

TREŚĆ: Prof. E. Bratro: Inżynier i architekt. — Dr. Inż. W. Aulich: Wpływ walcowego kształtu łopatek kierowniczych. Dr. T. Kluz: Obliczenie belki ciągłej różnopręślowej. (Ciąg dalszy). — Wiadomości z literatury technicznej. — Recenzje i krytyki. — Kongresy i Zjazdy. — Sprawy Towarzystwa.

Prof. Emil Bratro.

Inżynier i architekt.

Rozpatrując sprawę wzajemnego ustosunkowania się inżyniera i architektki muszę w pierwszym rzędzie zwrócić uwagę na fakt, iż oba te zawody stykają się między sobą niezmiernie często a zetknięcie to w przeważnej ilości wypadków ma charakter tak ścisły, zakres zainteresowań jest tak wspólny i jednolity, iż prawie z reguły, szczególnie w dobie obecnej, ztraca się ścisła granica pomiędzy inwencją i twórczością jednego czynnika a działalnością drugiego. Moment tej wspólności zainteresowań jest dla wznoszonej budowy pierwszorzędno znaczenia; jeśli tego zespolenia celowego konstrukttywizmu z artystycznym pięknem przy pewnym obiekcie będzie brak, jeśli już w chwili projektowania dzieła, kompozycje estetyczne nie będą należycie kontrolowane przez ścisłą wiedzę statyczną lub gdy ołówek i cyrkiel konstruktora nie będzie nadszedł za myślą przewodnią artysty, natenczas możemy być pewni, iż ostateczny efekt będzie marny. Powstała w ten sposób budowla nie da zadowolenia wewnętrznego ani inżynierowi ani też architektce, co więcej często może uciecierpieć również jej użytkownik nie wspominając nawet o gospodarczej stronie rozwiązania, które w razie dysonansu pomiędzy obu wspomnianymi czynnikami jest prawie z reguły na szwank narażone.

Jeżeli to wzajemne zgranie się obu indywidualności, pracujących dla jednego i tego samego celu ma być czynnikiem decydującym, warunkującym ostateczny dodatni efekt ukończonego dzieła, to zdać sobie musimy sprawę z tego, iż będzie to możliwe tylko pod założeniem z jednej strony pewnej równorzędności duchowej obu wspomnianych elementów, z drugiej zaś jaknajdalej posuniętego zrozumienia zakresu myśli i kierunku jednego czynnika przez drugi. Wszelka supremacja tendencji konstrukcyjnych nad inwencją artystyczną i odwrotnie wysunięcie na pierwszy plan czynnika dekoratywnego z pominięciem i usunięciem na podrzędny ścisłej wiedzy, jednym słowem wszelki przerost znaczenia jednego lub drugiego elementu niszczy możliwość harmonijnej współpracy i spowoduje objawy szkodliwe, destruktywne, które w dodatku odbijają się ujemnie na czynniku trzecim, często w tej dziedzinie niezupełnie zorientowanym, a tym jest właściciel budowy.

Musimy zatem bliżej rozpatrzyć możliwość wzajemnego zrozumienia się inżyniera i architektki oraz podstawy równorzędności ich stanowisk. Pierwszy moment warunkowany jest ustrojem i programem szkolnictwa wyższego w obu omawianych dziedzinach, drugi zależy nie tylko od wzajemnej umowy, ale również od obowiązującego ustawodawstwa technicznego.

Jeżeli sięgniemy okiem w zamierzoną przeszłość, w okres pierwotnego człowieka, który ze stanu nie różniącego go wiele od zwierzęcia zaczął powoli przechodzić w wyższe stadium rozwojowe, charakteryzujące się pewnym dążeniem do doskonalszych form bytowania, to nie ulega żadnej wątpliwości, iż przy wznoszonych przez niego budowlach jakiegokolwiek bądź typu, czyto dla celów mieszkaniowych, czy też obronnych lub komunikacyjnych, dominującą rolę odegrała konstrukcja. Wznoszony obiekt musiał być celowy i zapewniający bezpieczeństwo, zatem mocny. W tem zaraniu ludzkości nie było wprost miejsca na piękno. Uszlachetnienie konstrukcji, nadanie jej pewnych form zewnętrznych, które

czyniłyby ją miłszą i sympatyczniejszą dla oka i wywoływały dodatnie wrażenia wzrokowe, a więc w istocie przeważna część tych momentów, których rozwiązaniem zajmuje się architektura, przychodzi dopiero znacznie później w miarę rozwoju intelektualnego człowieka, w miarę wzrostu jego pożądań duchowych i zrozumiałej tendencji ku upiększeniu i urozmaiceniu sobie bytowania na ziemi.

