

O stosowanych w Polsce nietypowych rozwiązaniach dachowych dźwigarów kablobetonowych

Dr hab. inż. Jacek Hulimka, prof. PŚ, Politechnika Śląska

1. Wprowadzenie

Kablobetonowe dźwigary dachowe o konstrukcji prętowej pojawiły się w Polsce we wczesnych latach 50. dwudziestego wieku i były powszechnie stosowane przez około 20 lat. Jako jedna z dwóch grup rozwiązań (obok betonowych konstrukcji powłokowych – ze zbrojeniem zwykłym lub sprężającym) pozwalały one na przekrycie znacznych rozpiętości przy minimalnym zużyciu stali. W tym miejscu trzeba sięgnąć do realiów czasów po zakończeniu II wojny światowej, kiedy zrujnowana infrastruktura gospodarcza kraju (także na tzw. Ziemiach Odzyskanych, zniszczonych przez Armię Czerwoną traktującą je jak obszar Niemiec) wymagała szybkiej odbudowy, a niewielkie możliwości produkcyjne hutnictwa (w roku 1950 zaledwie 2,5 mln ton) nie pozwalały na masowe stosowanie konstrukcji stalowych. Rozwiązaniem opisanych problemów były prefabrykowane konstrukcje z betonu, lecz ich rozpiętość - w przypadku żelbetu - ograniczona była przez nadmierne zarysowania i ugięcia. Sięgnięto zatem do znanej już idei betonu sprężonego, pozwalającej na ograniczenie, a nawet eliminację naprężeń rozciągających w betonie, a zatem umożliwiającej projektowanie i wykonawstwo dźwigarów o znacznych rozpiętościach.

Pierwsze analizy teoretyczne dachowych dźwigarów kablobetonowych wskazywały na ogromne oszczędności w zakresie zużycia stali i betonu, w porównaniu do typowych elementów żelbetowych. Optymiści prognozowali ograniczenie zużycia betonu na poziomie od 30 do 40%, a stali od 70 do 80%. W praktyce nie było aż tak dobrze, a liczne w ówczesnej literaturze analizy wzajemnie sobie przeczyły. W części źródeł wskazywano też na znaczne zużycie cementu w elementach sprężonych – nawet o 70% wyższe niż w analogicznej rozpiętości elementach żelbetowych, co wynikało z ogromnego udziału cementu w betonie marki 400, stosowanym w większości elementów kablobetonowych. W dachach o rozpiętości przekraczającej 18 m dźwigary sprężone porównywano z kratownicami stalowymi – tu oszczędności stali były rzeczywiście istotne. Przykładem mogą być dźwigary kablobetonowe zastosowane w cementowni „Odra” w porównaniu z kratownicami stalowymi w cementowni „Rejowiec” – przy tej samej rozpiętości 30 m i rozstawie 6 m zużycie stali w pojedynczym elemencie zredukowano z 5900 do 960 kg. Wspomniane oszczędności materiałowe nie przekładały się jednak na sukces ekonomiczny, bowiem w wielu przypadkach dźwigary kablobetonowe były znacznie droższe od

stalowych. Udokumentowane w literaturze przykłady dotyczą elementów o rozpiętości 34 m oraz zastosowanych przy budowie Elektrociepłowni Łódź II dźwigarów o rozpiętości 27 m. W tym przypadku koszt wytworzenia i wbudowania elementów kablobetonowych był o 79% wyższy niż w analogicznym rozwiązaniu stalowym w Elektrociepłowni Żerań; po uwzględnieniu rozstawu elementów nośnych wartość ta rosła do 94%. Powyższe wynikało z ogromnego zużycia wysokowartościowego cementu, znacznej różnicy ceny stali sprężającej w stosunku do zwykłej stali zbrojeniowej, a także wysokich kosztów wytworzenia, transportu i montażu elementów sprężonych. Publikacje wskazujące na niekorzystny bilans ekonomiczny stosowania elementów kablobetonowych były jednak nieliczne, co świadczy o priorytetowym traktowaniu oszczędności stali.

