys i pęknięć w czasie transportu i montażu elementów czy belek przeznaczonych do sprężenia na miejscu budowy.

Do betonu kablowego używane są prety stalowe ∅ 5 lub 7 m/m (rzadziej o przekroju wiekszym np. 9 m/m) o wytrzymałości najczęściej między 15.000 a 18.000 kg/cm², a do betonu

strunowego — strun ∅ 1, 1,5, 2,0, 2,5 oraz 3 m/m o wytrzymałości od 22.000 do 28.000 kg/cm².

Zastosowanie do sprężenia stali o tak wysokiej wytrzymałości jest konieczne, a to ze względu na nieuniknione straty w sprężeniu stali i betonu, wywoływane odkształceniami, a mianowicie:

a) skurczem betonu,
b) pełzaniem betonu,
c) odkształceniem plastycznym (pełzaniem) stali,
d) odkształceniem sprężystym betonu i stali.

Ponadto mogą również wystąpić straty np. na skutek pewnego poślizgu prętów w miejscu zakotwienia, który jednak jest zwykle nieznaczny (poślizg w miejscu zakotwienia w betonie kablowym dochodzi najwyżej do 1,6 m/m).

Również i odkształcenia na skutek pełzania stali są — przy normalnie przyjmowanych naprężeniach dopuszczalnych w stali od 0,7 do 0,8 granicy plastyczności względnie nawet wytrzymałości stali — stosunkowo nieduże w porównaniu do odkształceń pozostałych; odkształcenia na skutek pełzania stali można zresztą poważnie zmniejszyć przez chwilowe przekroczenie naprężeń dopuszczalnych w stali o ok. 5%.

Największe straty w sprężeniu powstają na skutek pełzania betonu, to jest na skutek odkształceń trwałych występujących pod działaniem naprężeń sprężających w ciągu pewnego okresu czasu od momentu sprężenia. Według doświadczeń[1]):

a) pełzanie betonu osiąga maksymalną wartość w okresie do 1½ roku;
b) pełzanie betonu jest proporcjonalne do naprężeń sprężających;
c) pełzanie betonu jest w przybliżeniu proporcjonalne do ilości kruszywa w mieszaninie betonu; i tak np. w betonie o stosunku składników 1:2:4 pełzanie jest około 2 razy większe niż w betonie o stosunku 1:1:2.

Skurcz betonu jest mniej więcej proporcjonalny do ilości wody w m³ betonu. Ponadto ostatnie doświadczenia zdają się wskazywać na to, że skurcz betonu jest nieco mniejszy przy stosowaniu kruszywa łamanego, niż przy zastosowaniu kruszywa naturalnego. Skurcz betonu o małym współczynniku wodocementowym jest zwykle ok. trzy razy mniejszy niż odkształcenie wywołane pełzaniem betonu.

Odkształcenia sprężyste betonu zmniejszają się ze wzrostem wytrzymałości betonu. Poniżej w tabeli podano zestawienie procentowe odkształceń wywołanych powyżej wymienionymi czynnikami. (patrz tabela obok).

[1]) Por. Bovic „General principles of prestresed concrete". 1949 r.

ODKSZTAŁCENIE W BETONIE SPRĘŻONYM

L. p.	Rodzaj odkształcenia	W betonie kablow.	strunow.	maksym.
1.	Poślizg w zakotwieniu	0,01	0,0	0,01
2.	Pełzanie stali	0,005	0,005	0,005
3.	Odksz. sprężyste betonu	0,01	0,03	0,03
4.	Pełzanie betonu	0,05	0,06	0,06
5.	Skurcz betonu	0,015	0,02	0,02
	S u m a	0,09	0,115	0,13

Poniżej w fig. 6 podano przykład połączenia dwóch belek kablowych nad słupem przy pomocy specjalnego sposobu sprężenia kablowego w sposób umożliwiający przekształcenie belek wolnopodpartych w belkę ciągłą przenoszącą momenty ujemne.

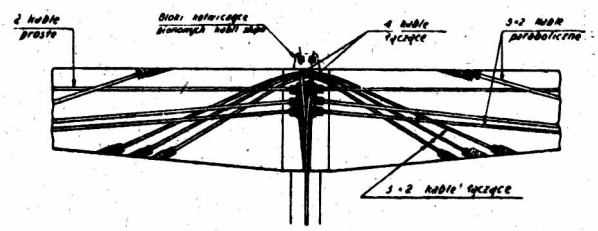


Fig. 6. Powiązanie belek kablowych na podporze.

W fig. 7. podano typowe przekroje i widoki belek kablowych hali fabrycznej.

C. BETON WYSOKOWARTOŚCIOWY DO KONSTRUKCJI SPRĘŻONYCH

Od normalnego betonu stosowanego do konstrukcji żelbetowych żąda się raczej trwałości i odporności na wpływy zewnętrzne niż specjalnie wysokiej wytrzymałości. Natomiast betonowi w konstrukcjach sprężonych stawia się następujące trzy żądania:

a) wysoka wytrzymałość końcowa;
b) osiągnięcie wysokiej wytrzymałości w ciągu bardzo krótkiego czasu po zabetonowaniu;
c) małe odkształcenia (na skutek pełzania betonu, jego skurczu i odkształceń sprężystych).

Pod wysoką wytrzymałością rozumiemy wytrzymałość betonu wyższą, niż to ma miejsce w betonie w konstrukcjach żelbetowych, a więc np. o wytrzymałości powyżej 350 kg/cm² po 28 dniach.

Normalnie stosowane są do betonu sprężonego następujące minimalne wytrzymałości betonu (po 28 dniach):

a) do betonu sprężonego o średniej wytrzymałości R_{28} = 350 — 500 kg/cm²;
b) do konstrukcji sprężonych o wysokiej wytrzymałości R_{28} = 550 — 700 kg/cm²;
c) minimalna wytrzymałość po 3 lub 4 dniach w produkcji betonu strunowego na długich torach roboczych i przy długim cyklu produkcyjnym $R_{3/4/}$ = 280 kg/cm²;

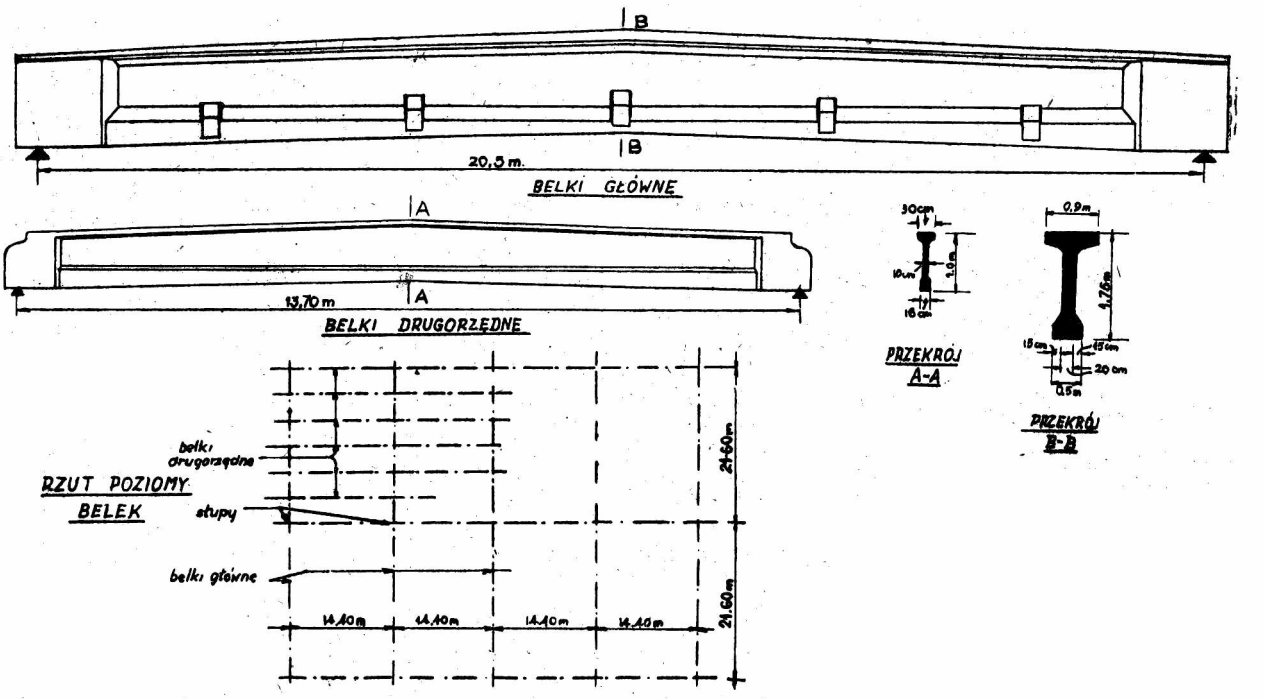


Fig. 7. Przekroje i widoki belek kablowych hali fabrycznej.

d) minimalna wytrzymałość po 12 względnie 24 godzinach w przypadku produkcji betonu strunowego na długich torach, ale przy krótkim cyklu produkcyjnym oraz w przypadku produkcji na krótkich torach, to jest w krótkich formach, przy jednokrotnym w nich betonowaniu dziennie — $R_1 = 280$ kg/cm²;

e) minimalna wytrzymałość po 3 godzinach w przypadku dwukrotnego użycia form dziennie — $R_{3g} = 280$ kg/cm².

Powyższe wytrzymałości są wytrzymałościami minimalnymi, średnie zaś wytrzymałości, na których oparte są obliczenia statyczne, są zwykle nieco wyższe. Ten współczynnik zależy od wielu czynników i różni się znacznie między sobą.

Beton o wytrzymałości 350 do 500 kg/cm² otrzymuje się względnie łatwo przy zastosowaniu normalnych metod tworzenia dobrego betonu (przypadek a). Beton o wytrzymałości 550 do 700 kg/cm² wymaga znacznie zwiększonej ilości cementu, specjalnie dobranego uziarnienia, bardzo niskiego współczynnika wodocementowego, bardzo ścisłej i dokładnej kontroli przy produkcji oraz pieczołowitej opieki nad betonem. Dla uzyskania wysokiej wytrzymałości w ciągu krótkiego czasu stosuje się różne metody sztucznego dojrzewania, najczęściej dojrzewanie w parze o normalnym ciśnieniu atmosferycznym.

Osiągniete maksymalne wytrzymałości w laboratoriach są znacznie wyższe od powyżej podanych stosowanych wytrzymałości w praktyce. Również i w praktyce zdarzają się znacznie wyższe wytrzymałości. I tak Freyssinet z mieszanki o mniej więcej normalnym składzie otrzymywał przy zastosowaniu wibroprasowania i przy równoczesnym podgrzewaniu parą beton o wytrzymałości kostkowej 1400 kg/cm² i wyżej[1]). Według „Concrete" 1949 (Nr 5) otrzymano w r. 1949 przy wykonaniu elementów strunobetonowych na jednej budowie wytrzymałość kostkową powyżej 1100 kg/cm² przy stosunku wagowym cementu do składników kruszywa 1 : 0,87 : 2,35. Maksymalna wytrzymałość walcowa betonu wytworzonego dotychczas w laboratorium przez Abramsa wynosi 2800 kg/cm² [2]). Beton ten otrzymano w specjalny sposób przy zastosowaniu czystej zaprawy cementowej i współczynniku wodocementowym 0,08 przy specjalnym mechanicznym zagęszczeniu przez wibrację i równoczesne prasowanie.

Beton wysokowartościowy do konstrukcji sprężonych otrzymuje się przede wszystkim przez zastosowanie bardzo niskiego współczynnika wodocementowego poniżej 0,40 (w ZSRR — $\frac{w}{c}$ = 0,325 — 0,35) dla betonów marek od 500 do 700 i wyżej. Tak niski współczynnik wodocementowy — dla umożliwienia ułożenia i zagęszczenia wymaga zastosowania znacznie zwiększonej ilości cementu dla zwiększenia urabialności betonu. To znowu wywołuje zwiększony skurcz betonu, bardzo niepożądany w konstrukcjach sprężonych. W fig. 7 podano związek jaki zachodzi między wytrzymałością 1 — 7 i 28-dniową, a współczynnikiem wodocementowym zawartym w granicach od $\frac{w}{c}$ = 0,28 do $\frac{w}{c}$ = 0,40 przy mieszankach (cementu do kruszywa) 1 : 2,6 oraz 1 : 3,5. Podane w fig. krzywe zbliżone do prostych otrzymano na podsta-

1) Freyssinet „Revolution in the technique of the utilisation of conevite" The Structural Engineer 1936.

Powers „A. discussion of cement hydration in relation to the cuving of concrete „Washington, Procedings of the Highways Research Board 1947 Vol. 27 str. 178—188.

wie dużej ilości przeprowadzonych prób i badań przy użyciu 4 rodzajów kruszywa:

1. Tłucznia granitowego i piasku rzecznego (kopalnego).
2. Łamanego żwiru i piasku rzecznego.
3. Drobnego tłucznia granitowego.
4. Żwiru rzecznego i piasku.

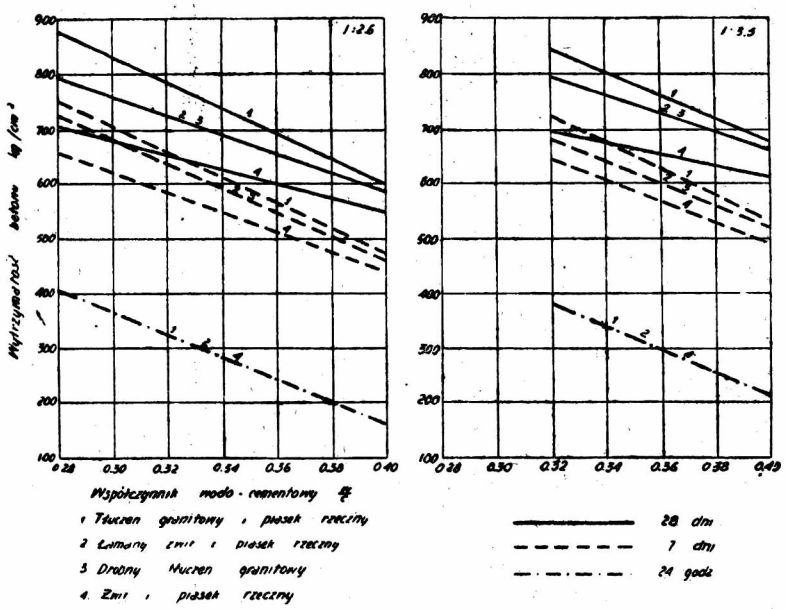


Fig. 8.

Jak to wynika z fig. 10 wytrzymałość betonu wzrasta z obniżeniem współczynnika wodocementowego. Ponadto widoczny jest z wykresów wysoki wpływ kruszywa na wytrzymałość betonu przy niskich współczynnikach wodocementowych. Najwyższe wytrzymałości osiągnięto przy użyciu kruszywa granitowego i piasku naturalnego, a najniższe wytrzymałości otrzymano przy zastosowaniu naturalnego kruszywa.