Okres drugi, traktowany pod omawianym kątem widzenia trwa nadzwyczaj długo, gdyż rozciąga się od zamierzchłej ale już historycznej starożytności, aż mniej więcej po pierwszą połowę XIX. wieku. Obejmuje on niezmiernie bogatą twórczość architektoniczną i budowlaną i prawie wszystkie możliwe style i epoki artystyczne. Mieści się w nim sztuka asyryjska i egipska, przez długi okres lat nadają mu piętno cudowne formy klasycznej architektury greckiej i rzymskiej, obejmuje on pogodne formy romańskie i ostrołuk gotyku, filigrany sztuki arabskiej i maurytańskiej, przepiękne twory odrodzenia i mniej lub więcej udatne formy najrozmaitszych stylów nowocześniejszych udowadniając, iż piękność budowy nie jest żadnym absolutem i że zapatrywania na architekturę, tę najstarszą ze sztuk, z której dopiero swój początek wywodzą wszelkie inne są bardzo względne, gdyż harmonję pomiędzy formą a treścią, co jest istotnym zadaniem architektury można w rozmaitych epokach uzyskać środkami bardzo różnymi.

Pomimo tego bogactwa treści i wewnętrznych wartości, którymi ten okres się charakteryzuje, musi on być z punktu widzenia stosunku inżyniera do architektki traktowany jako jedna całość, albowiem z reguły występuje w nim kojarzenie się obu tych dziedzin, wiedzy i sztuki w jednej osobie. Konstruktor jest równocześnie architektem i odwrotnie inwencja artysty kieruje myślą konstruktora. Sądzę, że nie odbiegam daleko od prawdy, gdy stwierdzę, iż ten stan skojarzenia w jednej indywidualności obu wspomnianych kierunków uważać należy za idealny i że temu głównie momentowi przypisać trzeba tę sumę podniosłych wrażeń jakie odbieramy, podziwiając dzisiaj, pomimo olbrzymiego przewartościowania walorów artystycznych, pochodzące z tych epok twory ówczesnych uzewnętrznień się poszczególnych twórców. Zapewne, że nie można odnosić tego bezwzględnie do wszystkich powstałych w owych czasach obiektów, jednakże jedno trzeba z naciskiem zaznaczyć, mianowicie to, iż procentowy stosunek miernot do dzieł prawdziwego talentu, rozpatrywanego naturalnie pod kątem widzenia ówczesnych kryteriów artystycznych i konstrukcyjnych jest w owej epoce znacznie mniejszy, niżli w okresach późniejszych.

Ta zwartość projektów i możliwość opanowania przez jednego twórcę obu podstawowych momentów wznoszonej budowli, mianowicie sztuki i ścisłej wiedzy, jest zrozumiałą na tle ówczesnych epok.

Jeżeli chodzi o sztukę, to ta rozwijać się mogła niezmiernie bujnie, nie krępowana właściwie żadnymi momentami poza obowiązującymi w danej chwili kanonami artystycznymi. W pewnych chwilach zjawiały się wielkie indywidualności, które porzucając utarte przez poprzedników ścieżki wytwarzały nowe kierunki i otwierały nowe horyzonty dla spragnionego piękna ducha ludzkiego. Było wprawdzie jedno ograniczenie w twórczości, z którego jednak ówczesny architekt i inżynier w jednej

osobie nie zdawał sobie zupełnie sprawy, a tem był materiał. Podstawowymi elementami wznoszonej budowli były przez ten długi okres czasu kamień, drzewo i cegła. Innych materiałów konstrukcyjnych nie znano a ówczesny twórca mógł uzewnętrznić swoje pragnienia, tęsknoty i dążności tylko o tyle, o ile mu na to wymienione materiały dozwalały.