2. Parę słów historii

Jako pierwsze zastosowanie kablobetonu w Polsce uznać trzeba obiekt garażowy zrealizowany w Warszawie w latach 30. dwudziestego wieku, gdzie rozstawione co około 5 m dźwigary wykonano z bloczków betonowych nanizanych na pręty stalowe $\varnothing 20$ mm, które następnie naprężono przez dociągnięcie nakrętek. Tak wykonane elementy dość szybko straciły pierwotną sztywność, lecz mimo tego obiekt użytkowany był przez ponad 10 lat.

W połowie lat 40. rozpoczęto w Polsce prace teoretyczne poświęcone możliwości praktycznego zastosowania „betonu kablobetonowego”. Przewodziły tu dwie Politechniki – Krakowska (zespół prof. Olszaka) i Warszawska (zespół prof. Kluza). Z ówczesnych rozważań wynikał pogląd o zasadności stosowania kablobetonu w mostach oraz elementach budownictwa przemysłowego o rozpiętościach przekraczających 10 m. Nie dziwi więc, że pierwsze koncepcje dotyczyły właśnie mostów – były to dwa nagrodzone projekty odbudowy mostu Dębnickiego w Krakowie, opracowane w roku 1948. Ich realizacja nie doszła do skutku, co uzasadniono brakiem odpowiedniej stali sprężającej i ryzykiem zastosowania nowatorskiego rozwiązania w tak ważnym obiekcie. Jako pierwszy zrealizowano znacznie skromniejszy most drogowy w Końskich, o rozpiętości 12,6 m. Został on zbudowany w latach 1952–53 i był pierwszym w Polsce obiektem o konstrukcji kablobetonowej. Niemal równocześnie, bo w roku 1953, zaprojektowano i wzniesiono w Strzybnickich Zakładach Betoniarskich i Żelbetowych pierwszy obiekt halowy z dachem na

dźwigarach kablobetonowych. Zastosowano tu pełnościennie elementy dwuspadowe o rozpiętości osiowej 15,45 m.

3. Stosowane rozwiązania

Jak już wspomniano, pierwsze w Polsce dachowe dźwigary kablobetonowe wykonano jako pełnościennie, o przekroju dwuteowym. W oryginalnym rozwiązaniu były one wykonane bez nadbetonu, ułożone w rozstawie 4,0 m i przekryte rusztami z wkładek strunobetonowych usztywnionych żebrowaniami żelbetowymi, z wypełnieniem z pianobetonu.

W analizach obliczeniowych szybko wykazano, że dźwigary pełnościennie są mało ekonomiczne ze względu na brak możliwości pełnego wykorzystania parametrów wytrzymałościowych betonu i stali sprężającej. Rozwiązaniem tego problemu okazało się rozdzielenie strefy ściskanej (żelbetowej) i rozciąganej (wymagającej sprężenia), a optymalny kształt tak zaprojektowanych dźwigarów wymagał, aby odległość środków ciężkości rozdzielonych pasów zmieniła się zgodnie z równaniem paraboli II stopnia. Przy takim założeniu w każdym przekroju siły osiowe w pasach miały względnie stałą wartość, co pozwalało na optymalizację przekrojów i wartości sił sprężających. Tak ukształtowane konstrukcje zostały w roku 1954 opatentowane przez Zenona Zielińskiego i Wacława Zalewskiego, a zastosowana przez pierwszego z autorów nazwa „dźwigary oszczędnościowe” do dziś określa całą grupę typowych rozwiązań. W opisanym rozwiązaniu zaprojektowano niemal wszystkie stosowane w Polsce dźwigary dachowe. W najogólniejszy sposób podzielić je można na trzy grupy: KBO, KBOS i KBS. W dwóch pierwszych ujęto dźwigary o rozpiętości 15, 18, 21 i 24 m wykonane ze sprężonymi prostoliniowymi pasami dolnymi i żelbetowymi pasami górnymi w postaci łamanej opisanym na paraboli II stopnia. Elementy KBO wykonywano w całości, a KBOS betonowano w wytwórni w postaci prefabrykatów, a scalano i sprężano na placu budowy. W powszechnym przekonaniu w systemie KBO wykonywano tylko elementy o długości 15 i 18 m, nie jest to jednak prawdą – o czym w dalszej części. W grupie KBS różnorodność rozwiązań była znacznie większa, przy zachowaniu ogólnego założenia kształtowania konstrukcji w sposób zapewniający względnie stałe wartości sił w pasach. Wyjątkiem od opisanych reguł były krótkie (9 i 12 m) dźwigary typu KBU, będące odpowiedzią na brak możliwości wyprodukowania odpowiedniej liczby elementów strunobetonowych o tych rozpiętościach. W praktycznie wszystkich rozwiązaniach dźwigarów oszczędnościowych elementy konstrukcyjne wykonywano z betonu marki $R_w = 400 \text{ kg/cm}^2$ (wyjątkowo marki 500 w przypadku wybranych elementów KBS), ze współpracującym nadbetonem marki 200 (w pojedynczych rozwiązaniach 250, 170 lub 140), a zbrojenie sprężające z kabli 12Ø5 mm w systemie Freyssineta (sporadycznie stosowano niepełne kable złożone z mniej niż 12 drutów lub kable 18Ø5 mm i 24Ø5 mm) ze stali I lub II gatunku (o wytrzymałości na rozciąganie, odpowiednio: 165 kg/mm^2 i 150 kg/mm^2).