Z porównania krzywych obydwu wykresów fig. 10 wynika również, że przy tym samym współczynniku wodocementowym i tym samym kruszywie uzyskuje się wyższe wytrzymałości przy mniejszej ilości cementu, niż przy zastosowaniu znacznie podwyższonej ilości cementu dla zwiększenia urabialności cementu

W betonach wysokowartościowych o bardzo niskich współczynnikach wodocementowych i tym samym o bardzo małej urabialności, normalne metody mierzenia konsystencji betonu (np. przez rozpływ) nie mają zastosowania. Zagranicą stosuje się do tego celu tzw. współczynniki zagęszczenia. I tak mieszanka betonowa o współczynniku zagęszczenia poniżej 0,75 względnie 0,8 nie da się zagęścić ręcznie, a mieszanka betonowa o współczynniku zagęszczenia poniżej 0,60 nie da się zagęścić jadynie tylko przy zastosowaniu wibrowania i wymaga dodatkowego użycia prasowania. Wyniki badań współczynników zagęszczenia przy współczynnikach wodocementowych od 0,28 do 0,40 podane są w fig. 11. Jak z wykresów wynika mieszanka betonowa 1 : 2,6 (jest to mieszanka zawierająca ok. 640 kg cementu w m³ betonu) z kruszywa granitowego i naturalnego piasku dla zagęszczenia zastosowania towym ok. 0,31 i niżej wymaga przy współczynniku wodocemenrównoczesnego wibrowania i prasowania. Natomiast w mieszance 1:3,5 ok. 510 kg cementu w m³ betonu) o mniejszej ilości cementu i o tym samym kruszywie, wibroprasowanie jest konieczne przy współczynniku wodocementowym poniżej. 0,35.

Z powyższego wynika wielkie znaczenie zastosowania odpowiednich — dla tego rodzaju betonów —metod sztucznego zagęszczania. Stosowane obecnie do normalnego betonu wibratory i metody wibrowania (wibratory o ok. 3.000 drgań na minutę) nie nadają się do betonu o bardzo małym współczynniku wodocementowym. Nawet wibratory o wysokiej częstotliwości np. od 8.000 do 12.000 drgań i zwiększenie czasu wibrowania nie daje odpowiednich rezultatów przy bardzo niskich w/c. Zdaniem specjalistów w dziedzinie betonu sprężonego konieczne jest wykonanie specjalnych wibratorów i maszyn zagęszczających do betonu sprężonego o odpowiednio do betonu dobranych wysokich częstotliwościach, dobranej amplitudzie drgań i mocy. Przez wykonanie tego rodzaju wibratorów do betonu sprężonego oraz zaprojektowanie odpowiednich, prostych i łatwych w użyciu wibropras do produkcji elementów sprężonych (strunobetonowych) dałoby się uzyskać bardzo wysokie wytrzymałości betonu przy zastosowaniu normalnej ilości cementu (400 do 450 kg/m³ betonu), co umożliwiłoby

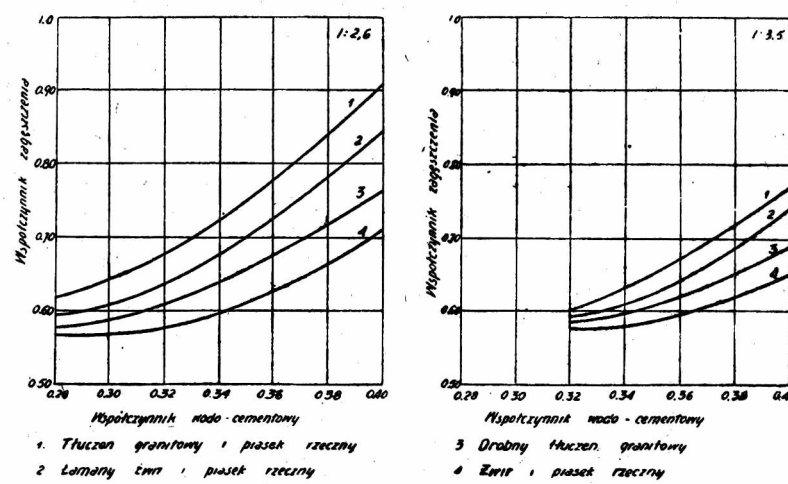


Fig. 9.

zaoszczędzenie znacznych nieraz ilości cementu przy produkcji betonu sprężonego (oszczędność około 30%) w porównaniu z ilością cementu, jaką musimy stosować dla zwiększenia urabialności, umożliwiającej ułożenie betonu w formie i jego mechaniczne zagęszczenie.

Wykonanie tego rodzaju wibratorów związane jest z przeprowadzeniem wyczerpujących badań i prób. Zapoczątkowane w tej dziedzinie próby w ZSRR i Anglii wykazały, że najlepsze, jak dotychczas rezultaty uzyskuje się przez podwójne wibrowanie, najpierw wibratorem o małej częstotliwości, następnie wibratorem o wysokiej częstotliwości.

Dla potrzeb praktyki zastosowanie tego sposobu zagęszczenia wymagałoby skonstruowania wibratorów o podwójnej częstotliwości zmienianej wg potrzeby. Wydaje się, że tego rodzaju wibratory byłyby bardzo kosztowne dla zastosowania bezpośrednio na budowie.

Natomiast mogłyby znaleźć zastosowanie przy produkcji elementów sprężonych w wytwórniach prefabrykowanych elementów strunobetonowych.

D. KORZYŚCI DLA GOSPODARKI NARODOWEJ JAKIE WYNIKNĄ PRZEZ WPROWADZENIE DO BUDOWNICTWA KONSTRUKCJI SPRĘŻONYCH

Wprowadzenie do wszystkich możliwie dziedzin budownictwa konstrukcji i materiałów sprężonych daje tak wiele korzyści, że nie można nad tą nową dziedziną przejść do porządku dziennego.

Poważne zalety konstrukcji sprężonych spowodowały, że w chwili obecnej ta nowa dziedzina budownictwa jest w pełni rozwoju we wszystkich niemal państwach. Na specjalne podkreślenie zasługują wielkie osiągnięcia w tej dziedzinie Związku Radzieckiego, gdzie rozwinięte zostały własne, bardzo proste metody produkcji elementów sprężonych betonowych.

Jako główne zalety pośrednie i bezpośrednie, jakie daje wprowadzenie na szerszą skalę do budownictwa elementów, materiałów i konstrukcji sprężonych, wymienić należy:

1. Rozwój konstrukcji sprężonych związany jest nierozerwalnie z rozwojem innych dziedzin budownictwa, a przede wszystkim z technologią materiałów, a specjalnie z technologią betonu. następnie stali wysokowartościowych oraz technologią cementu (cementy wysokowartościowe i specjalne) z powstaniem i z rozwojem nowoczesnych metod sztucznego dojrzewania betonu, z rozwojem nowoczesnych metod mechanicznego zagęszczania jak wibracja, utrząsanie, prasowanie, następnie odpowietrzanie itp. (beton odpowietrzony, próżniowy). Wpływ konstrukcji sprężonych na tę dziedzinę technologii betonu i produkcji wyrobów betonowych, a tym samym na dalszy rozwój prefabrykacji u nas będzie bezprzecznie bardzo znaczny. Te zalety betonu sprężonego wprowadzającego naszą technikę budownictwa na wyższy poziom uważam w naszych obecnych warunkach za jedną z najważniejszych.

2. Drugą z kolei bardzo poważną zaletą są bezprzecznie bardzo znaczne oszczędności materiałowe, przede wszystkim w stali, następnie w cemencie, kruszywie kamiennym i drzewie.

Jeśli stosujemy w betonie strunowym stal (struny) wysokowartościową o naprężeniach dopuszczalnych np. 14.00 kg/cm², a więc naprężeniach dziesięć razy wyższych niż np. w żelbecie, oszczędności w zużyciu stali w konstrukcjach sprężonych mogą dojść do 90%.

Ponieważ ciężar belki żelbetowej o tej samej nośności, co belka z betonu sprężonego jest około 2,5 raza większy, więc oszczędności w zużyciu betonu wyniosą ok. 60%, czemu odpowiadają oszczędności około 60% w kruszywie kamiennym i ok. 50% w zużyciu cementu.

3. Beton sprężony umożliwia wykonywanie konstrukcji i budowli betonowych zupełnie szczelnych, co ma wielkie znaczenie zwłaszcza w budownictwie wodnym przy wykonywaniu zbiorników, rurociągów (np. ciśnieniowych), tam, zapór wodnych itp. Beton sprężony umożliwia zastosowanie betonu do wykonywania takich elementów i konstrukcji, które dotychczas, jak np. rurociągi ciśnieniowe, wykonywało się ze względu na znaczne ciśnienia i wymaganą szczelność ze stali.

4. Konstrukcje sprężone umożliwiają wykonywanie budowli i konstrukcji o znacznie większej rozpiętości, niż to dotychczas było możliwe przy zastosowaniu żelbetu. Tym samym konstrukcje sprężone umożliwiają w wielu przypadkach budowli o dużych rozpiętościach użycie betonu zamiast stali. Na przykład z betonu sprężonego mogą być wykonywane więżary i belki wolnopodparte do rozpiętości 80 m i to jako racjonalne rozwiązania pod względem ekonomicznym. Wolnopodparte belki czy więżary żelbetowe o tej rozpiętości są w chwili obecnej niewykonalne. Za granicą wykonywane są (Belgia) hangary lotnicze o rozpiętości 50 m, których konstrukcją nośną są belki sprężone, kablowe, o przekroju skrzynkowym i ciężarze ok. 30 t, rozmieszczone w odstępach co 12 m. Jednostkowe zużycie betonu przy tak dużej rozpiętości wynosi zaledwie 0,2 na m³ na m² rzutu hali hangarowej (0,25 m³/m² wraz z zużyciem betonu w płycie dachowej).

5. Koncepcja betonu sprężonego daje najbardziej racjonalny sposób łączenia ze sobą części względnie elementów betonowych i żelbetowych (por. fig. 7) w ustrój monolityczny z równoczesnym przekształceniem konstrukcji betonowej — w konstrukcję sprężoną lub z zastosowaniem sprężenia tylko jednokierunkowego. Dla dalszego rozwoju konstrukcji prefabrykowanych ten ostatni rodzaj sprężenia posiada wielkie znaczenie. Możemy na przykład układać obok siebie na sucho belki żelbetowe (np. w mostach) i dla uzyskania monolitycznego

działania i współdziałania w przenoszeniu obciążeń sąsiednich belek możemy przeprowadzić przez poprzeczne otwory w belkach kable i przeprowadzić sprężenie poprzeczne przy użyciu np pras hydraulicznych typu wskazanego w figurze 5. Również sposób ten może być zastosowany i do prefabrykacji i przy montażu dla uzyskania ciągłości belek żelbetowych, dla tworzenia ustroju ciągłych i ramowych itp. (por. fig. 7).

6. Konstrukcje sprężone umożliwiają wykonywanie i szersze rozpowszechnienie innych nowoczesnych konstrukcji żelbetowych o bardzo wielkich rozpiętościach, np. konstrukcji łupinowych i membranowych, łukowych, konstrukcji fałdowych, przestrzennych itp., a to przez umożliwienie zniesienia naprężeń rozciągających w niektórych elementach tych konstrukcji oraz przez usunięcie niebezpiecznych i niedopuszczalnych odkształceń konstrukcji o bardzo dużych rozpiętościach (np. niedopuszczalne obniżenia się łuków w kluczu znosimy przez zastosowanie ściągów sprężonych). Ten dodatni wpływ pośredni konstrukcji sprężonych posiada bardzo poważne znaczenie dla rozwoju u nas nowoczesnych konstrukcji żelbetowych o dużych rozpiętościach.

7. Rozwój betonu sprężonego umożliwi w przyszłości zastosowanie koncepcji sprężenia i do innych materiałów budowlanych, a przede wszystkim:

a) do ceramiki (konstrukcje sprężone ceramiczne);
b) do kamieni naturalnych (np. przy wykonywaniu filarów, murów oporowych, sklepień);
c) do materiałów plastycznych;
d) do gipsu konstrukcyjnego (co umożliwi użycie i stosowanie konstrukcji nośnych gipsowych).

Zastosowanie sprężenia do innych materiałów budowlanych doprowadzić może do powstania nowych jakby materiałów konstrukcyjnych, które zastąpić mogą w poważnym stopniu materiały deficytowe, a przede wszystkim wpłynąć mogą poważnie na zużycie cementu w budownictwie.

8. Na końcu — wymienię oszczędności w kosztach wykonania konstrukcji nośnych w budownictwie, które przy masowej i znormalizowanej produkcji w zastosowaniu do stosunkowo większych rozpiętości mogą być bardzo znaczne. Oszczędności te przy masowej i dobrze zorganizowanej produkcji określa się za granicą od 10% do 20%.

Zwrócić jednak trzeba uwagę na to, że w początkowym okresie wprowadzenia betonu sprężonego, w okresie poszukiwania najlepszych metod produkcji, nie zawsze można uzyskać oszczędności w kosztach produkcji. Raczej trzeba się liczyć w tym okresie nawet w pewnym nieznacznym zwiększeniem kosztów. Dopiero po pokonaniu początkowych trudności produkcyjnych po wprowadzeniu normalizacji wyrobów i wytypowaniu elementów najlepiej nadających się do wykonania w betonie sprężonym ora z po zracjonalizowaniu i uproszczeniu wszystkich czynności produkcyjnych, jak również po wprowadzeniu metod uniemożliwiających wielką przelotność torów i hal produkcyjnych np. przez sztuczne dojrzewanie uzyskuje się znaczne oszczędności.

Ogólnie powiedzieć można, że po pokonaniu początkowych trudności produkcyjnych uzyskuje się w betonie sprężonym tym większe rozpiętości im większe są produkowane elementy oraz im większa jest produkcja. W Belgii na przykład w produkcji belek strunobetonowych na małą i średnią skalę uważa się za opłacalne belki strunobetonowe dopiero począwszy od 10 m rozpiętości. Dlatego też często np. budowle przemysłowe wykonuje się tam częściowo z elementów prefabrykowanych (małe rozpiętości elementów konstrukcji), częściowo zaś z elementów betonowych sprężonych (elementy o większej rozpiętości, podciągi itp.).

W produkcji masowej dobrze zorganizowanej opłaca się wykonywać elementy sprężone nawet o bardzo małych rozpiętościach.

Z powyższych zalet, jakie dać może naszej gospodarce narodowej wprowadzenie do budownictwa betonu sprężonego: — uznać należy za najważniejsze — znaczenie oszczędności materiałowe oraz wielki wpływ dodatni na podniesienie się poziomu naszego budownictwa.

Pokój będzie zachowany i utrwalony, jeżeli narody ujmą w swe ręce sprawę zachowania pokoju i będą broniły jej do końca. Wojna może stać się nieunikniona, jeżeli podżegaczom wojennym uda się omotać siecią kłamstw masy ludowe, oszukać je i wciągnąć do nowej wojny światowej.

JÓZEF STALIN

Inż. W. IWANOWSKI

Zastosowanie kombajnów jako metody wykonawstwa żelbetowych konstrukcji monolitycznych

I. Sytuacja poprzedzająca powstanie kombajnu

Kierunek postępu technicznego zarówno w wykonawstwie jak i projektowaniu podyktowany został już od momentu pierwszych przygotowań do realizacji Planu Sześcioletniego, z jednej strony zadaniami oszczędności deficytowych materiałów, z drugiej strony koniecznością jak największego skrócenia czasu wykonania inwestycji.

Niezależnie od tych zadań, wynikających z naszej sytuacji gospodarczej na obecnym etapie budownictwa, zaistniał jeszcze jeden czynnik kierujący postęp techniczny na walkę z sezonowością poprzez zastosowanie takich metod wykonawstwa, które by uniezależniły wszelkie procesy technologiczne od niskich temperatur okresu zimowego.

Olbrzymie zadania postawione budownictwu przez Plan Sześcioletni oraz bogate doświadczenia Związku Radzieckiego skierowały równocześnie postęp techniczny, poza nowymi metodami w technologii budownictwa, na przestawienie samej organizacji całego wykonawstwa i dostosowanie obydwu tych czynników do konieczności uprzemysłowienia budownictwa.