Co do drugiego czynnika mianowicie wiedzy technicznej, to trzeba pamiętać, iż stoi on w omawianym perjodzie niezmiernie nisko. Znane nam dzisiaj prawa mechaniki i statyki są dla ówczesnego twórcy zupełnie obce. Operuje on raczej doświadczeniem, a pewna ilość formułek empirycznych, dostosowanych do poszczególnych materiałów, trzymanyh często w zawodowej tajemnicy i przekazywanych z ojca na syna musi mu wystarczać w rozwiązywaniu zagadnień statycznych. Naturalnie, że w tej dziedzinie empirji objawia się z biegiem czasu pewien postęp, niemniej jednak możemy zaznaczyć, iż prawie do połowy wieku XIX istotna, ścisła wiedza techniczna prawie tak jak gdyby nie istniała. Zresztą jeżeli w tę sprawę głębiej sięgniemy, to przy ówczesnych materiałach budowlanych, którymi architekt mógł rozporządzać, wiedza ta nie była mu tak bardzo potrzebna. Przecież dzisiejsza statyka budowli jest w przeważnej swej części właściwie nauką o ekonomicznem, gospodarczem traktowaniu materiałów i konstrukcyj. Jeżeli zrobimy założenie, zresztą dzisiaj zupełnie utopijne i nieracjonalne, że ekonomja w przeprowadzanych budowach nas nie potrzebuje obowiązywać, natenczas w wielu wypadkach obejść się możemy bez zasadniczych praw statyki, tak zresztą jak się bez nich obchodził ówczesny architekt. Wszak bez tej znajomości wykonywał on masywy piramid, łączył sklepieniami przeciwległe brzegi, wykuwał tunele, stawiał budynki monumentalne, tylko, że dzisiaj potrafimy to wszystko wykonać nie powiem lepiej, ale znacznie oszczędniej tak co do materiału jakoteż odnośnie do wydatku pracy ludzkiej. Ta utopja i nieracjonalność tkwiące w pominięciu czynnika gospodarczości, które byłyby karygodne dzisiaj, nie potrzebowały tak zbytnio obowiązywać twórcę minionych wieków z tej prostej przyczyny, że praca ludzka na owe czasy, spełniana w wielkiej części przez niewolników lub plebs obowiązywała do świadczeń roboczych, nie była w zbyt wielkiej cenie. Zapewne, że pod tym względem na przestrzeni wieków od zamierzchłej przeszłości po ostatnie okresy tego perjodu stosunki nie były ciągle jednakowe i doznawały zmian i przeobrażeń, jednakże czynnik gospodarczy, tkwiący w bezpłatności pracy, względnie jej niezmiernie taniości w wysokiej mierze wpływał na ówczesne koncepcje i rozwiązania budowlane.

W każdym razie trzeba wyraźnie zaznaczyć, że podziwiając dzisiaj w budowlach przekazane nam przez wieki pozostałości dawnych czasów powinniśmy pamiętać, iż są to dokumenty zarówno sztuki jak ówczesnej wiedzy technicznej, albowiem obie te dziedziny zespały się w jednej indywidualności inżyniera i architekta.

Nieco odmiennie przedstawia się sprawa w następnym okresie, trzecim z rzędu, który rozpoczyna się gdzieś w połowie ubiegłego stulecia a kończy mniej więcej w ostatnich latach przed wojną. Okres ten charakteryzuje się wprowadzeniem na targ nowych, poprzednio w budownictwie nieznanych materiałów konstrukcyjnych jak żelazo i cement. Pośrednio wywiera tu swoje piętno czynnik pozornie obojętny a jednakże w istocie niezmiernie ważny, mianowicie intensywny rozwój sieci kolejowej a w niektórych krajach rozbudowa dróg wodnych. Tylko przy tej sprawności jaką nam zabezpieczają oba rodzaje wspomnianych komunikacji są możliwe do masowego użycia oba wymienione materiały, których produkcja skoncentrowana jest z natury rzeczy tylko w pewnych punktach i musi być rozprowadzoną w sposób szybki i tani.

Rzucone na targ nowe materiały budowlane zaczynają zdobywać szerokie pola zbytu temwięcej, iż pozwalają na pokonywanie wielkich rozpiętości i umożliwiają pędzenie budowy wzwyż. Nie dzieje się to odrazu i nie dla obu materiałów równocześnie. Jest rzeczą jasną, że żelazo jako materiał jednorodny początkowo w szalonym tempie wyprzedza beton, który ze względu na brak tej własności stosowany jest nieco lęklawie. Postęp, jaki na tem polu obserwujemy, nie wynikał sam z siebie, a jest rezultatem wysiłków technologa i inżyniera, którzy krok za krokiem zdobywają w tych dziedzinach nowe doświadczenia i udoskonalają wspomniane produkty przemysłu z dnia na dzień.

Z natury rzeczy związany jest z tem olbrzymi postęp w dziedzinie nauk ścisłych, mechaniki technicznej, statyki budowli i wytrzymałości materiałów. Są to wszystko dziedziny, bez których się już obecnie obejść nie można, bo nie dozwala na to zastosowywany materiał. Zaczyna się intensywna praca w laboratorjach i stacjach doświadczalnych, której rezultaty są natychmiast użytkowywane w wielkiej skali w przemyśle i w salach konstrukcyjnych. Wiedza inżynierska świeci tryumfy.