Do kotwienia kabli zwykle stosowano stalowe bloki kotwiące i stalowe stożki; w starszych rozwiązaniach stosowano kołowe bloki ze zbrojonego betonu w kombinacji z betonowymi lub stalowymi stożkami.

4. Uwagi o najczęściej stosowanych dźwigarach

W powszechnym przekonaniu w Polsce stosowanych było 19 typów dachowych dźwigarów kablobetonowych, wyspecyfikowanych w opublikowanych w roku 2018 Wytocznych ITB „Ocena stanu technicznego kablobetonowych dźwigarów dachowych” (wcześniej w Instrukcji ITB 353/98). Zawarte tam dane są niesłychanie pomocne w ocenie eksperckiej dźwigarów, pozwalają bowiem na przyporządkowanie ich do określonego typu, jednak podejście takie w pewnych przypadkach może prowadzić do błędnej klasyfikacji tych elementów. Powyższe wynika z paru przyczyn. Po pierwsze – cytowane zestawienia nie obejmują najstarszych realizacji, gdzie dźwigary do rozpiętości 24 m włącznie betonowane były w całości, na placu budowy (z wyjątkiem najkrótszych, KBO-18, wykonywanych w Strzybnickich Zakładach Betoniarskich i Żelbetowych). Tym samym istniały elementy które, zgodnie z przyjętymi zasadami, klasyfikować należy jako KBO-21, KBO-24, a nawet KBO-30 (choć te ostatnie, zgodnie z danymi wynikającymi z literatury, nie zostały zastosowane w praktyce). Drugie z uproszczeń polega na przyporządkowaniu danemu dźwigarowi jednego układu i typu kabli sprężających, podczas gdy w praktyce stosowano różne modyfikacje polegające – w większości przypadków – na zmianie liczby kabli w zależności od rozstawu dźwigarów i obecności monorelsów lub świetlików. W skrajnych przypadkach, obejmujących najdłuższe z powszechnie stosowanych elementów, liczba typowych układów kabli dochodziła do pięciu, przy zachowaniu zewnętrznej geometrii dźwigarów (przykładami są tu elementy KBOS-24-W, KBS-30 „Krzeszowice” i KBS-36 „Strzybnica”). Kolejnym uproszczeniem jest potraktowanie najbardziej typowych dźwigarów KBO i KBOS jako rozwiązań o jednoznacznie określonej geometrii, podczas gdy w kolejnych dokumentach technicznych (katalogach lub kartach KB) były one nieco zróżnicowane. I wreszcie, istniały w praktyce rozwiązania bardzo nietypowe, zastosowane w jednym lub paru obiektach, wymykające się wszelkiej klasyfikacji bazującej na formalnych wykazach stosowanych rozwiązań. Część z nich objęta była projektami typowymi opracowanymi przez Biuro Studiów i Projektów Typowych Budownictwa Przemysłowego (BSIPTBP, późniejszy BISTYP), część natomiast bazowała na indywidualnych rozwiązaniach.