Dla uprzemysłowienia budownictwa konieczne było wprowadzenie w życie następujących zasad:

1) przejście w organizacji robót na placu budowy na pracę potokową,
2) wyeliminowanie z placu budowy procesów mokrych lub ich ulepszenie przez uniezależnienie od warunków atmosferycznych,
3) ograniczenie do minimum prac wykonywanych na placu budowy poprzez przeniesienie większości czynności przygotowawczych i części czynności produkcyjnych (gotowe elementy, detale) na bazy techniczne jednostek wykonawczych.

Jako logiczna konsekwencja przyjętego przez budownictwo kierunku powstała najpierw tak zwana „mała prefabrykacja", która rozpoczęła się jeszcze w okresie planu trzyletniego obejmująca materiały zastępcze, detale budowlane oraz elementy nośne i wypełniające przykryć stropowych, a w ostatnim dwuleciu prefabrykacja konstrukcyjna w budownictwie przemysłowym.

Prefabrykacja konstrukcji żelbetowych hal i magazynów nie tylko, że się u nas przyjęła, ale wchodzi już obecnie w stadium masowości. Posiada ona następujące zalety:

1) Daje kolosalne oszczędności w żelazie, w betonie i drewnie jako materiale niewbudowywanym.
2) Skraca czas wykonania budowy przez uniemożliwienie wykonywnia prefabrykatów od chwili pierwszych prac przygotowawczych na budowie.
3) Umożliwia prowadzenie robót zimą bez większych kosztów i przeszkód. Produkcja elementów w zakrytych i ogrzanych pomieszczeniach, montaż bez dodatkowych zabezpieczeń.
4) Umożliwia dobre zorganizowanie pracy potokowej.
5) Obniża koszt inwestycji coraz to bardziej w miarę rozpowszechniania i doświadczeń wykonawców.

Posiada również i pewne niedostatki:

1) Nie daje się ze względów ekonomicznych wszędzie zastosować chociaż w budownictwie przemysłowym stosowalność można by oszacować na 65% hal i magazynów.
   Przestaje się opłacać przy halach wielokondygnacyjnych o różnych poziomach kondygnacji, przy magazynach o dużych obciążeniach użytkowych stropów itp.
2) Wymaga do wykonania montażu stosunkowo ciężkich dźwigów, których posiadamy jeszcze zbyt mało i to może na dłuższy jeszcze przeciąg czasu zalimitować możliwość wykonawstwa w oszacowanych granicach stosowalności 65%.
3) Nie daje gwarancji takiej sztywności węzłów, jaką stwarza konstrukcja monolityczna. W niektórych wypadkach taka sztywność może być wymagana.

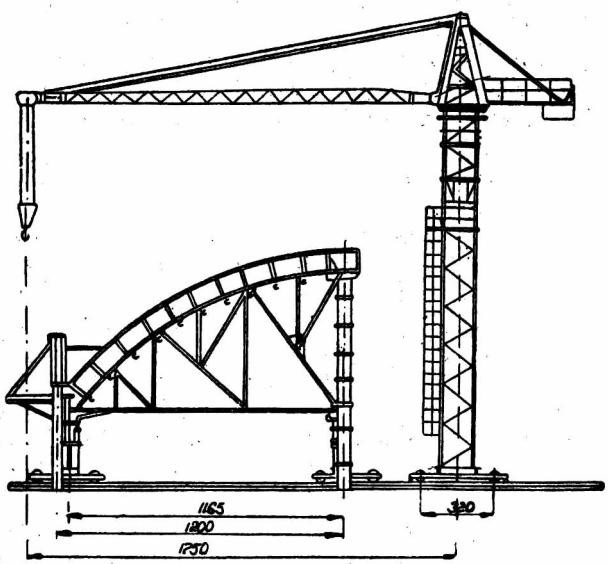
W momencie zdobywania doświadczeń w szerszej skali z konstrukcjami prefabrykowanymi, zostaje po raz pierwszy w Polsce wykonany zespół kombajnów do wykonania monolitycznej konstrukcji żelbetowej ściśle według projektu radzieckiego, stanowiącego integralną część projektu organizacji budowy, jako załącznika do projektu technicznego Kombinatu Bawełnianego w Piotrkowie.

II. Zasady i opis kombajnu

Poza osiągnięciami prefabrykacji konstrukcyjnej poważnym krokiem naprzód w postępie technicznym metod wykonania robót w produkcji budowlanej jest zastosowanie kompletnych przesuwanych zespołów deskowań (kombajnów) przy wykonaniu monolitycznych konstrukcji żelbetowych składających się z powtarzalnych elementów.

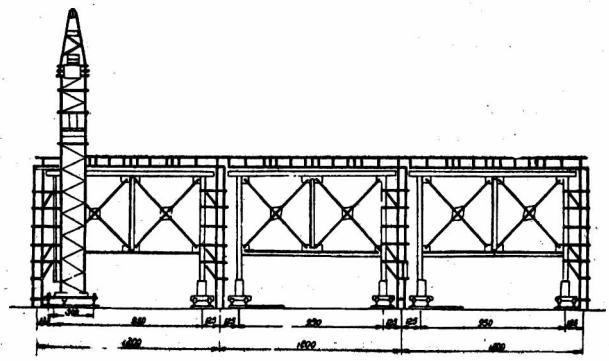
Dotychczas konstrukcje żelbetowe tego typu są wykonywane przy użyciu wielkiej ilości deskowań drewnianych i całego lasu stemplowań, które pochłaniają bardzo duże ilości deficytowego materiału jakim jest drewno, duże ilości robocizny oraz wymagają długiego okresu czasu dla ich budowy.

Przy zastosowaniu kombajnu w zamian olbrzymiej masy deskowań i stemplowań wykonywanych na całej zabudowanej powierzchni obiektu wykonuje się jedną lub kilka form dla powtarzalnego elementu konstrukcji żelbetowych, które są przesuwane z jednego stanowiska roboczego na drugie w miarę układania i dojrzewania betonu. Formy te są wykonane w taki sposób, aby były dostatecznie trwałe dla wielokrotnego użycia i jednocześnie zapewniały łatwość przesuwania z miejsca na miejsce. Okres dojrzewania betonu nadaje tempo przesuwania kombajnu, przeto musi on być możliwie

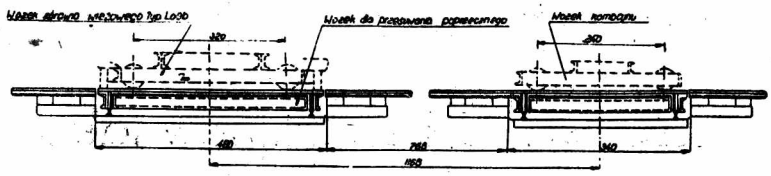


Widok kombajnu od strony A.

jak najbardziej skrócony przez zastosowanie metod przyśpieszających twardnienie betonu. W przeciwnym bowiem razie okres wykonania robót wydłużyłby się tak znacznie, że przekreśliłoby to wszystkie korzyści osiągane przy tego rodzaju sposobie wykonania robót. W naszych warunkach przyśpieszenie dojrzewania betonu najłatwiej może być osiągnięte przez podgrzewanie i bezpośrednie działanie parą na ułożoną masę betonową, przez co okres dojrzewania, który w normalnych warunkach trwa przynajmniej 14 dni zostaje skrócony do 30—48 godzin. Instalacja podgrzewająca beton jest wbudowana w konstrukcję kombajnu i razem z nim przesuwana z miejsca na miejsce.

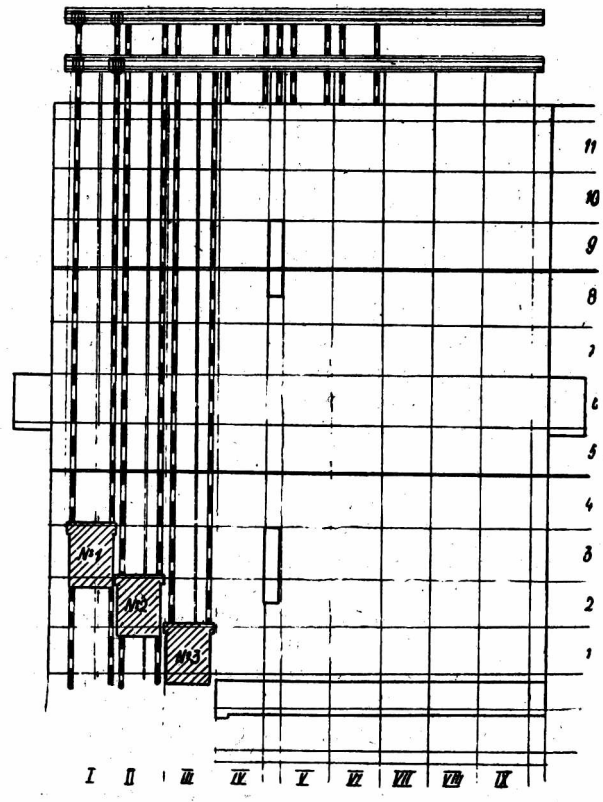


Przekrój I — I.



Przekrój II — II.

Konstrukcje żelbetowe, które mogą być wykonywane przy pomocy kombajnów muszą mieć odpowiednią formę, ilość zaś powtarzalnych elementów dostatecznie dużą, aby koszty wykonania kombajnu, transportu oraz montażu mogły się zamortyzować. Konstrukcja winna zawierać możliwie proste w rysunku elementy, zaś odcinki powtarzalne rozplanowane osiowo na jak największych długościach, aby poprzeczne przesunięcia kombajnów możliwie ograniczyć.

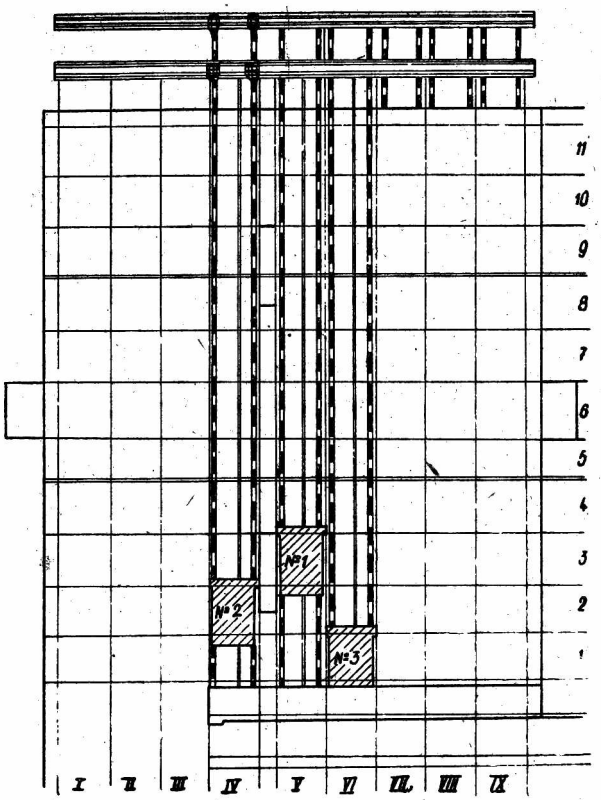


Faza I ruchu przesuwanych zespołów deskowań.

Konstrukcja kombajnu składa się z następujących podstawowych części:

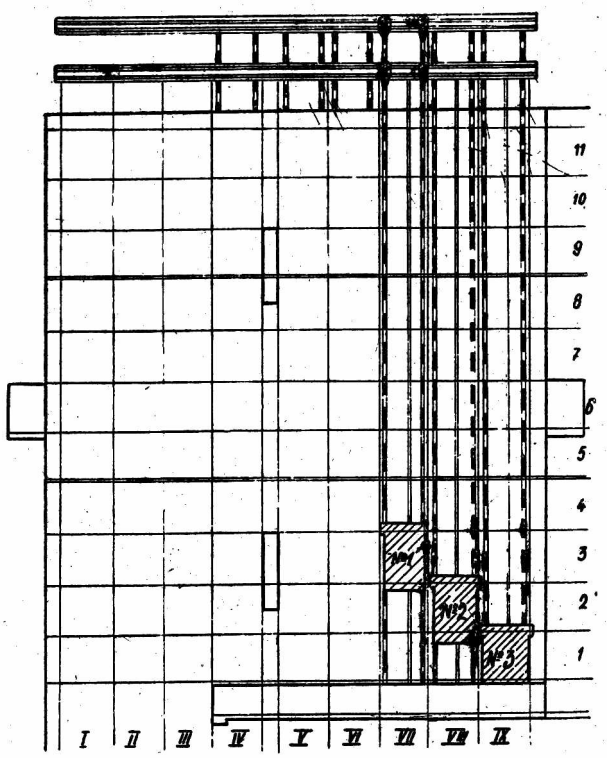
1) właściwego deskowania elementów konstrukcji żelbetowej;
2) konstrukcji nośnej podtrzymującej deskowanie;
3) ramy z wysuwanymi teleskopowo słupkami na wózkach.

Poza tym kombajn winien być wyposażony w instalację do podgrzewania i naparzania betonu w deskowaniu dla przyśpieszenia jego dojrzewania. Całość konstrukcji wykonuje się zazwyczaj ze stali z uwagi na konieczność uzyskania dużej sztywności przy jednocześnie możli-



Faza II ruchu przesuwanych zespołów deskowań

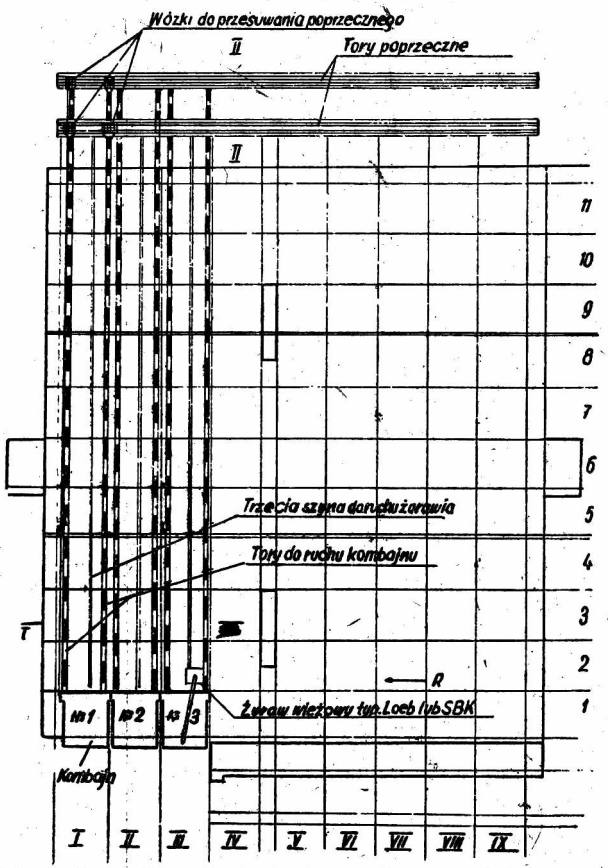
wie małej wadze, zachowując dostateczną trwałość dla wielokrotnego użycia. Poszczególne części samego deskowania mogą być również z drewna odpowiednio obrobionego. Przykładem należycie skonstruowanego przesuwanego zespołu deskowania jest kombajn wykonany wg dokumentacji radzieckiej dla hali przemysłowej



Faza III ruchu przesuwanych zespołów deskowań

o kubaturze ok. 125.000 m³. Hala o konstrukcji łukowo - szedowej składa się z 99 elementów powtarzalnych. Każdy element obejmuje powierzchnię ograniczoną słupami o rozstawieniu 12.0 × 12.0 m o wymiarach 40 × 40 cm. Na słupach wsparte są belki łukowe o przekroju 35 × 100 cm podtrzymujące płytę o grubości zmiennej od 8 do 12 cm. Konstrukcja kombajnu pokazana jest na załączonym rysunku.