Jeżeli w tym okresie możemy wskazać na tak wspólny rozwój nauk inżynierskich, to natomiast bardzo nieszczęśliwie przedstawia się współpraca inżyniera z architektem. Jest rzeczą zrozumiałą, że ten ostatni chce być i pozostać artystą i obojętną a czasami nawet wstrętną jest mu praca w materiałach, których dotąd nie używał, których jeszcze artystycznie przetrwać nie zdołał, które na każdym kroku grzeszyły przeciwko dotychczas obowiązującym kanonom i które nie dawały się nagiąć do pojęć, do ówczesnej chwili dominujących w sztuce. Nadto zaczyna napotykać na trudności związane z suchymi zagadnieniami konstrukcyjnymi, które zastały go nieprzygotowanym. Zaczyna zanikać twórca, architekt i inżynier w jednej osobie, ten czynnik, który właśnie charakteryzował ubiegłą epokę, a temu rozszczepieniu zawodu znakomicie dopomaga tworzące się w okresach lat 60 i 70 ubiegłego stulecia wyższe szkolnictwo techniczne. Jest to właśnie okres rozpoczęcia silnej specjalizacji, która bezsprzecznie dla umożliwienia dalszego postępu była konieczną i niezbędną, która jednak chwilowo dała efekt w omawianej dziedzinie niezdrowy, wysuwając daleko naprzód inżyniera, pozostawiając zaś w tyle architekta, który tkwił jeszcze długi okres czasu w minionej dobie, nie mogąc się pogodzić ze zbyt szybkim tempem ówczesnej terażniejszości.

O przenikającej się w owych czasach współpracy inżyniera z architektem niema prawie mowy. Odkakują od siebie na olbrzymi dystans. Nie rozumieją się. Inżynier zostaje przy swoich kolejach, kanałach, tunelach, mostach, które przyozdabia tak, jak umie. Architekt tkwi całym swem jestestwem w dawnej budowie masywnej, używając tylko bardzo niechętnie nowych materiałów, nie zmieniając jednak typu zdobnictwa. Powstają często rzeczy wprost obrzydliwe i potworne w swej szpetocie. Obserwujemy do dzisiaj jeszcze portale mostowe z żelaza lanego z motywami gotyku, a więc okresu, w którym nikt o tego rodzaju materiale niemałoby. Widzimy epokowy na owe czasy twór żelazny, wybudowaną w r. 1890 wieżę Eiffla, co do której motywów zdobniczych niema się co wiele wdawać w dyskusję. Szereg mostów żelaznych jest przyozdobionych wieżyczkami murowanymi, które nie wiążą się zupełnie z ogólnem tem konstrukcji. Powstają niesmaczne, pozbawione wszelkiej estetyki wiaty dworcowe, w których podróżny czuje się obco i nie-swojo. Jednym słowem jest to okres dekadencji, zniszczenia równowagi między wiedzą a sztuką, okres, który tylko o tyle pozostawił nam po sobie dzieła wartościowsze, o ile nie zetknęli się ze sobą wspólnie inżynier z architektem. Tworząc zupełnie oddzielnie dawali koncepcje zwarte, jasne i samo przez się tłumaczące się, przy współ-

pracy natomiast powstawały często potwoki. Być może, że od tej reguły były tu i ówdzie wyjątki, stwierdzały one jednak niezbitnie, iż reguła jest inną.

Zanim przejdę do omówienia okresu ostatniego muszę się chwilę zająć ogólnie stanowiskiem społeczeństwa w odniesieniu do inżyniera i architekta, albowiem stosunek ten jest niezmiernie ciekawy i charakterystyczny, szczególnie w pierwszych latach okresu trzeciego.

Jest rzeczą zupełnie zrozumiałą, że sztuka przemawia do ogółu znacznie intensywniej niżli sucha wiedza, która zadziwia i sprawia pewne wrażenia w pierwszych, początkowych stadiach swego tworzenia się, natomiast w okresach późniejszych, przy dalszym rozwoju przestaje zbyt interesować przeciętnego śmiertelnika, który z biegiem czasu przyzwyczaja się poprostu do pewnych jej przejawów, oswaja się z niemi, wykorzystuje je, jednakże nad potęgą tej wiedzy przechodzi do porządku dziennego. Odkakując na chwilę od istotnego tematu wskażę dla ilustracji wyżej postawionego twierdzenia na sprawę radja, tego cudownego wynalazku, który w pierwszych okresach swego istnienia wywoływał podziw i entuzjazm u profanów, a dzisiaj, gdy możemy wykazać na tem polu olbrzymi wprost postęp w stosunku do jego pierwocin, właściwie już poza garstką fachowców nikogo więcej nie interesuje. Stało się ono chlebem codziennym, którym zbyt zajmować się niema powodu.

To samo stwierdzić należy w odniesieniu do wiedzy inżynierskiej. Pierwsza połowa ubiegłego stulecia wprowadziła w podziw nieprzygotowaną na jej postęp, dość nieorientującą się publiczność. Inżynier staje się bohaterem chwili, ówczesna powieść i romans np. u nas z okresu pozytywistycznego przepełnione są strasznie szlachetnymi a często jak lukrecja nudnymi bohaterami-inżynierami. Ale też zainteresowanie to mija niezmiernie szybko, przeciętny człowiek zaczyna się coraz więcej oswajać z konstrukcjami inżynierskimi nowoczesnego typu, dalszy rozwój wiedzy technicznej nie sprawia na nim już żadnego wrażenia.