W opisanym kontekście można uznać, że w Polsce stosowano ponad 40 typów dachowych dźwigarów kablobetonowych w układzie parabolicznych pasów górnych i prostoliniowych pasów dolnych, z których część znacznie różniła się jeszcze układem zbrojenia sprężającego. W sumie tworzyły to ponad 60 indywidualnych rozwiązań, często niemożliwych

do odróżnienia bez dokładnych pomiarów inwentaryzacyjnych, w tym w zakresie zastosowanej liczby i typu kabli sprężających. Dodając do powyższego dźwigary stosowane w pojedynczych realizacjach oraz elementy o nietypowym kształcie i/lub rozpiętości, uzyskuje się grupę około stu indywidualnych rozwiązań.

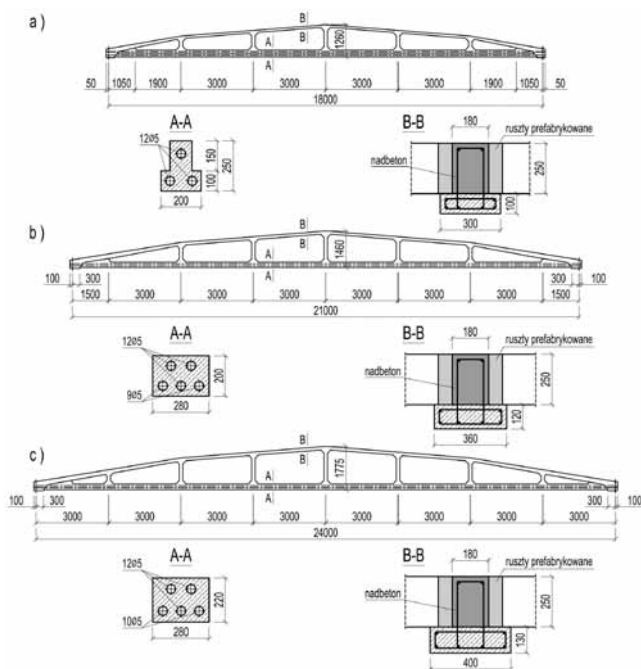
Z uwagi na powszechną znajomość najpopularniejszych elementów typu KBO, KBOS i KBS, w artykule odstąpiono od ich szczegółowego opisu – chociaż i tu spotkać można szereg drobnych różnic utrudniających jednoznaczną klasyfikację elementów oraz liczby i układu kabli. W efekcie skupiono się na opisie rozwiązań bardzo nietypowych, starając się scharakteryzować ich podstawowe cechy geometryczne i konstrukcyjne.

5. Wybrane rozwiązania nietypowe

Przegląd nietypowych dźwigarów kablabetonowych stosowanych w Polsce należy zacząć od przyjętej zasady przyporządkowania do tej grupy. Jak już wspomniano, większość elementów sklasyfikować można jako należące do rozwiązań typu KBO, KBOS, KBS i KBU. Dźwigary te, pod różnymi nazwami i oznaczeniami, opisane były w jednym z trzech „Katalogów projektów konstrukcji sprężonych” (wydania BSiPTBP z roku 1954, 1955 i 1957), w Katalogu Budownictwa (w formie kart o oznaczeniach KB3-1.4.6, a później KB1-31.6.1) lub w katalogach rozwiązań systemowych. Można je zatem uznać za typowe, ze wspomnianą już koniecznością wyróżnienia zmian pojawiających się w kolejnych latach, w tym w zakresie liczby i typu kabli sprężających.

Za nietypowe uznano zatem te dźwigary, które nie pojawiły się w wymienionych wyżej opracowaniach (lub zostały z nich szybko wycofane), a zatem nie zostały w formalny sposób stypizowane.