Ilość zespołów deskowań przesuwanych potrzebna do wykonania danego obiektu zależna jest od ilości powtarzalnych elementów w obiekcie oraz od wyznaczonego zadanego terminu i



Schemat rozplanowania torów podłużnych i poprzecznych dla zespołu kompletnego odeskowania przesuwanego (3 kombajny)

czasokresu trwania robót. Oznaczając T — czas trwania całości wykonania konstrukcji żelbetonowej, n — ilość elementów powtarzalnych w obiekcie, tc — czas trwania cyklu robót na jednym kombajnie i jednym stanowisku roboczym, to ilość M, potrzebnych kombajnów wyniesie

$$M = \frac{n \cdot tc}{T}$$

W zasadzie powinno się stosować do budowy obiektu nie mniej niż trzy zespoły przesuwanych deskowań z uwagi na to, że jest to najmniejsza ilość, przy której praca może być zorganizowana systemem potokowym, tj. pracy ciągłej i równomiernej dającym maksymalne możliwości wykorzystania środków produkcji jakimi dysponuje wykonawca.

Wydajności maszyn, urządzeń i składu brygad roboczych wykonujących robotę na kom-

bajnie muszą być tak wzajemnie dostosowane aby mogły kolejno przechodzić z kombajnu na kombajn wykonując te same czynności.

Kierunek przesuwania zespołów deskowania wyznaczony jest przez rodzaj wykonywanej konstrukcji żelbetowej jak i przez sam układ zespołu. Przy kilku zespołach deskowań ruch ich jest równoległy z tym, że zachowane jest przesunięcie wynikające z różnicy przesunięć w czasie operacji tak, aby te same brygady przechodziły kolejno i wykonywały pracę na wszystkich kombajnach.

Na pełny cykl produkcyjny robót wykonywanych przy pomocy kombajnu składają się:

1. montaż i ułożenie zbrojenia w deskowaniu;
2. betonowanie;
3. dojrzewanie betonu;
4. demontaż części deskowania, przesunięcia kombajnu ustawienie go na nowym miejscu roboczym oraz montaż uzupełnień deskowania.

Decydujący dla całości okresu trwania cyklu produkcyjnego jest okres dojrzewania betonu. W normalnych warunkach trwa on teoretycznie dla elementów nośnych konstrukcji 28 dni. Jak już zauważono wyżej okres dojrzewania betonu musi być możliwie skrócony przez zastosowanie odpowiednich metod przyśpieszających twardnienie betonu, elektryczne lub przy pomocy pary. Z uwagi na duże zużycie energii elektrycznej oraz dotychczasowy brak fachowców i urządzeń w tej dziedzinie w naszych warunkach, będziemy jeszcze stosować parę, przy czym zarówno do podgrzewania przy pomocy grzejników i rur, jak i przez działanie bezpośrednie żywą parą na świeży beton. Samo urządzenie instalacji winno być tak zaprojektowane aby temperatura betonu nie przekroczyła 70° C oraz, aby beton nie mógł być wysuszony. Aby zapobiec wysuszeniu wskazane jest jednoczesne działanie parą na dostępne powierzchnie betonu. Poza tym instalacja winna zapewnić jednakowe podgrzewanie wszystkich elementów wykonywanej konstrukcji.

Przyśpieszenie dojrzewania betonu może być osiągnięte również przez zastosowanie domieszki środków chemicznych, jednak nie daje to tak efektywnego skrócenia czasu jak podgrzewanie, przy czym nie osiągane są pełne wytrzymałości betonu w skróconych okresach czasu (tylko do 70% wytrzymałości przepisowej) przez co może być stosowane tylko w konstrukcjach, które otrzymują pełne obciążenie po dłuższym okresie czasu. Przy zastosowaniu metody podgrzewania, okres czasu dojrzewania betonu praktycznie skracany jest do 30—48 godzin. Czas trwania operacji montażu zbrojenia, betonowania oraz przesuwania kombajnu, zależny jest od organizacji procesów produkcyjnych i właściwego wykorzystania frontu roboczego, dlatego też, aby jak najbardziej skrócić czas pełnego cyklu roboczego, stosuje się z reguły pracę na trzy zmiany. Przy takich założeniach czas trwania pełnego cyklu produkcyjnego na 1 kombajnie może być skrócony do 96 godzin osiągniętych w naszych warunkach, a nawet do 72 godzin, jak wskazuje doświadczenie radzieckie.

Z uwagi na stosunkowo mały front pracy na kombajnie, jak i konieczność jak największego skrócenia czasu trwania operacji, wszystkie roboty muszą być bardzo sumiennie przygotowane i jak najwięcej czynności winno być dokonane poza samym kombajnem. Szczególnie dotyczy to zbrojenia, które należy układać w deskowaniu kombajnu w gotowych już elementach np. zbrojenie słupów i belek powiązane strzemionami, płyty w odcinkach powierzchni powiązanych krzyżowo prętów itp.

Urządzenia do transportu pionowego betonu i zbrojenia muszą być dostosowane do możliwości przesuwania się razem z kombajnem. Najlepiej nadaje się do tego celu wieżowy żuraw ruchomy, który mając dostateczny wysięg jednocześnie obsługuje transport poziomy na samym kombajnie. Żuraw kolejno obsługuje wszystkie kombajny, przeto powinien mieć umożliwiony ruch poprzeczny dla ustawiania się na linii ruchu wszystkich obsługujących kombajnów. Uzyskuje się to przez zastosowanie wózków suwnicowych, na których wjeżdża żuraw i przesuwany jest poprzecznie na oś ruchu dowolnego kombajnu.

III. Zestawienie wyników analizy pracy zespołem kombajnów

Osiągnięte wyniki oszczędności w stosunku do pracochłonności robót żelbetowych i kosztów są bardzo duże już na pierwszym etapie wprowadzania tej metody.

Wyniki analizy w odniesieniu do powierzchni segmentu konstrukcji wykonywanej przez zespół 3 kombajnów (3 pola o wymiarach 12.000 × 12.000 m czyli 532 m²) są następujące:

1. rzeczywista ilość roboczogodzin zużytych przy normalnych szalowaniach drewnianych — 5935 godz., przy kombajnie — 2281 godz., oszczędność — 61,6%;
2. rzeczywisty koszt robocizny przy normalnych szalowaniach drewnianych 13.012 zł przy kombajnie — 5.288 zł, oszczędność — 59,3%.

Dojście do tych wyników na jednej budowie było stopniowe na przestrzeni kilku miesięcy, uzależnione od stałej racjonalizacji w metodach i organizacji budowy.

Najbardziej charakterystyczne wyniki porównawcze fazy początkowej i końcowej budowy przedstawiam poniżej w tabeli na str. 31.

Najistotniejszą oszczędnością w materiale jest wyeliminowanie w dużym stopniu drewna niewbudowanego. Stemple eliminuje się w 100%. Ogólna oszczędność na materiale drzewnym wynosi 76%. Przy zastosowaniu dalszych typów kombajnów oszczędność drewna można jeszcze powiększyć. Sumaryczny wynik oszczędności na całej budowie ogranicza oczywiście koszt wykonania samego zespołu kombajnów wraz z urządzeniami pomocniczymi i ogrzewaniem.

Wyszczególnienie robót	Faza początkowa budowy	Faza końcowa budowy	Uwagi
Roboty montażowe kombajnu	8 dni	8 godz.	
Roboty ciesielskie	50 cieśli przez 6 dni	28 cieśli przez 2 dni	w czasie przesuwania i zbrojenia
Roboty zbrojarskie	52 zbrojarzy z pomocą przez 3 dni	36 zbrojarzy z pomocą przez 12 godz.	
Roboty betoniarskie	36 betoniarzy z pomocą przez 36 godz.	24 betoniarzy z pomocą przez 14 godz.	
Podgrzewanie parowe	bez podgrzewania	48 — 60 godz.	
Okresy przesuwania kombajnu na nast segment	1 miesiąc	5 dni — 4 dni	
Stan ludzi	200	88	

Ażeby określić, na bazie doświadczeń z pierwszym w Polsce kombajnem, opłacalność tego systemu trzeba najpierw ustalić przy jakiej wielkości (powierzchni) hali fabrycznej zastosowanie zespołu kombajnów tego typu łącznie z kosztem wykonania samych kombajnów przy założeniu jednorazowego użycia wyrówna się z kosztem tejże samej teoretycznej hali (powierzchnia) wykonanej przy pomocy normalnych deskowań drewnianych w tym samym czasie.

Przytoczę tu końcowy wynik tego rodzaju analizy:

Koszt wykonania zespołu kombajnów (ok. 100 ton konstrukcji) —	879.000 zł
Koszt demontażu, transportu i montażu ok.	58.000 zł
Razem	937.000 zł

Wartość materiału pomocniczego i robocizny z nim związanej, nie licząc kosztów samej konstrukcji wyniosła w odniesieniu do 1 m² rzutu:

przy deskowaniu drewnianym	68.00 zł
przy kombajnie (bez jego kosztu)	21.20 zł

Wychodząc z przyjętego założenia wyrównania kosztów i oznaczając jako x powierzchnię w m² teoretycznej hali otrzymamy poszukiwaną wartość x ze wzoru:

$$x \cdot 68{,}0 = x \cdot 21{,}2 + 937.000$$

$$\text{stąd } x = 20.000 \text{ m}^2$$

Zatem możemy stwierdzić, że już przy powierzchni hali 20.000 m² można stosować zespół kombajnów bez obawy podniesienia kosztów inwestycji uzyskując dobrą jakość konstrukcji, oszczędzając drewno, skracając znacznie czas wykonania przy znacznie mniejszej ilości robotników.

Oczywiście poprzestanie na tym byłoby niewłaściwe, należy bowiem wykorzystać możliwość wielokrotnego użycia na innych halach o tej samej konstrukcji.

Należy stwierdzić, że technicznie możliwe byłoby 10-krotne użycie tego samego kombajnu przy poprawkach i wymianie części uszkodzonych, sięgających wartości 30% kosztu kombajnu, jako sumy prac przy dziesięciu przerzutach.

Przy takich założeniach, analiza oszczędności kosztów przedstawiałaby się następująco:

1) Koszt wykonania porównywanych robót wykonanej hali o powierzchni 19.000 m² wynosi dla szalowań drewnianych 19.000 × 68 = 1.290.000 zł
2) Koszt porównywanych robót dla kombajnu wynosi 19.000 × 21,2 = 404.000 zł
   oraz dodatkowo koszt samego kombajnu przy 10-krotnym użyciu 879.000 × 1,3 × 0,1 = 114.000 zł
   i koszt każdorazowego demontażu, transportu i montażu = 58.000 zł

Razem: 576.000 zł

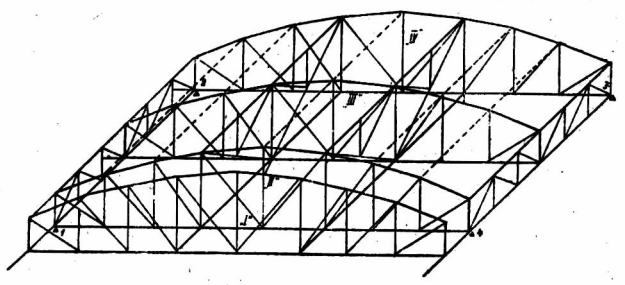
Możliwa zatem do osiągnięcia oszczędność w robociznie i materiale pomocniczym przy wykonywaniu konstrukcji żelbetowej wyniesie ok. 55%. Przyjmując, że porównywane roboty stanowią ok. 45% wartości całej konstrukcji żelbetowej a ta z kolei stanowi ok. 18% wartości całej wykończonej w robotach budowlanych i instalacyjnych hali, możemy ustalić możliwą do osiągnięcia oszczędność w stosunku do pełnego kosztu: 55 × 0,45 × 0,18 = 4,5%.

IV. Wnioski

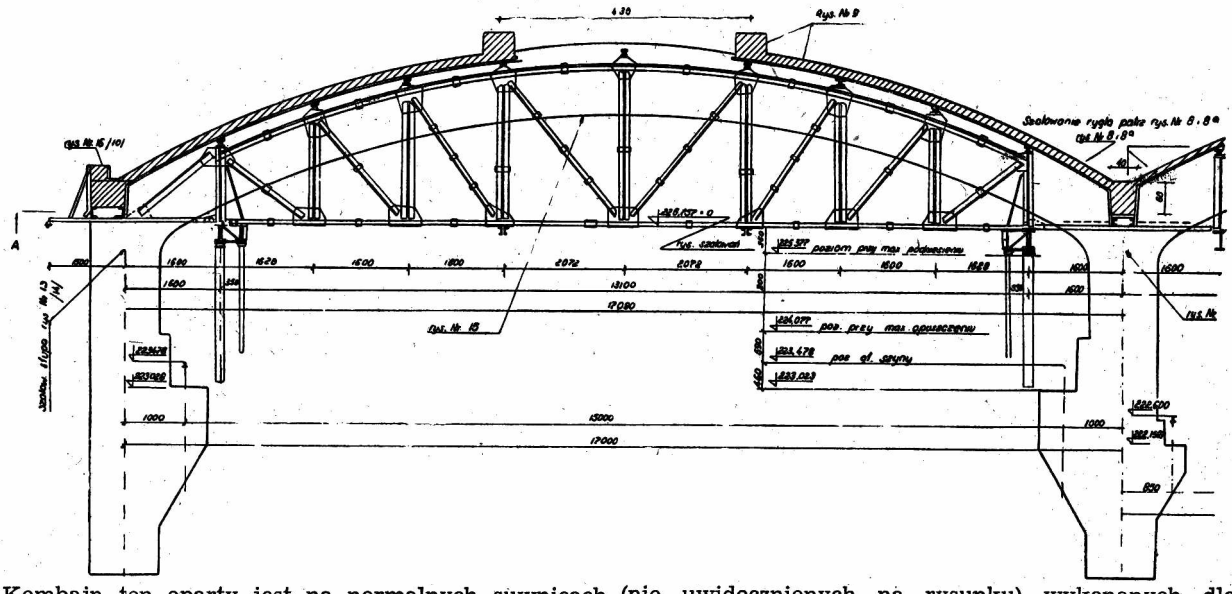
Po rozważeniu obydwu kierunków postępu technicznego prefabrykacji konstrukcyjnej i kombajnów można by wyciągnąć mylny wniosek nastawienia się tylko na jeden z tych systemów z całkowitym pominięciem drugiego.

Trzeba sobie zdać sprawę, że obydwa te systemy dają duże i wielostronne korzyści i konsekwentnie uzupełniają się wzajemnie w możliwości stosowania.