Zupełnie inaczej przedstawia się sprawa z architekturą, tą czołową sztuką, której supremacja tkwi nawet w tem, iż nazwy stylów biorą z niej swój początek. Przemawia ona swym czarem równie dobrze do wybitnego intelektu jak do prostaczka, każdy ją odczuwa naturalnie rozmaicie w zależności od epoki i osobistego nastawienia. Jest nadto olbrzymio różnorodną i właśnie w tej różnorodności interesująca. Kiedy twory inżynierskie są zewnętrznie często bardzo podobne do siebie, to w architekturze trafia się to znacznie rzadziej. Naturalnie mam tu na myśli w obu dziedzinach tylko dzieła wybitniejsze a nie codzienną szarzynę życia. Zresztą architektura jest i łatwiejszą do zrozumienia niżli inżynierja; trzeba mieć tylko pewną dozę odczucia piękna, by móc wyrobić sobie jaki taki sąd o oglądanych dziełach. Tymczasem dla zrozumienia takiego lub innego założenia obiektu inżynierskiego potrzeba już często wiadomości, któremi rozporządzać może tylko niewielu. Ostateczny efekt tkwi jednakże w tem, że wraz z łatwiejszym przejmowaniem i utrwalaniem wrażeń estetycznych, znacznie łatwiej utrwalają się w umyśle ogółu również i nazwiska twórców tych dzieł. Kiedy nawet przeciętnie inteligentny osobnik będzie wiedział, że z nazwiskiem Bramante złączony jest cały szereg budowli medjolańskich i rzymskich, że Buonarroti był twórcą kopuły kościoła Św. Piotra w Rzymie, że Sansovino tworzył w Wenecji, kiedy pamięta on już nowszych architektów, jak Schinkla, Hansena, Wagnera, a z najnowszych nie obce są mu nazwiska Le Corbusier'a i jego naśladowców, gdy u nas w Polsce wiecie doskonale, że z Zamkiem na Wawelu trzeba złączyć nazwisko Szyski - Bohusza i bez zająknięcia powie kto budował teatry w Warszawie, Lwowie lub Krakowie, to już go zupełnie zawodzi pamięć, gdy będzie zapytany o twórców często nawet genialnych dzieł inży-

nierskich. W tym dziale tylko tu i ówdzie spotkać się można z pewnemi nazwiskami i to przeważnie w odniesieniu do obiektów, pochodzących z pierwszych lat wspomnianego poprzednio okresu, które jeszcze budziły w społeczeństwie pewien podziw. Jest to losem inżynierów, iż ich nazwiska przechodzą w niepamięć, zanikają niejako poza stworzonymi dziełami, podczas gdy architekt znajduje się w położeniu znacznie korzystniejszym. Jest to moment pozornie drobny, poruszam go jednakże z tego powodu, by nie pominąć żadnego z przejawów, które wywrzeć muszą swój wpływ na wzajemne ustosunkowanie się inżyniera i architekty.

Okres czwarty, trwający aż do dni dzisiejszych, jest wynikiem całego szeregu zjawisk, tak w dziedzinie technicznej, jakoteż społecznej i ściśle określenie go nie jest rzeczą zbyt łatwą z uwagi na brak pewnej historycznej odległości, która pozwoliłaby na analizę zupełnie obiektywną.

Pierwszym czynnikiem, który tak w budownictwie lądowym, jakoteż inżynierskiem odgrywa tu wybitną rolę, jest dalszy rozwój i uszlachetnienie materiałów budowlanych, jak wysokowartościowa stal i cały szereg doborowych nowoczesnych cementów, następnie olbrzymia wprost ilość budowlanych materiałów zastępczych, które zaczynają przeprowadzać uporeczywą a często zwycięską walkę z tworzywem dotychczas masowo używanem, cegłą.

Równocześnie olbrzymi postęp w dziedzinie metod obliczeń statycznych jeśli wspomnę tylko pobieżnie ustroje ramowe, budownictwo szkieletowe, belki hiperstatyczne, dźwigary załamane w planie, rozmaitego rodzaju nowoczesne stropy i t. p. zaczyna umożliwiać projektantowi stosowanie form zupełnie odmiennych od przyjętych dotychczas w budownictwie, które dawniej były wprost nie do pomyslenia. Do tego trzeba dodać, iż zaczynają się pojawiać nowe typy uzbrojeń betonu, które pozwalają na tak daleko sięgające wyzyskanie tego, zresztą z natury podatnego materiału, jak daleko sięga wprost twórca fantazja architektki. Nie od rzeczy będzie zwrócenie uwagi również na nowe zewnętrzne formy zeskładów żelaznych, które pojawiły się już prawie w ostatnich czasach w postaci konstrukcyj spawanych, co bezsprzecznie spowodować musi znaczny przewrót w dziedzinie rozwiązań zdobniczych już choćby z tego powodu, że zmienić się będą musiały składowe elementy ustrojów, gdyż prawdopodobnie najkorzystniejszym okaże się przekrój kołowy dla poszczególnych części konstrukcyjnych.