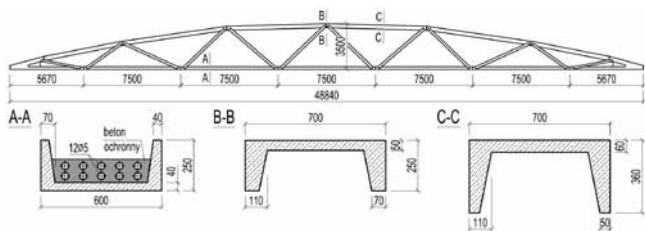
Na początku wypada wymienić pierwsze dźwigary oszczędnościowe opracowane przez Zenona Zielińskiego i Wacława Zaleskiego. W roku 1954 wdrożyli oni projekt dźwigarów o rozpiętości modularnej 21 m, sprężonych pięcioma kablami (trzy 12Ø5 mm i dwoma niepełnymi 9Ø5 mm), betonowanych w całości w pozycji pionowej, na placu budowy. Z obecnego punktu widzenia było to rozwiązanie nietypowe, bowiem w późniejszych latach elementy o długości przekraczającej 18 m zawsze wykonywano jako złożone z segmentów (KBOS). Nietypowe były też prostokątne przekroje pasów. Opisane dźwigary po raz pierwszy zastosowano w Ozimku, a nieco później na Służewcu w Warszawie, w Poznaniu, Starołęce i Porębie. Również w roku 1954 powstała wersja opisanych wyżej elementów przystosowana do rozpiętości 24 m (sprężenie $3 \times 12\text{Ø}5 \text{ mm} + 2 \times 10\text{Ø}5 \text{ mm}$), które zastosowano w Fabryce Maszyn Żniwnych w Poznaniu, a rok później projekt dźwigarów o rozpiętości 18 m. Opisane elementy przedstawiono na rysunku 1. Już w roku 1954 pojawił się jednak wniosek o zasadności podziału dłuższych (ponad 18 m) dźwigarów na segmenty, co czyni opisane wyżej elementy nietypowymi.



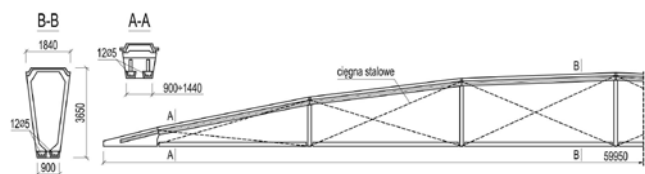
Rys. 1. Pierwsze dźwigary oszczędnościowe: a) KBO-18, b) KBO-21, c) KBO-24

Potrzeba przekrycia hal o znacznych rozpiętościach spowodowała powstanie całej grupy kratowych dźwigarów KBS o rozpiętościach 30, 36 i 42 m. W tej samej konwencji zaprojektowano i wykonano magazyn portowy na Nabrzeżu Rumuńskim w Gdyni. Był on przekryty dźwigarami kratowymi o rozpiętości 48,84 m w rozstawie 6,70 m, co wymagało zastosowania pokrycia z indywidualnie zaprojektowanych płyt łupinowych. Nietypowa rozpiętość dźwigarów wynikała z konieczności ich dostosowania do wcześniej wykonanych stóp fundamentowych hali trójnawowej. Wykonano je z betonu marki 500 z nadbetonem marki 250 (to jest ponad przyjętym standardem) i sprężono dziesięcioma kablami 12Ø5 mm, stosując dwuetapowy proces naciągu (6 kabli „na dole” i cztery „na górze” – po ułożeniu płyt dachowych i związaniu nadbetonu). Opisane dźwigary pokazano na rysunku 2.

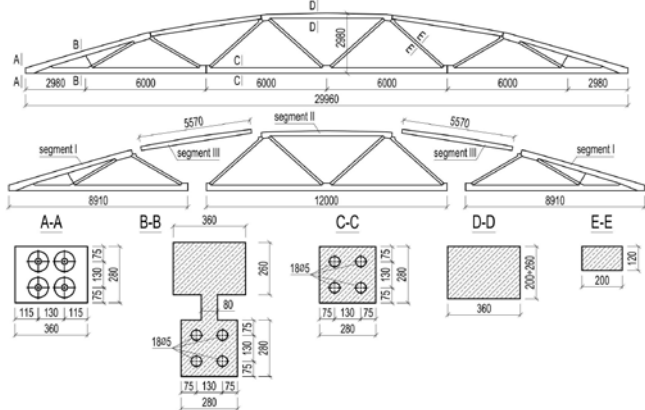
W rodzinie długich dźwigarów specjalnych pojawiły się elementy nietypowe, a mianowicie KBS-60 o imponującej rozpiętości 60 m. Zgodnie z dostępnymi opisami miały one bardzo szerokie pasy górne (1,84 m), podwójny układ słupków i stalowych skratowań i podwójne, otwarte pasy dolne (rys. 3). Sprężenie stanowiło osiemnaście kabli 12Ø5 mm, naciąganych w trzech etapach. Elementy przeznaczone były do przekrycia płytami łupinowymi o rozpiętości 6,0 lub 7,5 m, opartymi na krawędziach pasów górnych, co skutkowało rozstawem układów poprzecznych odpowiednio co 7,5 lub co 9,0 m. W publikacjach z roku 1962 były one opisane jako niezastosowane w praktyce, co jednak nie jest wiadomością pewną, bowiem dotyczy tylko obiektów cywilnych. Tymczasem długość opisanych dźwigarów sugeruje ich dostosowanie do gabarytów radzieckich bombowców