W wyniku pierwszych doświadczeń z kombajnami, budownictwo przemysłowe rozpoczęło już popularyzację tego systemu przez rozpoczęcie nowej budowy w Łodzi systemu piotrkowskiego z zastosowaniem tych samych kombajnów, przez zaprojektowanie i realizację innej budowy na Śląsku przy pomocy kombajnów innego systemu*) oraz przez wytypowanie i projektowanie innych 8 budów, których realizacja ma być rozpoczęta w najbliższym czasie. W zaistniałej sytuacji najpoważniejszą przeszkodą rozpowszechniania obydwu tych metod wykonawstwa jest brak typizacji całych konstrukcji, w pierwszym rzędzie hal przemysłowych i magazynów. Na przeszkodzie stają tu stale



Konstrukcja nośna kombajnu



Kombajn ten oparty jest na normalnych suwnicach (nie uwidocznionych na rysunku) wykonanych dla zakładu przemysłowego, które pozostaną już na stałe. Słupy zabetonowane uprzednio przy pomocy przenośnych form metalowych. Konstrukcję uzyskano lekką i łatwo przenośną

różne podejścia do projektów technologicznych tego samego typu zakładów przemysłowych.

Mając na uwadze olbrzymie korzyści, jakie da nam typizacja całych konstrukcji poprzez uprzemysłowienie budownictwa, skrócenie czasu produkcji w wykonawstwie, projektowaniu i obniżenie kosztów. inwestycji nie tylko bez żadnej straty jakości wykonania, a wręcz przeciwnie z podniesieniem jakości budowy poprzez stosowanie nowych i doskonalszych metod technologicznych, należy pójść na jak najdalszą współpracę pomiędzy biurami projektów technologicznych i biurami projektów budowlanych.

W związku z tym wszyscy inwestorzy powinni przeprowadzić w najbliższym czasie analizę pod kątem widzenia:

1) Dostosowania projektowanych przez siebie zakładów przemysłowych do opracowanych już przez biura projektów budownictwa przemysłowego typowych rozwiązań (kombajnów czy prefabrykatów);
2) Określenia swoich wymagań w stosunku do podstawowych wymiarów konstrukcyjnych (siatka słupów, wysokość) i warunków naświetlenia wnętrza celem opracowania typowych rozwiązań nawet w ramach poszczególnych przemysłów.

INŻ. JANUSZ MODLIŃSKI, INŻ. JAN NIEWĘGŁOWSKI,
INŻ. TADEUSZ WIŚNIEWSKI

Uwagi na temat stosowanych w Polsce konstrukcji prefabrykowanych

Unowocześnienie budownictwa jest podstawowym warunkiem realizacji Planu Sześcioletniego.

Jednym z postępowych sposobów budownictwa od dwóch lat stosowanym na szeroką skalę w naszym przemyśle jest prefabrykacja i ona zajmie, ze względu na swoje właściwości, przodujące miejsce.

Istotą tej metody budownictwa, w odróżnieniu od innych, jest montowanie gotowych elementów konstrukcji, wykonanych fabrycznie w zakładach, bądź na terenie budowy w wielopowtarzalnych formach. Jej zasadniczymi zaletami, bardzo ważnymi w walce o realizację planu, są: a) możliwości osiągnięcia dużych oszczędności w materiałach, a więc na przykład na drewnie do 95%, na stali do 30%, na cemencie do 40%; b) możliwość zastosowania metod produkcji fabrycznej przy wykonywaniu elementów i podniesienie poziomu wykonawstwa; c) właściwe wykorzystanie pracowników budowlanych oraz stworzenie podstaw do planowej gospodarki budowlanej, przez uniezależnienie się od wpływów atmosferycznych i zastosowanie ciągłości prac budowlanych w zimie. Ma to, poza tym, wybitny aspekt społeczny, wpływa na podniesienie poziomu materialnego robotników budowlanych, którzy przestają być okresowymi i przypadkowymi pracownikami.

d) skrócenie czasu budowy; e) możliwość zastosowania 100% mechanizacji budownictwa.

Powyższe względy powinny być brane pod uwagę przy opracowywaniu założeń technologicznych, które są podstawą do wykonania projektu budowlanego. Zakłady przemysłowe bardzo różnią się od siebie procesami produkcyj-

nymi i stąd wynika różnorodne rozplanowanie poszczególnych zespołów budowli. Często się zdarza się, że w tym samym zakładzie należy zastosować kilka rodzajów rozwiązań konstrukcyjnych, w zależności od ich przeznaczenia. Stąd wypływają zasadnicze trudności w standaryzacji budynków przemysłowych. Te wszystkie zagadnienia można w znacznym stopniu sprowadzić do paru układów statycznych, nadających się do większości budynków przemysłowych, przy wspólnej współpracy i zrozumieniu inwestora z autorem projektu. Często bywa odwrotnie i inwestor uważa budynki przemysłowe jako parasol chroniący człowieka przed deszczem. Takie sztywne podejście do budowli przemysłowych w wielu przypadkach utrudnia normalizację elementów prefabrykowanych.

W naszym przemyśle są wymagane różne rozpiętości hal, umotywowane względami produkcyjnymi. Różnorodność rozpiętości hal i stąd wynikająca siatka słupów jest dalszym hamulcem w typizacji hal prefabrykowanych. Zanim nie nastąpi wspólne zrozumienie inżyniera-technologa z autorem projektu i chęć dostosowania potrzeb produkcji do najracjonalniejszych rozwiązań statycznych, nie będziemy mogli znormalizować hal przemysłowych, a tym samym budować sprawniej i taniej.

Dwuletni okres naszych doświadczeń w stosowaniu prefabrykacji wymaga przeglądu stanu faktycznego w tej dziedzinie, właściwej krytycznej oceny, aby wyciągnąć wnioski dla wyznaczenia dalszych dróg jej rozwoju. Zadanie to zostało powierzone Komisji powołanej przez Ministra Budownictwa Przemysłowego, która dokonała wizji lokalnej i szczegółowego przeglądu wszystkich wykonanych i będących w budowie oraz projektów typowych hal prefabrykowanych.

Dotychczas wykonane projekty hal przemysłowych przez Biuro Projektów Budownictwa Przemysłowego Oddział w Warszawie, we Wrocławiu, w Krakowie, Biuro Projektów „Prozamet" i inne w znacznym stopniu różnią się od siebie pod względem założeń statycznych i rozwiązań architektonicznych. We wszystkich Biurach przebijała indywidualna myśl konstrukcyjna. Najbardziej ekonomiczne i technicznie uzasadnione wydają się projekty: typ 8, typ 6, typ 2, typ 7 i typ 5 podane poniżej.

Za śmiałe rozwiązanie należy uznać projekt hali typu szedowego z płatwiami wspartymi na dźwigarze o rozpiętości 12 m typu rozporowego (typ 9). Na szczególną uwagę zasługuje projekt przędzalni w Łodzi. W tym projekcie uzyskano duże oszczędności w betonie i stali (około 75%), dzięki zastosowaniu lekkiego pokrycia z płyt trzcinowych prasowanych oraz dobremu rozwiązaniu statycznemu konstrukcji i połączeń węzłów.

Pokrycia dachowe są jednym z podstawowych elementów konstrukcyjnych obniżających ciężar konstrukcji i stąd wynikające dalsze zmniejszanie przekroi i ciężaru elementów prefabrykowanych. Zdawałoby się, że wszyscy projektanci powinni trzymać się tej tak prostej a ważnej zasady, której w praktyce nie stosuje się. Na pierwszy plan pokryć dachowych wysuwają się płyty z trzciny prasowanej, z pianobetonu oraz belki ceramiczne typu DS. Płyty te nie wyczerpują możliwości rozwiązania pokryć dachowych, należałoby więc szukać nowych materiałów.

Warstwy ocieplające w większości wypadków są wykonywane niewłaściwie. We wszystkich przejrzanych zakładach warstwy ocieplające z żużla przewidziane projektem o ciężarze objętościowym 0,5 Kg/dcm^3 są wykonywane o ciężarze objętościowym około 1,2 Kg/dcm^3. Tego rodzaju wykonanie obniża wartość termiczną warstwy izolacyjnej i obciąża konstrukcję ponad wielkość przewidzianą projektem. Przyczyny należy szukać w samych właściwościach materiału, gdyż uzyskanie warstwy izolacyjnej o ciężarze 0,5 Kg/dcm^3 z dowolnego żużla jest na placu budowy niemożliwe. Warstwę tę można wykonywać z gazobetonu i pianobetonu, które dadzą odpowiednie ciężary i zapewnią wymagane własności termiczne.

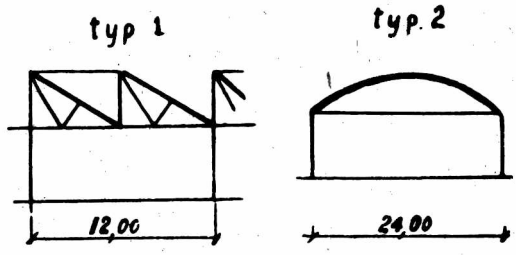
Na uwagę zasługują łączenia węzłów i ich uzbrojenia. Ze względu na brak wyraźnych przepisów uzbrojenia szczegółów, rozwiązania są różne, zależne od podejścia projektantów. Niektórzy zupełnie trafnie podają uzbrojenia szczegółów, bez specjalnego uzasadnienia rachunkowego, co w praktyce zachowuje się dobrze.

Jakość konstrukcji prefabrykowanej jest zależna od poziomu wykonawstwa. Ogólnie poziom wykonawstwa jest możliwy. Niemniej w wielu wypadkach organizacja wykonawstwa nie stała na właściwym poziomie. Na budowach wyraźnie odczuwa się brak właściwego sprzętu do wykonania elementów prefabrykowanych. Niekiedy używano zbyt silnych wibratorów skutkiem czego powstawały odkształcenia szalunków i dolnych elementów. Z zasady kierownictwa robót nie dbają o estetyczny wygląd elementów prefabrykowanych. Nieduży nakład pracy, potrzebny do oczyszczenia z zadr i wyrównania raków powstałych z niewłaściwego dowibrowania, opłaca się dla podniesienia estetycznego wyglądu wnętrza fabryki, podniesienia wydajności i dokładności pracy oraz kultury robotników. Zakłady przemysłowe w Polsce Ludowej nie powinny różnić się pod względem wyglądu od sal biurowych czy mieszkalnych. Jako przykład godny naśladowania powinna służyć jedna z przędzalni w Łodzi. Koszt powyższych robót w stosunku do nakładów inwestycyjnych nie przekracza 1%. Personel techniczny przeznaczony do realizacji hal prefabrykowanych jest w wielu wypadkach słabo przeszkolony pod względem technologii betonu, znajomości zachowania się konstrukcji i organizacji pracy. Przy wykonywaniu hal prefabrykowanych ilość personelu technicznego powinna być zwiększona, ze względu na konieczność prowadzenia ścisłej kontroli fazowej przy produkcji

elementów konstrukcyjnych. Przeprowadzona kontrola fazowa w sposób zorganizowany i odpowiednio udokumentowana daje gwarancję dobrego wykonawstwa.

Spośród przejrzanych konstrukcji prefabrykowanych podajemy poniżej rozwiązania najbardziej typowe i nadające się do szerszego stosowania.

Typ 1. rys. 1.

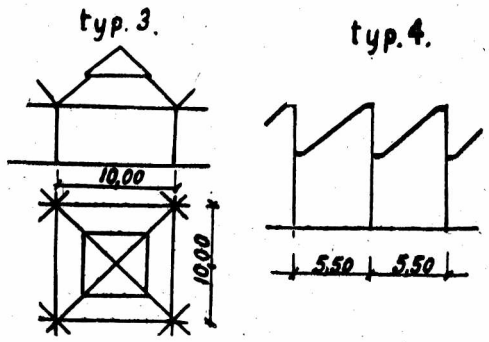


Rys. 1

Hala żelbetowa o dachu z beleczek stalo-ceramicznych prefabrykowanych z pustaków DS 14, opartych na prefabrykowanych żelbetowych dźwigarach szedowych. Podciągi częściowo prefabrykowane. Siatka słupów 12,00 × 12,00 m. Suwnice „Demagi" o nośności 2,5 t na szynach podwieszonych do szedów. Jest to typ włoski zastosowany w kilku odmianach różniących się jedynie rodzajami podciągów, a więc o podciągach jak powyżej, o podciągach kratowych i o ramach monolitycznych. Z uwagi na lepsze rozwiązanie tego rodzaju konstrukcji podanej w typie 8, powtarzanie jej uważa się za niecelowe.

Typ 2. rys. 1.

Hala żelbetowa o dachu łukowym stalo-ceramicznym, prefabrykowanym z pustaków DS. Rozpiętość łuku 24,00 m. Oświetlenie górne. Siatka słupów 24,00 × 6,00 m. Słupy, belki wieńczące i belki podsuwnicowe w betonie mo-



Rys. 2

krym. Suwnica o rozpiętości 24,00 m i nośności 5 t. Konstrukcja o dużych zaletach montażowych, daje się szybko wybudować, ekonomiczna dla pokryć powyżej 18,00 m. Zaleca się ją do szerszego stosowania.

Typ 3. rys. 2.

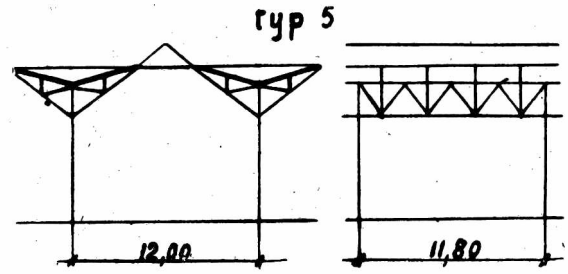
Hala żelbetowa wykonana całkowicie z elementów prefabrykowanych. Daszki w kształcie piramid z płyt żelbetowych opartych na belkach płatwiowych i podciągach. Belki grzbietowe zbiegają się w wierzchołku piramidy. Górną część piramidy przykrywają świetliki stalowe. Siatka słupów 10,00 × 10,00 m. Konstrukcja może nadawać się do powtarzania po uprzednim zastosowaniu lżejszego pokrycia i przeprojektowaniu przekrojów w celu osiągnięcia oszczędności.

Typ 4. rys. 2.

Hala żelbetowa o dachu szedowym z prefabrykowanych beleczek stalo-ceramicznych z pustaków DS, leżących na prefabrykowanych belkach, które opierają się na prefabrykowanych żelbetowych kratownicach „Visintini". Świetliki pionowe w kratownicach. Siatka słupów 11,00 × 5,50 m. Konstrukcja może się nadawać do powtórzenia po przeprojektowaniu przekrojów.

Typ 5. rys. 3.

Hala o siatce słupów 12,00 × 12,00 m. Słupy wykonane na mokro. Prefabrykowane podciągi kratowe z pasem dolnym o przekroju teo-

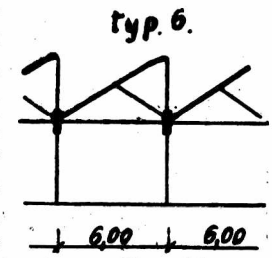


Rys. 3

wym, ustawione w rozwidleniu słupów. Na podciągu obsadzone są po obu stronach po cztery trójkątne kratowe wsporniki prefabrykowane, rozstawione co 3,0 m. Górne pasy przeciwległych wsporników łączone są ze sobą przez zespawanie wystających prętów uzbrojenia. Konstrukcja po uprzednim przeprojektowaniu przekrojów na oszczędniejsze nadaje się do wykonania w formach ślizgowych i do ewentualnego powtarzania. Zaletą konstrukcji jest możliwość pełnego zmontowania pełnego dźwigara kratowego ze wspornikami na dole.

Typ 6. rys. 4.

Hala żelbetowa o dachu szedowym z beleczek stalo-ceramicznych prefabrykowanych z pustaków DS, leżących na prefabrykowanych szedach kratowych. Szedy oparte są na prefabrykowanych podciągach kratowych typu „Visintini" o rozpiętości 15,0 m. Świetliki pionowe. Siatka słupów 15,00 × 6,00 m. Suwnica o nośności 5 t. Powyższy typ konstrukcji zastosowany w kilku odmianach polegających na różnicy w siatce. słupów. Po przepracowaniu szczegółów oparć więzarów szedowych na podciągu kratowym, konstrukcja nadaje się do powtarzania.