Jeszcze wybitniejszy wpływ zaczynają w okresie powojennym nabierać czynniki psychologiczne, związane z odczuciem treści życia, z podniesieniem jego skali, z dążnością do pewnych wygod i udogodnień, o których w poprzednich okresach niewielu tylko mogło marzyć. Do tego dodać należy silne zdemokratyzowanie form współczesnego bytowania a czasem nawet ich zchamienie, które to objawy nie mogą pozostać bez wpływu na nowoczesny typ budowli. Nadto wchodzi w grę niezmiernie silnie czynnik ekonomiczny, domagający się z jednej strony wyzyskania powierzchni, przestrzeni i materiałów do możliwych granic, z drugiej zaś jak najdalej posuniętego oszczędzania środków materialnych wobec i tak znacznej drożyzny życia powojennego. Doprowadza to do konieczności stosowania form możliwie prostych, zwartych, gdyż one warunkują najefektowniejsze wykorzystanie wspomnianych poprzednio elementów i pozwalają na zastosowanie tempa budowy, o którym przeważnie poprzednio nie miano pojęcia. Dawne katedry i zamki budowano często setki a zawsze dziesiątki lat, dzisiaj Chrysler-Building w Nowym Yorku, olbrzym 66-piętrowy wysokości 314 m musi być gotowy w przeciągu półtora roku, bo tego żąda finansista. Każdy dzień opóźnienia oddania do użytku tego potwora powoduje w dziesiątki tysięcy dolarów sięgające straty. Zapewne, że dla ilustracji wybrałem przykład skrajny, w każdym jednakże razie cha-

rakteryzuje on dobrze znaczenie czynnika gospodarczego, do którego bezwzględnie dostosować się muszą inżynier i architekt. Nie można przytem podanych przemienne momentów uogólniać na wszelkie możliwe wypadki. Trzeba stwierdzić, że wspomniane problemy natury technicznej i materialnej będą nabierały tem większego znaczenia w tworzeniu obiektów, im bardziej budynek oddala się od swej pierwotnej formy domku jednorodzinnego a zbliża się do formy przyszłości drapacza chmur. Skala odcieni jest tu zatem niezmiernie obfita.

Jako na niezmiernie dodatni objaw obecnych czasów należy wskazać na zajęcie się współczesnego architektury sprawą obiektów przemysłowych i na dążność nadania tym dotychczasowym Kopcuszkom, u których do wczoraj jeszcze panowała straszliwa szarzyzna i szpetota pewnych form estetycznych. I tutaj artysta w twórczości swej pokonać musi pewne trudności o charakterze swoistym dla przemysłu, by dać dzieło o nieprzeciętnej wartości. Może jeszcze niezawsze to mu się udaje, niemniej jednak postęp na tem polu jest wybitny.

Wkońcu trzeba zwrócić uwagę na nowe pole ekspansji inżyniera i architektury w tym okresie w dziedzinie sąsiadującej z sobą, mianowicie na naukę o budowie miast, dyscyplinie, która poprzednio leżała zupełnie odłogiem a już w bardzo niedługim okresie czasu wydała niezmiernie piękne i owocne rezultaty.

Reasumując niejako wszystkie, w bardzo silnym skrócie podane poprzednio elementy trzeba stwierdzić, iż na architekturę dzisiejszego dnia wywarły wybitny wpływ konstruktywizm, ekonomizacja i utylitaryzm, pod którym to mianem pojmują prostotę i celowość. Wynikające stąd kierunki w sztuce, na które można być rozmaitego zapatrywania, są mi w tej chwili obojętne. Natomiast stwierdzenie głównych wytycznych jest potrzebne dla rozpatrzenia sprawy wzajemnego ustosunkowania się w czasach dzisiejszych inżyniera i architektury.

Stosunek ten ukształtowany się zaczyna nieco lepiej aniżeli w okresie poprzednim, daleko mu jednakże jest jeszcze do przybrania takich form, któreby warunkowały równowagę obu inwencji, artystycznej i technicznej w przeprowadzonej budowie, co jednakże stanowić musi podstawowy warunek wówczas, gdy konstruktywizm jest punktem wyjścia dla momentów zdobniczych. Zapewne, co poruszam raz jeszcze, byłoby najlepiej, by obie inwencje zjednoczone być mogły w jednej osobowości. Nietety jednak w dzisiejszym rozroście nauk inżynierskich i rozczłonkowaniu ich do możliwych granic, złączenie całokształtu wiedzy konstrukcyjnej z talentem artysty-plastyka jest prawie nie do pomyślenia a trafić się może chyba zupełnie wyjątkowo. Czasy Leonarda da Vinci, tego wszechstronnego geniusza swego okresu minęły bezpowrotnie i nigdy już nie wrócą. Pogodzić się zatem musimy z faktem specjalizacji obu zasadniczych dziedzin, a wysiłki nasze muszą być tylko skierowane ku temu, by wytworzyć możliwe zdrowe warunki współpracy, zapobiegające wzajemnemu niezrozumieniu się i ewentualnemu przerostowi jednego działu nad drugi, co w rezultacie odbije się zawsze ujemnie na wznoszonej budowlu.