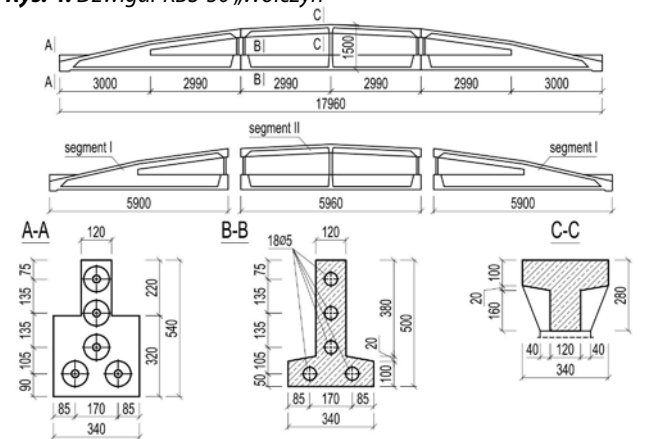
Rys. 2. Dźwigar o rozpiętości 48,84 m w magazynie na Nabrzeżu Rumuńskim w Gdyni



Rys. 3. Koncepcja dźwigara KBS-60



Rys. 4. Dźwigar KBS-30 „Wołczyn”



Rys. 5. Dźwigar o rozpiętości 18 m „Fasty”

strategicznych – wytwarzane w latach 50. Tu-95 i M-4 miały rozpiętość skrzydeł odpowiednio 50,04 m i 50,53–53,14 m. Jeśli mowa o grupie najdłuższych dźwigarów kratowych, to warto wspomnieć o paru modyfikacjach elementów o rozpiętości 30 m. Pierwszymi były tu dźwigary KBO-30, konstrukcyjnie tożsame z opisanymi już rozwiązaniami przedstawionymi na rysunku 1; w praktyce nie zostały one nigdy zrealizowane, a we wspomnianych już katalogach zastąpiły je dźwigary KBS-30 „Odra” (z zamkniętymi pasami dolnymi),

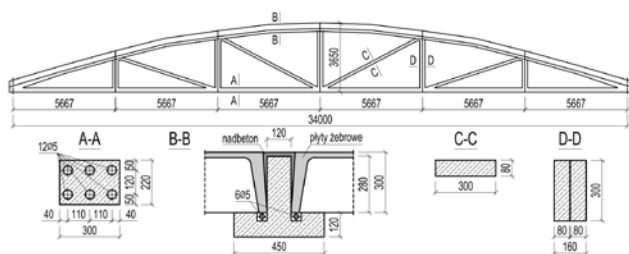
a w roku 1958 KBS-30 „Krzyszowice”, z otwartymi pasami dolnymi jak w elementach o długości 36 i 42 m. Obydwa te rozwiązania były skatalogowane jako typowe, wspomniano je jednak ze względu na późniejsze modyfikacje. Otóż, wprowadzone w roku 1958 rozwiązanie z otwartymi pasami dolnymi okazało się wysoce awaryjne, co spowodowane było mało skuteczną ochroną antykorozyjną kabli sprężających. W efekcie paru poważnych awarii (w tym spowodowanych dodatkami chlorku wapnia do betonu zabezpieczającego kable), w roku 1963 zabroniono dalszego projektowania dźwigarów z otwartymi pasami dolnymi, a w przypadku już realizowanych obiektów nakazano wprowadzenie zmian konstrukcyjnych. Efektem takich działań była modyfikacja dźwigarów KBS-30 „Krzyszowice” do wersji KBS-30 „Śrem” lub KBS-30 „Wołczyn”. Pierwsze z nich były swoistą hybrydą dźwigarów KBS-30 „Odra” (zamknięty pas dolny) i KBS-30 „Krzyszowice” (układ geometryczny, w tym dwugałęziowe krzyżulce). W drugim przypadku powstało całkiem nowe rozwiązanie (objęte projektem, lecz nieskatalogowane), z klejonymi stykami i sprężeniem silnymi kablami 18Ø5 mm. Dźwigary te pokazano na rysunku 4.