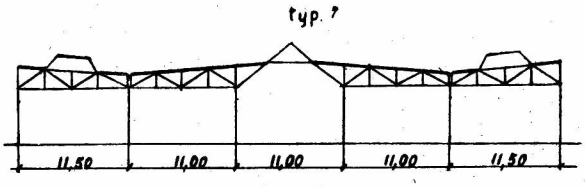


Rys. 4

Typ 7. rys. 5.

Hala o siatce słupów 7,50 × 11,00 m. Słupy wykonane na mokro. Podciągi kratowe o rozpiętości 7.50 m prefabrykowane, obsadzone w

rozwidleniach słupów. Na wierzchu podciągu ustawione są prefabrykowane dźwigary kratowe dwóch typów: jeden o rozpiętości 11.00 m ze wspornikiem o długości 3,00 m stanowiącym

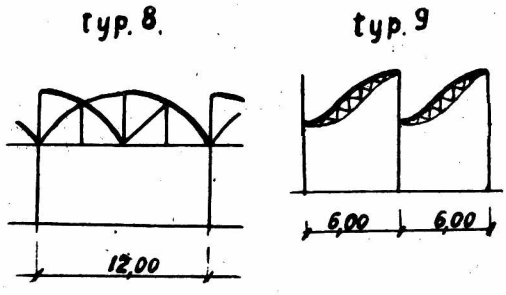


Rys. 5

podparcie dla świetlików; drugi o rozpiętości 11,50 m. Zaletą konstrukcji są wyrównane ciężary wszystkich elementów w granicach od 2,5 do 3,5 t, co stwarza dobre warunki wykorzystania pracy dźwigów. Montaż bardzo łatwy, nie wymagający dodatkowych usztywnień i zabezpieczeń. Po przeprojektowaniu przekrojów dla umożliwienia zastosowania form ślizgowych konstrukcja nadaje się do powtarzania.

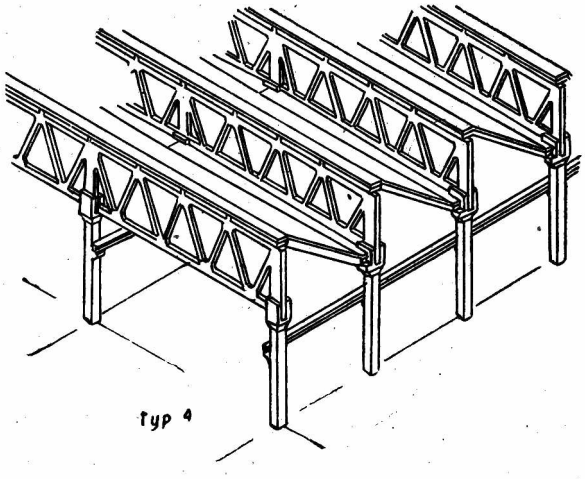
Typ 8. rys. 6.

Hala żelbetowa o dachu szedowym z prefabrykowanych płyt stalo-ceramicznych z pustaków DS leżących na prefabrykowanych szedach łukowo-kratowych. Szedy oparte są na prefabrykowanych podciągach o rozpiętości 12,00 m.



Rys. 6

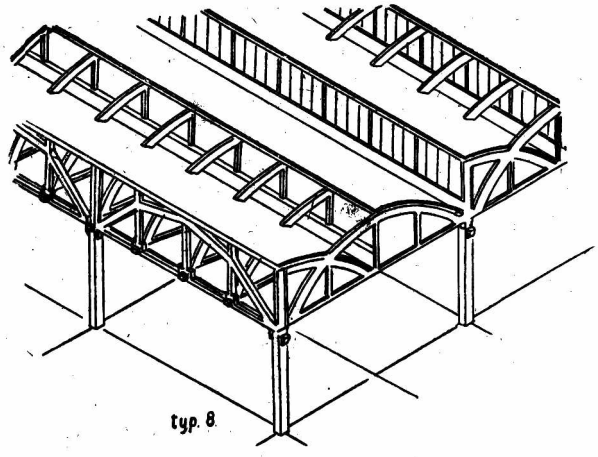
Świetliki pionowe. Siatka słupów 12,00 × 12,00 m. Konstrukcja powyższa w porównaniu do typu 1 wykazuje znaczne zalety, a mianowicie: jest oszczędniejsza w zużyciu stali i drewna, łatwiejsza i tańsza w wykonawstwie przez zastosowanie form ślizgowych. Nadaje się do szerszego stosowania.



Rys. 7

Typ 9. rys. 6.

Hala żelbetowa o konstrukcji łupinowo-kratowej. Na słupach oparte są kratownice z którymi połączone są prefabrykowane belki kratowe pokryte prefabrykowanymi beleczkami stalo-ceramicznymi z pustaków DS. Świetliki pionowe w kratownicach. Siatka słupów 12,00 × 6,00 m. Konstrukcja b. lekka i zaprojektowana oszczędnie. Ilość zbrojenia w podciągu wynosi tylko 102 kg. Ze względu na bardzo małą, sztywność w kierunku poprzecznym do płaszczyzny kraty, podnoszenie podciągu będzie



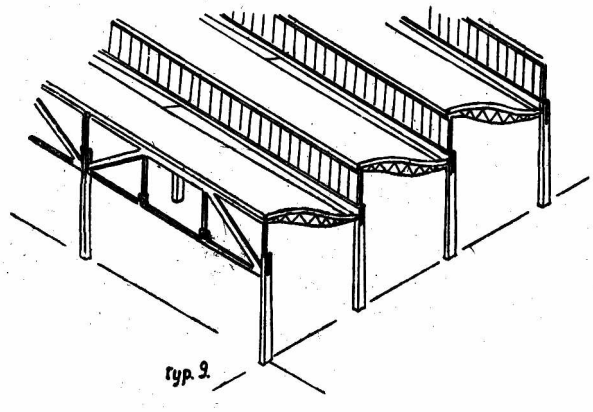
Rys. 8

wymagało dużej ostrożności. Konstrukcja b. śmiała. Ostateczne wnioski będzie można o niej wyciągnąć po uzyskaniu wyników z próbnego odcinka, który ma być wykonany przed zastosowaniem do budowy.

✦

Dokonany przegląd nasunął następujące uwagi.

Wymiarowanie przekrojów. Przy projektowaniu przekrojów elementów prefabrykowa-



Rys. 9

nych należy kierować się następującymi zasadami:

a) przyjęta marka betonu i Qr stali powinny zapewniać możliwie największą lekkość elementu, a jednocześnie ekonomicznie uzasadnione zużycie materiałów, w szczególności deficytowych.

b) kształt przekroju elementu powinien być możliwie najprostszy i jednakowy dla całego elementu, przeważnie prostokątny.

W przypadku konieczności zaprojektowania zmienności przekroju ze względu na ekonomię materiału, zmienna powinna być raczej wysokość przekroju. Wykonanie form dla prefabrykatów jest bardzo kosztowne, z uwagi na duży nakład robocizny. Uproszczenie przekrojów obniża wydatnie koszt formy. Zasada ta ma również na celu umożliwienie wykonania elementów w formach ślizgowych, których zaletą jest: oszczędność w zużyciu potrzebnego dla ich wykonania drewna oraz przyśpieszenie produkcji prefabrykatów.

Tolerancje projektowania. Wielkość tolerancji należy projektować w uzależnieniu od typu konstrukcji, długości elementów oraz rozwiązania oparć. Należy zwrócić baczną uwagę na możliwość sumowania się przyjętych tolerancji, które dodatkowo mogą być powiększone w wyniku trudnych do uniknięcia w wykonawstwie błędów w rozstawieniu podpór (np. słupów). W wyniku przeprowadzonych obserwacji, można przyjąć iż wielkość stosowanych dotychczas tolerancji należy zacieśnić.

Zabezpieczenie konstrukcji od wpływu skurczu betonu i zmian temperatury. Przy projektowaniu należy zwrócić uwagę na zabezpieczenie konstrukcji przed działaniem tych czynników pr

a) właściwe rozwiązanie połączeń i dylatacji,
b) uwzględnienie warunków atmosferycznych jakie mogą panować w czasie montażu konstrukcji;
c) montowanie dostatecznie dojrzałych elementów.

Zagadnienie stateczności. Konstrukcja powinna być zaprojektowana w ten sposób, aby przy użyciu możliwie prostych i niekosztownych środków zapewnić jej stateczność do momentu całkowitego wykończenia. Ten oczywisty, wydawałoby się warunek w wielu wypadkach nie jest spełniany.

Obciążenia wstępne oraz montażowe. W obliczeniach konstrukcji prefabrykowanych należy uwzględnić obciążenia wstępne od ciężaru własnego oraz montażowe, które mogą wystąpić przed uzyskaniem przez element bądź konstrukcję pełnego projektowanego przekroju. Konstrukcje i elementy powinny być przeliczone na wszelkie rodzaje obciążeń i zmiany układów statycznych występujących w czasie procesu montowania.

Węzły w konstrukcjach z elementów prefabrykowanych. Płaszczyzny oparć, krawędzie i końce elementów, których wytrzymałość jest b. istotna dla całości konstrukcji, w przekrojach poza uzbrojeniem zachowuje się tak jak beton nieuzbrojony. Przy opracowaniu węzłów należy zwrócić specjalną uwagę na właściwe rozstawienie uzbrojenia zapewniające dostateczną wytrzymałość najbardziej narażonych na zniszczenie części elementu, przy wszelkich najniekorzystniejszych warunkach pracy, a w szczególności:

a) w pewnych niekorzystnych warunkach ustawienia elementów wystąpić mogą na oporach znaczne naprężenia ścinające w betonie, mogące doprowadzić do zniszczenia opór. Każdy przekrój opory, powinien być zabezpieczony przeciw tym ewentualnościom. Zwłaszcza przy obliczaniu wsporników przyjmować należy najniekorzystniejsze obciążenie w najsłabszym przekroju;
b) płaszczyzny podparć powinny być uzbrojone konstrukcyjnie rusztem z prętów ∅ 4,5 — 10.0 mm o rozstawie kratek około 3 cm. Krawędzie narażone na uszkodzenie przy montażu i transporcie powinny być uzbrojone. Zbrojenie główne od strony podparcia płaszczyzny powinno być doprowadzone końcami do ścianki formy i tam zespawane z prętem poprzecznym, kształtownikiem, lub blachą. Omawiane tu dodatkowe zbrojenie można łatwo wykonać z odpadków i nie wpłynie to na zwiększenie zużycia żelaza w konstrukcji;
c) konstrukcja gniazd oporowych powinna uwzględniać wszelkie możliwe oddziaływanie umieszczonych w nich elementów, jak np. zgniatanie betonu w płaszczyźnie docisku, ścinanie i odrywanie się krawędzi, przesuw. Przy połączeniach na belce, otwory na nie powinny być uzbrojone spiralą lub rurką;
d) zaprojektowany typ węzła powinien odpowiadać warunkom i zapewniać stateczność oraz konsekwencje w stosunku do przyjętego w obliczeniach statycznych sposobu podparcia, np. przyjęte podparcie przegubowe musi posiadać takie rozwiązanie węzła, aby ruchy, na które pozwala się występować konstrukcji, nie powodowały uszkodzeń.

Opracowanie szczegółów. Należy przyjąć za zasadę, że wszystkie węzły powinny być szczegółowo opracowane na specjalnych rysunkach w skali co najmniej 1 : 5. Zasada ta narzuci projektantowi konieczność głębszego wniknięcia w rozwiązanie szczegółów.

Montażowość konstrukcji. Konstrukcja z elementów prefabrykowanych, poza wymaganiami stateczności i wytrzymałości powinna być łatwa i szybka w montażu. Projekt zatem musi uwzględniać następujące warunki:

a) zapewnienie ciągłości prac montażowych, uniknięcie planowanych przerw w montażu (z uwagi na technologię połączonych z nim robót budowlanych);
b) wykorzystanie możliwości sprzętu użytego do montażu;
c) logiczna kolejność montażu;
d) zapewnienie stateczności konstrukcji w czasie montażu;

e) zabezpieczenie przeciwko możliwościom przesuwania sę elementów;
f) łatwość łączenia elementów, możliwie maksymalna eliminacja procesów mokrych;
g) rozwiązanie trudności związanych z podnoszeniem i transportem elementów;
h) bezpieczeństwo pracy przy montażu.

Dla każdej konstrukcji powinien być opracowany plan montażu.

Wykonawstwo. Produkcja elementów prefabrykowanych niczym nie różni się od innych materiałów i powinna mieć ściśle rozpracowaną instrukcję. Należy szczególną uwagę zwrócić na sprawę właściwego projektowania betonu, kontrolę jego jakości, częstość pobierania próbek, ich rodzaj oraz ilość i sposób badania. Instrukcja powinna nakładać na kierownictwo budowy obowiązek prowadzenia dokumentacji, badania materiałów wchodzących w skład betonu. Dokumentacja ta powinna być ewidencjonowana i wraz z metrykami elementu stanowić konieczny załącznik do dziennika budowy. Ważność tego zagadnienia specjalnie podkreśla się, gdyż na wielu budowach sprawa technologii betonu jest niedoceniana. Również mało zrozumienia jest dla pracy zbrojenia i nie zawsze są pręty podocinane i powiązane. W przygotowaniu zbrojenia wskazane byłoby przejść na spawanie punktowe zamiast stosowanego dotychczas wiązania drutem. Spawanie punktowe, stosowane powszechnie w budownictwie radzieckim, daje bardziej dokładne wykonanie uzbrojenia, gwarantuje niezmienność szkieletu zbrojenia przy układaniu w formach i w trakcie betonowania oraz skraca w dużym stopniu czas wykonania. Z zagadnieniem tym łączy się sprawa zaopatrzenia budów w odpowiedni sprzęt. Jakość wykonanych elementów jest często niezadowalająca wskutek stosowania nieodpowiednich wibratorów. Należałoby zasugerować produkcję lekkich wibratorów, wgłębnych i żelazkowych o mocy około 0,2 KM i dużej częstotliwości, która by lepiej zagęszczała beton, zwłaszcza przy produkcji dużych elementów kratowych o małych przekrojach prętów. W zakresie form należałoby wprowadzić stosowanie form betonowych z podgrzewaniem betonu. Jakość elementów wykonanych w formach betonowych jest znacznie wyższa niż przy użyciu form drewnianych a nawet żelaznych, zarówno pod względem dokładności wymiarów wytrzymałości, jak również wyglądu zewnętrznego. Przy właściwej organizacji, przygotowanie form betonowych powinno być tańsze od stosowanych dotychczas drewnianych oraz szybsze w wykonaniu. Ponadto formy te nie potrzebują prawie konserwacji, która przy formach drewnianych wymaga dużego nakładu materiału i robocizny. Zastosowanie form betonowych pozwoli na zaoszczędzenie znacznych ilości drewna wysokich gatunków.

Z zagadnień organizacyjnych na czoło wysuwają się następujące sprawy:

Dla budów wykonujących konstrukcje prefabrykowane muszą być opracowane szczegółowe plany organizacji wykonawstwa obejmujące:

a) plan organizacji placu budowy z rozłożeniem miejsc produkcji i składowania prefabrykatów;
b) plan montażu konstrukcji.