Budownictwo lądowe było do niedawna w całej swej rozciągłości wyłączną domeną architektury. Pozostało nią jeszcze do dzisiaj, o ile rozchodzi się o budowle masywne wykonywane sposobami uświęconymi przez wieki. Zupełnie inaczej przedstawia się jednak sprawa przy nowoczesnych budowlach przemysłowych, handlowych, monumentalnych, a często nawet mieszkaniowych, których wymiary pionowe wskutek konieczności jak najdalej idącego wykorzystania parceli budowlanej osiagają wartości poprzednio niespotykane, gdzie zatem muszą być użyte konstrukcje niecodzienne, których opanowanie, jak poucza doświadczenie, jest możliwe tylko przez inżyniera. Już od fundamentów począwszy zaczyna się jego praca, przechodzi przez cały szkielet budynku i kończy się w ko-

pułach i przykryciach dachowych najrozmaitszych typów. Widzimy w dzisiejszych rozwiązaniach wielkie odstępstwa słupów, ustroje szkieletowe, konstrukcje występujące daleko lub cofające się wstecz poza lico budowli, widzimy tendencje do zmniejszenia wysokości części konstrukcyjnych, najbardziej śmiało przykrycia stropowe i dachowe i to wszystko przy uwzględnieniu niespotykanych dawniej obciążeń. Przecież te nowe formy dźwiagarów, płyt, wiązań, ram i t. p. tworzy inżynier pod kątem widzenia wymogów statycznych i ekonomji budowlanej i często nawet, szczególnie w początkach jest przez laików niezrozumiany. Jak widzimy jest to zatem praca, której już nie można scharakteryzować jako pomocniczej dla architektury, lecz zabieg dający kościec całej budowie a często bardzo będący podstawą i źródłem następującego po nim zdobnictwa budynku. Sięgnę jeszcze nieco dalej i stwierdzę, iż nawet w pracy złączonej typowo z zawodem architektury, mianowicie w rozplanowaniu budynku musi brać dzisiaj intensywny udział inżynier, by wskazać pod tym względem na możliwości konstrukcyjne, które często mogą mieć dla tego działu doniosłe znaczenie. Nie chcę naturalnie twierdzić, iż w dziedzinie twórczości inżynierskiej panować powinna dowolność i niekrepowanie się czynnikiem sztuki; przeciwnie ta ostatnia musi być przez inżyniera odczuta bardzo silnie a intencja architektury zrozumianą doskonale. Pójdę nawet dalej, zaznaczając z naciskiem, iż artystyczne ujęcie form architektury oraz stawiane przez niego wymogi estetyczne stanowią często dla inżyniera impuls do szukania nowych możliwości statycznych. Wiedza techniczna i sztuka muszą się wzajemnie przenikać i uzupełniać, by dać maksimum wartości dodatnich tak pod jednym, jakoteż drugim względem.

Ażeby jednak ten ideał współpracy mógł liczyć na zrealizowanie, koniecznym będzie w pierwszym rzędzie dostosowanie do tego programu naukowego naszych wyższych uczelni technicznych. Rozchodzi się mianowicie o to, by ze strony architektury nie było niezrozumienia konstrukcyjnych potrzeb i możliwości, ze strony zaś inżyniera by nie panował przesąd, że sztuka jest wyłącznie dekoratywną, czemś, co może być czasami zbyteczne, a co raczej należy uważać za dodatek do rzeczy istotnej, t. j. konstrukcji. Odnosić się to będzie nietylko do działu budownictwa lądowego, ale również do całokształtu budownictwa inżynierskiego, od którego żądamy dzisiaj coraz częściej realnych walorów artystycznych.

Jeżeli przeglądamy programy obu naszych wyższych szkół technicznych, spostrzegamy pewne tendencje do uwzględnienia wspomnianego momentu, hamowane jednak koniecznością ograniczenia czasu studjów, nieprzeciążania studentów a bezsprzecznie także w dzisiejszych czasach względami budżetowymi. Pomimo wszystko należy jednak z naciskiem stwierdzić, iż kształcenie naszych inżynierów i architektów ma pod względem wzajemnego odczucia i zrozumienia się poważne braki, które muszą być w niedalekiej przyszłości uzupełnione. Zapewne, nie możemy w obu działach dać młodzieży źródłowych wiadomości, sprzeciwia się temu konieczność specjalizacji, uzdolnień i nastawień kandydatów. Natomiast musimy studentów jednego działu wprowadzać encyklopedycznie w szerszych rozmiarach w zakres zainteresowań działu drugiego, a co równie ważne, zdobyte w ten sposób wiadomości egzekwować.