Przykładami dźwigarów bazujących na projektach BSİPTBP, lecz nieujętych w Katalogu Budownictwa, były też KBS-24 „Huta Warszawa” i „Fasty”. Ten drugi, o rozpiętości 18 m, pokazano na rysunku 5.

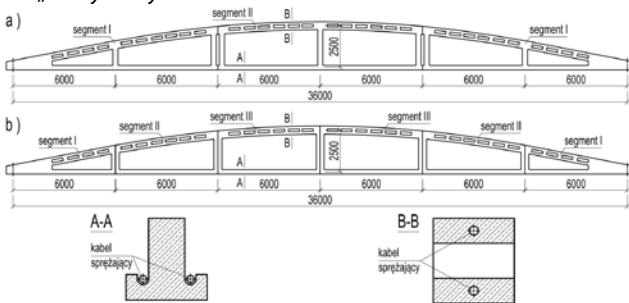
W artykule wypada też wspomnieć o dźwigarach wymykających się jakiegokolwiek unifikacji, bowiem nieujętych nawet w typowych projektach – a jednak zrealizowanych w pojedynczych obiektach. Jednym z przykładów były elementy o rozpiętości 34 m zastosowane w Sanoku (w hali Sanockiej Fabryki Wagonów „Sanowag” lub w Zakładach „Autosan” – w tym miejscu w literaturze dane są rozbieżne). W założeniu były to dźwigary o suchych stykach, co wymagało dodatkowego sprężenia pasów górnych przy użyciu dość delikatnych kabli 6Ø5 mm. W praktyce zastosowano typowe styki wypełnione zaprawą, jednak brak okuć i tak wymusił sprężenie pasów górnych. Dźwigary pokazano na rysunku 6. Wspomniana tu koncepcja „suchych styków” zakładała betonowanie kolejnych segmentów każdego dźwigara w sposób sekwencyjny (z wykorzystaniem poprzedniego segmentu jako deskowania), co w założeniu gwarantować miało idealne ich dopasowanie. Opisana wyżej realizacja w Sanoku wykazała nierealność takiej technologii, ogólną koncepcję, którą pokazano na rysunku 7.

Na etapie koncepcji pozostały też dźwigary kablobetonowe typu SDK (o rozpiętości 18, 24 i 30 m) przewidziane w ramach Jednolitego Systemu Budownictwa (JSB), a konkretnie wersji z lekką obudową JSB-L. Przyjęto tu rozwiązanie z nietypowymi, stalowymi krzyżulcami. Jako przykładowe pokazano elementy SDK/30 (rys. 8).

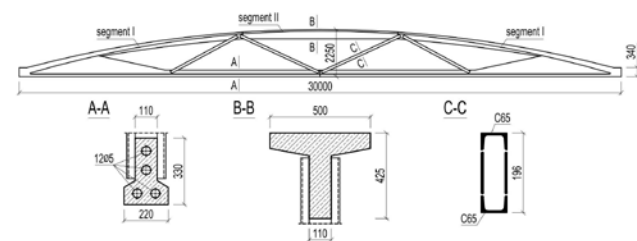
W roku 1968 powstała koncepcja nowego rozwiązania projektowego uniwersalnych dźwigarów KB-18, KB-24 i KB-30, przystosowanych do wbudowania w odstępach 12 m i przekrycia sprężonymi płytami łupinowymi. W praktyce



Rys. 6. Dźwigar o rozpiętości 34 m na podstawie koncepcji elementu z „suchymi stykami”



Rys. 7. Ogólna koncepcja elementów z „suchymi stykami”



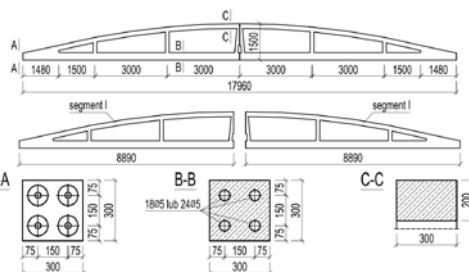
Rys. 8. Koncepcja dźwigara typu SDK na przykładzie elementu o rozpiętości 30 m

przedstawicielem tej grupy były pokazane na rysunku 9 elementy KB-18S (ujęte w Katalogu Budownictwa, zatem traktowane jako typowe), a dłuższe wersje pozostały w stadium prototypów.