Należy przestrzegać doboru odpowiednich sił technicznych przy wykonywaniu konstrukcji prefabrykowanych, przy czym ilość tych sił w stosunku do normalnych robót żelbetowych powinna być zwiększona z uwagi na konieczność roztoczenia dokładnej kontroli w poszczególnych fazach wykonawstwa.

W ramach szkolenia kadr należy zwrócić uwagę na podniesienie zawodowych kwalifikacji sił technicznych i robotników zatrudnionych przy prefabrykacji. Szkolenie powinno nawet iść w kierunku ich specjalizacji wykonawstwa prefabrykatów. Przeszkolenie sił technicznych musi być przeprowadzone w zakresie:

a) organizacji robót;
b) technologii betonu oraz metod wykonywania robót botonowych;
c) mechanizacji robót;
d) podstaw normowania.

Przeszkolenie robotników w zakresie:

a) robót zbrojarskich,
b) robót betonowych,
c) obsługi sprzętu.

Przytoczone powyżej uwagi, nasuwające się przy przeglądzie dorobku naszego w zakresie konstrukcji prefabrykowanych hal przemysłowych pozwolą na zorientowanie się w niedociągnięciach trafiających się w projektach i wykonawstwie. Ogólnie należy stwierdzić niewątpliwy postęp w rozwiązywaniu konstrukcji prefabrykowanych.

Związanie myśli konstrukcyjnej z osiągniętymi doświadczeniami pozwoli na postawienie budownictwa przemysłowego na właściwym poziomie.

Czy wpłaciłeś prenumeratę za II półrocze 1951 r.?

Pamiętaj konto PKO Nr I-1879

Dział Informacyjno-normatywny

Instrukcja odbioru międzyfazowego robót przy wykonywaniu elementów prefabrykowanych

§ 1. Materiał i jego odbiór.

1. W zamówieniach materiałowych kierownik budowy powinien ściśle określić jakość żwiru, piasku, cementu i stali stosując się do obowiązujących norm Polskiego Komitetu Normalizacyjnego (szczegółowe omówienie w instr.).

2. Przed przystąpieniem do betonowania należy w najprostszy sposób sprawdzić stopień zamulenia żwiru i piasku np. przez zalanie wodą w szklanym naczyniu pewnej ilości żwiru lub piasku i zbadanie osadu. W przypadkach wątpliwych należy przesłać próbki do Instytutu Techniki Budowlanej celem ich zbadania.

3. Za wykonanie powyższych przepisów czyni się odpowiedzialnym kierownika budowy.

4. Niedozwolone jest używanie do wykonania elementów prefabrykowanych cementu zleżałego. Za wydanie do produkcji właściwego cementu odpowiedzialny jest magazynier, natomiast za użycie do produkcji odpowiada mistrz lub brygadzista betoniarski.

§ 2. Formy i ich odbiór.

1. Obowiązek dostarczenia rysunków roboczych dla form spoczywa w zasadzie na biurze projektów. W przypadkach projektowania form na budowie projekty te powinny uzyskać akceptację tego biura projektów, które wykonało podstawowy projekt konstrukcyjny dla elementów prefabrykowanych.

2. Formy drewniane do produkcji elementów głównych powinny być wykonane z desek jednostronnie heblowanych.

3. Każda wykonana nowa forma musi być sprawdzona pod względem zgodności wymiarów z rysunkiem. Powyższe należy do obowiązków kierownika budowy.

4. Sprawdzenie wymiarów zasadniczych powtórnie montowanej formy należy do obowiązków mistrza ciesielskiego.

5. Przed ułożeniem żelaza w formie zaleca się posmarować deski materiałem ułatwiającym oddzielenie betonu od drewna np. szarym mydłem.

§ 3. Zbrojenie i jego odbiór.

1. Zbrojenie każdego pierwszego z danej serii elementu prefabrykowanego powinno być sprawdzone przez kierownika nadzoru i kierownika robót. Odbiór zbrojenia należy potwierdzić zapisem w dzienniku budowy.

2. W razie konieczności zastąpienia średnic żelaza zbrojeniowego innymi niż podaje projekt, kierownik robót zobowiązany jest do przeliczenia zamiennych prętów. Natomiast kierownik nadzoru powinien powyższe przeliczenie sprawdzić i dokonać odpowiedniego zapisu w dzienniku budowy.

§ 4. Betonowanie.

1. Obowiązkiem kierownika robót jest ustalenie ilości technologicznych wody, cementu i piasku w stosunku do jednego m³ kruszywa, biorąc za podstawę podaną w kosztorysie lub rysunku konstrukcyjnym zadaną wytrzymałość betonu.

2. W oparciu o powyższą podstawę kierownik budowy ustali potrzebne ilości cementu, piasku, żwiru i wody na jedno mieszanie.

3. Ilości te powinny być uwidocznione na specjalnej tablicy, umieszczonej oddzielnie przy każdej betoniarce, biorącej udział w produkcji elementów prefabrykowanych.

4. Dla zachowania ustalonych ilości składników betonu należy wykonać odpowiedniej wielkości skrzynki do cementu, zgarniacze do piasku i żwiru oraz wyregulować dopływ wody do betoniarki.

5. Zarówno za przestrzeganie przepisu pkt. 3 jak i za odpowiednie stosowanie podanego przez kierownika robót dozowania odpowiedzialny jest mistrz lub brygadzista betoniarski.

6. W przypadku stosowania chlorku wapnia obowiązuje dozowanie ściśle wg specjalnych przepisów. Obowiązkiem kierownika budowy jest obliczenie ilości rozczynu na jedno mieszanie. Za właściwe dozowanie odpowiedzialny jest prowadzący betonowanie mistrz lub brygadzista.

7. Do obowiązku mistrza (brygadzisty) betoniarskiego należy:

1) przestrzeganie ciągłości betonowania elementu prefabrykowanego,
2) prawidłowe wibrowanie, zasady którego ustalone powinny być z biurem projektów — wykonawcą projektu konstrukcyjnego,
3) zabezpieczenie zbrojenia od zniekształcenia w czasie betonowania. Szczególną uwagę należy zwrócić na ewentualne przesunięcia strzemion,
4) dopilnowanie polewania zabetonowanych elementów w okresie wiązania i twardnienia betonu.

8. W przypadku betonowania elementów głównych w pozycji poziomej, przy podnoszeniu tegoż do pozycji pionowej dla rozszalowania i magazynowania — należy w miejscach podparcia ułożyć podkładki drewniane (belki lub kantowiznę). Po podniesieniu i rozszalowaniu należy element zabezpieczyć przy pomocy stężeń wykonanych z desek i założonych w sposób gwarantujący równowagę elementów w momencie pobierania poszczególnych sztuk do montażu.

9. Magazynowanie należy do grupy montażowej. Za właściwe podnoszenie elementów i sposób ich zmagazynowania odpowiedzialny jest kierownik grupy montażowej.

§ 5. Metryki głównych elementów prefabrykowanych.

1. Obowiązkiem kierownika robót jest założenie metryk głównych elementów prefabrykowanych. Metryki te należy sporządzić odrębnie dla każdego asortymentu prefabrykatów i przechowywać je w specjalnie do tego celu zaprowadzonych kartotekach.

2. Metryka powinna zawierać następujące dane:

1) numer kolejny elementu,
2) date przyjęcia zbrojenia przez kierownika nadzoru i potwierdzenie zgodności uzbrojenia z projektem,
3) datę zabetonowania elementu,
4) przewidziana datę rozszalowania,
5) zapis o ew. użyciu chlorku wapnia,
6) datę rozszalowania,
7) wymiary główne elementu zdjęte z natury po rozszalowaniu.

3. Kolejny numer elementu głównego, jak też jego wymiary wzięte z natury, należy umieścić na elemencie trwałą farbą np. minią z pokostem.

§ 6. Montaż.

1. Przed przystąpieniem do montażu kierownik robót powinien w oparciu o wymiary rzeczywiste wykonanych głównych elementów prefabrykowanych sporządzić roboczy plan montażowy. Plan ten powinien ustalać siatkę słupów zgodnie ze zdjęciami z natury, do której dostosowane powinny być odpowiednie elementy główne i to w ten sposób, aby rzeczywiste odległości między osiami słupów i rzeczywiste długości elementów głównych były najbardziej do siebie zbliżone.

2. Plan montażowy otrzymuje od kierownika budowy kierownik (mistrz) montażu, który jest odpowiedzialny za właściwie użyty numer elementu do montażu.

3. W przypadku stosowania podpory elementu głównego w pasie górnym podciągu, do obowiązku kierow-

nika budowy należy wyznaczenie osi na podciągach dla właściwego ustawienia elementu.

4. Przed przystąpieniem do transportu elementów prefabrykowanych do montażu, obowiązkiem kierownika nadzoru lub nadzoru autorskiego jest wyraźne wskazanie miejsca (węzłów) do mocowania liny. Niedopuszczalne jest przystąpienie do transportu elementów głównych bez uprzedniego wyraźnego wskazania tych miejsc (węzłów).

5. W celu uniknięcia kruszenia się betonu, kierownik (mistrz) montażu obowiązany jest osobiście dopilnować, aby miejsca wyznaczone do założenia lin podnośnych, były zabezpieczone podkładami z twardego drewna.

6. Przy ustawianiu, montażu i zabezpieczeniu pierwszego elementu skrajnego jest obowiązkowa obecność kierownika nadzoru i kierownika budowy.

7. Wyklucza się całkowicie ustawianie elementów na sucho w punkcie ich oparcia. Obowiązuje zastosowanie co najmniej podlewki z zaprawy cementowej i dwóch lub trzech podkładek z papy. Odpowiedzialność za wykonanie tego przepisu spoczywa na kierowniku (mistrzu) montażu.

Aktualizacja instrukcji o trybie zlecania robót i sporządzaniu programów produkcji dla potrzeb planu budownictwa na rok 1952

Każdy rok polskiej gospodarki planowej przynosi nowe zdobycze w zakresie pogłębiania i rozszerzania metodologii planowania. Sposób opracowania planów w roku bieżącym nie jest podobny do sposobu, jaki stosowano w roku ubiegłym — a plan na rok przyszły tworzy się w oparciu o jeszcze bardziej postępowe, naukowe zasady socjalistycznego kierownictwa gospodarką narodową. Nieustanna dynamika naszej gospodarki stawia przed nami coraz to nowe zadania, które muszą być niezwłocznie opanowane, jeżeli metodyka planowania nie ma pozostać w tyle za praktyką. Planowanie musi być coraz bardziej pogłębiane i rozszerzane, opierać się musi na naukowo opracowanych podstawach. Temu ogólnemu procesowi ulega również planowanie produkcji budowlanej.

Prawidłowe planowanie produkcji budowlanej możliwe jest tylko na podstawie prawidłowo przeprowadzonej akcji zlecania robót budowlanych. Zagadnienie to po raz pierwszy uregulowała instrukcja PKPG nr 7, a następnie lepiej sprecyzowała instrukcja PKPG nr 24 „o trybie zlecania robót...". Obecnie, w związku z pewnymi istotnymi zmianami w metodzie opracowywania planu inwestycyjnego, jak i w wyniku doświadczeń poczynionych w toku zlecania robót na 1951 r., zachodzi konieczność wprowadzania pewnych zmian w ustaleniach tej instrukcji i uzupełnienia jej postanowień, jednak, co należy z naciskiem podkreślać, przy zachowaniu jej zasadniczych założeń niezmienionych. A więc powiązanie z planem inwestycyjnym nie tylko pozostaje, ale będzie jeszcze bardziej wzmocnione; wydzielenie fazy zlecania robót zostanie jeszcze bardziej zaakcentowane, jak również zostaną zachowane bilanse zleceń przyjętych i zleceń udzielonych, sporządzone na podstawie programów produkcji i planów rozdziału robót, stanowiące następnie podstawę do opracowania właściwych planów produkcyjno-finansowych przedsiębiorstw budowlanych.

Jakie zmiany zajdą w metodzie budowania planu inwestycyjnego w stosunku do roku ubiegłego?

Przede wszystkim w roku bieżącym prace nad planem inwestycyjnym muszą być rozpoczęte o tyle wcześniej, niż w roku ubiegłym, aby planowanie inwestycyjne mogło przebiegać równocześnie z planowaniem produkcyjnym.

Jak to się odbije na akcji zlecania robót?

Tryb planu inwestycyjnego przewiduje fazę przygotowawczą opracowania projektu planu, która będzie podstawą do opracowania szczegółowych wytycznych oraz fazę następną, która będzie dalszym przybliżeniem planu, kiedy na podstawie odgórnych wytycznych zostaną oddolnie opracowane projekty wniosków inwestycyjnych.

Równolegle do tego zlecanie robót budowlanych będzie przebiegało w dwóch fazach.

Inwestorzy na podstawie limitów inwestycyjnych, opartych przede wszystkim o Plan 6-letni, wydzielą i określą wstępnie wielkość robót budowlanych, które zlecają przedsiębiorstwu budowlanemu. Limity inwestycyjne w tej fazie w postaci proponowanych spisów tytułów inwestycyjnych nie są akceptowane przez nadrzędne jednostki, wobec czego, zlecenia na roboty oparte na tych limitach mają jedynie charakter informacyjny i szacunkowy. Dane te dadzą jednak z jednej strony przedsiębiorstwom budowlanym możność zorientowania się w specyfice robót i szacunkowej ich wielkości, z drugiej strony będą jedną z podstaw opracowania wytycznych przez PKPG.

Po rozprowadzeniu wytycznych w terenie inwestorzy przeprowadzą właściwą akcję zleceń, która tak co do swojej roli, jak i co do trybu zasadniczo nie będzie różnić się od przebiegu w roku ubiegłym. Na podstawie zleceń otrzymywanych w toku tej akcji przedsiębiorstwa zestawią projekty programów wykonawstwa, projekty programów produkcji oraz opracują projekty planów wskaźnikowych. Po analizie i odpowiedniej korekcie tych projektów PKPG zatwierdzi plany dyrektywne dla jednostek wykonawczych bezpośrednio podległych ministrestwom. Dyrektywne plany, po wprowadzeniu ich w teren będą stanowiły podstawę do opracowania planów techniczno - produkcyjno - finansowych. Taki jest w ogólnym zarysie tryb tych wszystkich operacji, które mają być podstawą do zbudowania właściwego planu produkcji budowlanej.

Odpowiednio do nowego trybu zmienią się instrumenty całej tej akcji: poszczególne formularze i wzory instrukcji PKPG nr 24 *). Formularz, na którym będzie dokonane zlecenie kwestionariusza na zlecenie obiektu (roboty) — został znacznie ściślej niż w roku ubiegłym powiązany z planem inwestycyjnym. W fazie wstępnej będzie on sporządzony łącznie z proponowanymi spisami tytułów inwestycyjnych — w fazie projektów planu będzie stanowił integralną część projektu wniosku inwestycyjnego i łącznie będzie przechodził wszystkie kolejne etapy zatwierdzania. Zewnętrznym akcentem tego powiązania jest włączenie kwestionariusza jako załącznika nr 1a do instrukcji inwestycyjnej. Ponadto treść kwestionariusza zostanie wzbogacona. Zespół danych jakich inwestor udziela na kwestionariuszu przedsiębiorstwu w zakresie charakterystyki obiektu, będzie powiększony o dane określające, do jakiego typu budownictwa należy zlecony obiekt. Klasyfikacja zlecanych obiektów do poszczególnych typów budownictwa przeprowadzana już w fazie zlecania robót, ma przede wszystkim na celu umożliwienie już w tym okresie szacunkowego zaplanowania materiałów budowlanych w oparciu o odpowiednie wskaźniki, odnosząc zużycie materiałów do poszczególnych typów budownictwa.

Konsekwencją takiego rozszerzenia kwestionariusza będzie umożliwienie przedsiębiorstwu opracowania programu produkcji w nowym rzeczowym przekroju wg typów budownictwa.

Instytucje bilansujące (PKPG i WKPG), które dotychczas otrzymywały programy produkcji tylko w kwotach finansowych, obecnie otrzymają już we wstępnej fazie materiał, obrazujący rzeczowy zakres robót i umożliwiający porównanie pod tym względem w skali całego kraju i w skali Planu Sześcioletniego.

Poważną luką w roku ubiegłym był brak w formularzach programów produkcji przedsiębiorstw budowlano - montażowych odpowiednich rubryk dla wykazania subzleceń przyjętych — wraz z wyszczegól-

*) Numeracja roku ubiegłego.

nieniem subzleceniodawców. Uniemożliwiło to ujęcie całej akcji subzleceń w formę odpowiednich bilansów, które wykazywałyby ewenetualne błędy i zaniedbania subzleceniodawców i subzleceniobiorców. Obecnie braki te zostaną usunięte przez to, że formularze programów produkcji zostaną uzupełnione odpowiednimi rubrykami.

W roku ubiegłym przekrój wojewódzki otrzymanych zleceń uwidoczniony był na formularzach programów wykonawstwa. Ponieważ akcja subzleceń następująca po nim zmienia dość znacznie udział poszczególnych wykonawców — obecnie okazała się konieczność przeniesienia przekroju wojewódzkiego do fazy opracowania programów produkcji.

Największym brakiem w trybie bilansowania w ubiegłym roku zleceń udzielanych i zleceń przyjętych, była niekompletność informacji jakie otrzymywały Wojewódzkie Komisje Planowania Gospodarczego o elementach, które powinny bilansować.

A więc WKPG nie mogły bilansować zleceń udzielonych z Planu Inwestycyjnego Centralnego przedsiębiorstwom aparatu terenowego. Te dane WKPG posiadały tylko z jednej strony, od zleceniobiorców terenowych przedsiębiorstw budowlanych.

Również WKPG nie mogły bilansować zleceń przyjętych przez przedsiębiorstwa aparatu centralnego z Planu Inwestycyjnego Terenowego. I tu również zachodziła jednostronność informowania WKPG, mianowicie WKPG były w posiadaniu danych tylko od inwestorów terenowych.

Braki te zostaną usunięte przez wprowadzenie dodatkowych formularzy, na których inwestorzy planu centralnego i przedsiębiorstwa „centralne" przesyłać będą odpowiednie informacje do WKPG, co umożliwi pełne przeprowadzenie bilansów.

W roku ub. działali w terenie tzw. Delegaci Ministra Budownictwa, których zadaniem w zakresie zlecania robót było regulowanie i kierowanie strumieniem zleceń napływających od inwestorów do przedsiębiorstw podległych temu resortowi. Obecnie, w związku z likwidacją tego urzędu wytworzyła się luka, którą trzeba będzie zastąpić powołaniem komórki, regulującej całość strumienia zleceń w zakresie *wszystkich* przedsiębiorstw budowlanych na terenie danego województwa. Jest to tym bardziej konieczne, że powstały dwa ministerstwa budownictwa, a ilość przedsiębiorstw budowlanych poważnie wzrosła.

W roku ubiegłym cały ciężar bilansowania tak w planie centralnym, jak i pośrednio w planie terenowym, spoczywał na PKPG. Ten fakt jak i krótki termin powodował, że centralna instytucja bilansująca nie była zdolna do przeprowadzenia — na bazie sporządzonych bilansów — odpowiedniej polityki, która przez przesunięcie części zleceń z jednych przedsiębiorstw bardziej obciążonych do innych, które jeszcze dysponowały pewną rezerwą mocy produkcyjnej, zapewniałoby bardziej równomierne obciążenie wykonawców. Przeprowadzone bilanse umożliwiły tylko formalne sprawdzenie i zrównanie kwoty zleceń udzielonych i przyjętych.

Obecnie, aby usunąć te niedociągnięcia, obowiązek sporządzania bilansów cząstkowych przeniesiony będzie na szczebel ministerstwa tak, aby już ministerstwo przed przesłaniem programów produkcji mogło na podstawie właściwej oceny mocy produkcyjnej przeprowadzić odpowiednią kontrolę i politykę w sensie korekty przypadkowego w pewnym stopniu obciążenia przedsiębiorstw zleceniami.

Również i bilanse sporządzane przez WKPG nie mogą być mechanicznym sprawdzeniem kwoty zleceń przyjętych i zleceń udzielonych, lecz muszą być poprzedzone analizą mocy produkcyjnej przedsiębiorstw terenowych i wynikającą z niej korektą programów produkcji, tak aby materiały napływające do PKPG — wyrażały już jak najbardziej racjonalny rozkład zadań na terenowe przedsiębiorstwa budowlane danego województwa wykorzystujące wszystkie istniejące w tym zakresie rezerwy.

Powyższe zmiany i uzupełnienia, będące wynikiem doświadczeń roku ubiegłego, jak również pogłębienia teorii metodyki planowania, przyczynią się niewątpliwie do tego, że zbudowany na podstawie czynności regulowanych omawianą instrukcją właściwy plan *techniczno-produkcyjno-finansowy* stanowić będzie lepszą niż dotychczas podstawę do kierowania pracą przedsiębiorstw budowlanych.

Zarządzenie w sprawie przekazywania przez inwestorów materiałów i urządzeń instalacyjnych przedsiębiorstwom budowlano-montażowym

Zarządzenie Przewodniczącego PKPG nr 93 z dnia 22 marca 1951 r. reguluje sprawę odstąpienia przez inwestorów na rzecz przedsiębiorstw budowlano-montażowych materiałów i urządzeń instalacyjnych, przeznaczonych do wykonania robót zleconych tym przedsiębiorstwom w ramach Planu Inwestycyjnego na rok 1951.

Zostało ono wydane dla zapewnienia jednolitego wykonania przepisów instrukcji PKPG nr 24 i nr 26, które ustalają zakres zaopatrzenia inwestycji przez przedsiębiorstwa budowlano-montażowe w ramach robót zleconych im przez inwestorów do wykonania w roku 1951 oraz dla zabezpieczenia dostawy materiałów i części urządzeń instalacyjnych we właściwych rodzajach i ilościach, wreszcie dla uniknięcia podwójnego zamawiania tych materiałów (przez inwestora i wykonawcę dla zaopatrzenia tych samych obiektów).

Zarządzenie nie dotyczy materiałów i urządzeń instalacyjnych zakupywanych przez inwestorów dla robót wykonywanych systemem gospodarczym oraz maszyn i urządzeń, które w myśl umowy o dokonanie ich montażu, ma zakupić i dostarczyć na miejsce budowy inwestor.

Odnosi się ono natomiast do następujących materiałów i urządzeń instalacyjnych (wyliczonych przykładowo):

— przewody wodne, powietrzne, gazowe i parowe oraz armatura do urządzeń wodociągowych, kanalizacyjnych, gazowych, ogrzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, poza tym pompy i wentylatory z silnikami napędowymi do powyższych oraz aparatura pomiarowa, kontrolna, regulująca i zabezpieczająca;
— zbiorniki, urządzenia do ulepszania wody, wymienniki ciepła, piece kąpielowe i kuchenne elektryczne i gazowe;
— kotły centralnego ogrzewania wraz z aparaturą;
— dźwigi towarowe i osobowe;
— przewody i kable elektryczne oraz osprzęt;
— aparatura elektryczna rozdzielcza, zabezpieczająca i przekaźnikowa niskiego i wysokiego napięcia;
— aparatura elektryczna regulacyjna i dźwigowa;
— liczniki i mierniki elektryczne;
— łącznice telefoniczne i inny sprzęt telekomunikacyjny;
— akumulatory elektryczne i ogniwa galwaniczne.

W terminie do dnia 15 kwietnia br. inwestorzy powinni scedować na rzecz wykonawców swe prawa i obowiązki wynikające z nie wykonanych jeszcze umów na dostawę materiałów i urządzeń instalacyjnych, jak również scedować zamówienia na dostawy, wydane przed ukazaniem się omawianego Zarządzenia. Przepis powyższy nie odnosi się do praw i obowiązków wynikających z umów planowych.

Również w tym terminie mają być przekazane wykonawcom przydziały wymienionych przedmiotów, jeśli są one objęte rozdzielnikami ustalanymi przez PKPG, a które w chwili ukazania się niniejszego zarządzenia nie zostały zrealizowane przez inwestorów.

Powyższe przytoczone przepisy nie dotyczą inwestorów na rozrachunku gospodarczym a pod-

Biblioteka Politechniki Wrocławskiej

ległych Ministerstwu Górnictwa i Ministerstwu Przemysłu Ciężkiego, którzy dokonali lub dokonają zamówień opartych o projekty techniczne odnośnych urządzeń instalacyjnych i gdy projekty te umożliwiają dokładne ustalenie charakterystyki technicznej i ilości potrzebnych przedmiotów do wykonania robót zleconych wykonawcom. Przedmioty tak zakupione podlegają odstąpieniu wykonawcom niezwłocznie po nadejściu do zamawiającego.

Inwestorzy działający na zasadzie rozrachunku gospodarczego mają odstąpić wykonawcom zakupione przez siebie i posiadane materiały i części instalacyjne dla wykonania zleconych robót za zwrotem kosztów nabycia i transportu. W przypadku gdy materiały te zakupiono w ciężar Planu Inwestycyjnego na 1950 rok — zwrócone koszty będą uznane przez bank finansujący inwestora jako zwrot kwot przyjętych ze środków tego Planu.

Wykonawcy mają obowiązek potwierdzenia, w ciągu 14 dni, przyjęcia cesji zamówień i przydziałów, oraz zgłoszeń inwestora o odstąpieniu materiałów. Natomiast nie mają obowiązku wykorzystywania tych materiałów, które nie nadają się do wykonania zleconych im robót.

Dla księgowego ujęcia materiałów i urządzeń instalacyjnych odstąpionych wykonawcom należy stosować zasady, jakie są przewidziane w instrukcji PKPG nr 17 F z dnia 2 lutego 1950 r.

Okólnik w sprawie przenoszenia inwestycji energetycznych do planu inwestycyjnego Centralnego Zarządu Energetyki

Pismo okólne Departamentu Inwestycji PKPG nr 24 z dnia 23 marca 1951 r. stanowi rozwinięcie postanowień rozdziału 13 Instrukcji PKPG Nr 21 dla sporządzenia planu inwestycyjnego na 1951 r. W rozdziale tym ustalono zasadę, że inwestycje energetyczne, powiększające majątek trwały Centralnego Zarządu Energetyki, powinny być objęte planem inwestycyjnym tego Centralnego Zarządu.

Pismo okólne ustala, że do majątku trwałego Centralnego Zarządu Energetyki, względnie podległych mu przedsiębiorstw należą:

1. stacje transformatorowe o górnym napięciu zasilającym powyżej 40 KV przyłączone do sieci Zakładu Sieci Elektrycznych, niezależnie od tego, czy stacje te służą do zasilania kilku, czy też wyłącznie jednego zakładu przemysłowego, instytucji itp. Podstacje końcowe 60 KV w województwie katowickim stanowią wyjątek od powyższej zasady.
2. stacje transformatorowe przyłączone do sieci Zakładu Sieci Elektrycznych niezależnie od górnego napięcia zasilającego, w przypadkach, gdy służą one do zasilania więcej niż jednego zakładu przemysłowego, instytucji itp.
3. wszystkie linie wysokiego i niskiego napięcia, o ile nie stanowią sieci wewnętrznej danego użytkownika.

Sieć elektryczna Polskich Kolei Państwowych nie zalicza się do majątku trwałego Centralnego Zarządu Energetyki.

W przypadkach wątpliwości wynikających przy stosowaniu omawianego powyżej przepisu — miarodajne jest rozstrzygnięcie Zakładu Energetycznego właściwego Okręgu. Tylko w zasadniczych, spornych, przypadkach zainteresowane strony mogą się odwoływać do Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego.

Niewyszczególnione powyżej urządzenia energetyczne mają być traktowane jako elementy wewnętrznych urządzeń energetycznych użytkownika i umieszczane w jego bilansie majątku trwałego.

Urządzenia energetyczne budowane i rozbudowywane przez użytkownika, powiększające jego majątek trwały, a przyłączane do sieci Zakładu Sieci Elektrycznych, mają być planowane i wykonywane w porozumieniu z właściwymi Zakładami Sieci Elektrycznych. W szczególności akceptacja jest konieczna na wszystkich fazach dokumentacji technicznej oraz uwidoczniona na dokumentacji inwestycyjnej składanej przez inwestora-użytkownika w oddziale Banku Inwestycyjnego.

Poza wymienionymi powyżej wymaganiami, użytkownik musi spełnić obowiązujące przepisy o budowie urządzeń energetycznych.

W tych przypadkach, gdy inwestycje energetyczne powiększające majątek trwały energetyki objęte zostały, z różnych powodów, planem inwestycyjnym użytkowników na rok 1951 — mają być po uzgodnieniu z właściwymi Zakładami Sieci Elektrycznych i potwierdzeniu odpowiednich Okręgów Zakładów Energetycznych, przeniesione do planu inwestycyjnego Centralnego Zarządu Energetyki — co musi nastąpić w terminie do dnia 30 kwietnia 1951 r.

Zasady i tryb przeniesienia środków w ramach Planu Inwestycyjnego na rok 1951 — regulują odpowiednie Zarządzenia Przewodniczącego PKPG i Ministra Finansów.

Przeniesieniu podlegają przy tym, nie tylko limity finansowe, ale i dokumentacja oraz umowy zleceniowe odnośnie wykonawstwa, jak również plany zaopatrzenia w maszyny, urządzenia i materiały, które zostaną włączone do planu zaopatrzenia energetyki wraz z już dokonanymi zamówieniami.

Wobec możliwości błędnego zaplanowania przez inwestorów-użytkowników, tak limitów, jak i zaopatrzenia — Centralny Zarząd Energetyki upoważniony został do występowania do nich o dodatkowe środki finansowe i materiałowe. Inwestorzy-użytkownicy są wtedy obowiązani dostarczyć te środki przez dokonanie odpowiednich zmian rzeczowych w swoich planach. Jedynie w szczególnie ważnych przypadkach Ministerstwo Przemysłu Ciężkiego i właściwe dla inwestora-użytkownika ministerstwo mogą wystąpić wspólnie do PKPG o przyznanie dodatkowych środków finansowych i materiałowych, potrzebnych dla realizacji niewłaściwie zaplanowanej inwestycji.

Z dniem 1 maja br. będą wstrzymane przenoszenia inwestycji energetycznych zatwierdzonych planów użytkowników do planu inwestycyjnego Centralnego Zarządu Energetyki na rok 1951.

OD REDAKCJI

W Nr. 10 naszego czasopisma z r. 1950 w artykule inż. Mariana Bartnickiego pt.: „O oszczędne projektowanie" na str. 13 (szpalta 2, wiersze 36—41 od góry) zdanie „Przykładem nie całkiem nowoczesnego rozwiązania technologicznego może służyć fabryka prefabrykatów „Siporex", w której zastosowano 7-dniowy okres dojrzewania, podczas gdy w ZSRR stosuje się maksymalnie 3-dniowy". — powinno być zastąpione następującym: *„Przykładem nie całkiem nowoczesnego rozwiązania technologicznego może służyć wytwórnia prefabrykatów z betonu przedprężonego, w której zastosowano.. itd."*

Cena egz. 4 zł 50 gr