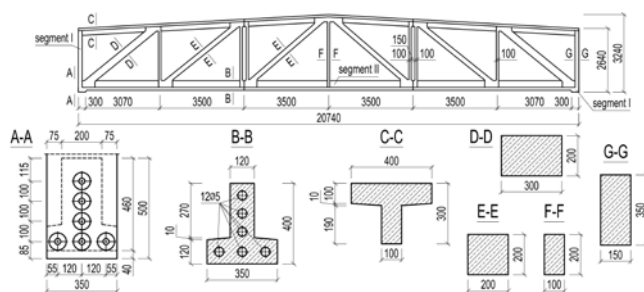
W pojedynczych realizacjach stosowano też dźwigary niezgodne z założeniami konstrukcyjnymi elementów oszczędnościowych – przykładami są tu elementy dwutrapezowe pokazane na rysunku 10 i dźwigary będące jednocześnie konstrukcją wsporczą trybun stadionu ŁKS w Łodzi (rys. 11).

6. Podsumowanie

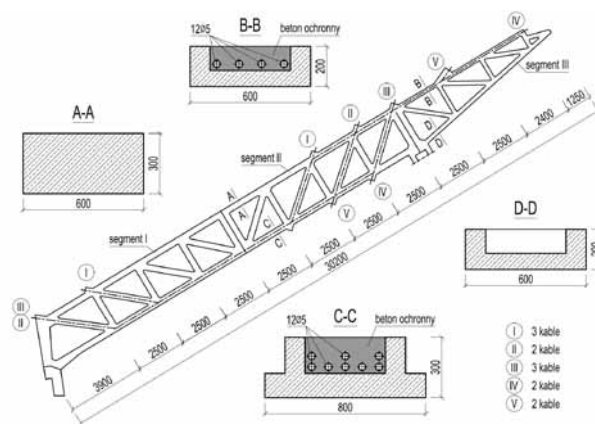
Jak opisano w artykule, liczbę odmian i wersji stosowanych w Polsce kablobetonowych dźwigarów dachowych oszacować można na około sto. W tym zakresie większość stanowią rozwiązania typowe – często różniące się drobnymi szczegółami geometrycznymi lub zbrojeniem sprężającym, jednak dość jednoznacznie przyporządkowane do elementów dostępnych w katalogach. Dźwigary takie, a przynajmniej najpopularniejsze ich wersje, są znane i rozpoznawalne. Istniały jednak także dźwigary zrealizowane w pojedynczych obiektach (na podstawie projektów BSiPTBP lub indywidualnych), a także elementy zaprojektowane, lecz



Rys. 9. Dźwigar KB-18S



Rys. 10. Nietypowy dźwigar składany o rozpiętości 21 m



Rys. 11. Nietypowy dźwigar składany w konstrukcji stadionu

niewprowadzone w praktyce. Świadomość tych rozwiązań nie jest już tak powszechna, a tym samym niska jest ich rozpoznawalność. W niniejszym artykule pokrótce opisano wybrane dźwigary nietypowe, w części przypadków wskazując genezę powstania danych rozwiązań.

Ze względu na objętość tekstu nie ujęto tu wszystkich znanych przypadków – autor ma też świadomość, że na pewno istniały dźwigary, do opisu których nie dotarł pomimo bardzo szerokiego studiów literatury tematu.

I tu parę słów wytłumaczenia. W artykule nie ujęto spisu materiałów źródłowych, jedynie wymieniając w tekście podstawowe katalogi. Powyższe nie wynika z braku odpowiedniej literatury, a raczej z jej nadmiaru – ujęte w artykule dane pochodzą z kilkudziesięciu źródeł z lat 50. i 60. dwudziestego wieku. Ze względu na ich liczbę odstąpiono zatem od szczegółowych cytowań, bowiem spis literatury byłby porównywalny objętościowo z tekstem.