Nie tu miejsce na układanie programów naukowych, któreby to zadanie spełnić mogły. Zresztą pod tym względem stosowane są dość rozmaite normy w obu naszych Politechnikach. Najogólniej zwrócę uwagę na konieczność dania przyszłemu inżynierowi obszerniejszych wiadomości o architekturze i pewnych prądach w sztuce, oraz zaznajomienia go z nauką o planowaniu budowli, natomiast przyszłego architekta trzeba wprowadzić nieco głębiej w konstrukcje inżynierskie, podać mu bardziej

szczegółowo zasady fundowania budowli oraz zainteresować go zdobnictwem dzieł inżynierskich i obiektów przemysłowych, do czego bezsprzecznie dopomoże mu bardziej szczegółowa znajomość tych konstrukcyj. Wykształcone w ten sposób obie grupy pracowników będą mogły w tworzeniu nowych dzieł uzupełniać się wzajemnie i w rezultacie dawać produkcję bardziej harmonijną, aniżeli to ma miejsce niestety dotychczas.

Drugim, niezmiernie ważnym momentem wzajemnego porozumienia się i równowagi pomiędzy inżynierem a architektem jest sprawa naszego ustawodawstwa budowlanego. Podstawą rozważań musi tu być obowiązujące prawo budowlane z r. 1928 oraz szereg dawniejszych ustaw budowlanych niezmiernie różnorodnych na obszarze naszego Państwa, a będących do dzisiaj, a prawdopodobnie na dłuższy jeszcze okres czasu, namiastką mających się uchwalić przepisów miejscowych.

Uprawnieniami budowlanymi, a w związku z tem uprawnieniami odnoszącymi się do sporządzania projektów zajmują się artykuły 361—364 włącznie wymienionego prawa, rozwiązane jednak niebardzo szczęśliwie, pod kątem widzenia kryterjów, które mogły być obowiązującymi w okresach ubiegłych, w dzisiejszych jednak czasach stanowić muszą pewien anachronizm o ile rozchodzi się o nowoczesne budowle monumentalne.

W szczególności art. 361 przewiduje, iż do kierowania robotami budowlanymi, jak również sporządzania projektów wszelkich typów budowlanych, uprawnione są osoby, które:

a) „posiadają wyższe wykształcenie techniczne, ukończone przepisnymi egzaminami, nabyte w jednej z państwowych Politechnik w kraju na Wydziale Architektonicznym albo na odpowiadającym mu wydziale uczelni zagranicznych,

b) wykażą się dostateczną, conajmniej trzyletnią praktyką przy robotach budowlanych w służbie państwowej, samorządowej lub prywatnej, zaświadczoną przez odnośny urząd lub przez osoby, uprawnione do kierowania robotami, i

c) złożą egzamin z ustawodawstwa budowlanego i tych przepisów ustawodawstwa administracyjnego, których znajomość przy wykonywaniu zawodu jest potrzebna“.

Natomiast inżynierowie pod zastrzeżeniem zresztą tych samych warunków odnoszących się do punktów b) c) posiadają na podstawie następującego art. 362 uprawnienia do kierowania robotami budowlanymi z wyłączeniem robót, dotyczących budynków zabytkowych, pomników oraz budynków użyteczności publicznej o charakterze monumentalnym, jak np. świątyń, teatrów, większych ratuszów, bibliotek publicznych i t. p. Charakterystycznym przytem jest to, iż uprawnienia do sporządzania projektów nawet tych ograniczonych robót budowlanych posiadają tylko o tyle, o ile wykażą się dostateczną praktyką przy sporządzaniu projektów, która może być odbyta równocześnie z praktyką przy robotach budowlanych. Wreszcie art. 363 i 364, które nas w tym wypadku nie interesują, przewidują pewne uprawnienia budowlane w odniesieniu do inżynierów mechaników, elektryków, chemików, oraz osób o średnim wykształceniu w zawodzie budowlanym, a nawet bez zawodowego wykształcenia szkolnego, jednakże z pewną praktyką.

Ponieważ przytem rozporządzenie Ministra Robót Publicznych z 2 lipca 1929 o sporządzaniu projektów robót budowlanych wymaga, zresztą zupełnie słusznie, przedkładania obliczeń statycznych ważniejszych konstrukcyj, przeto na podstawie obowiązującego u nas ustawodawstwa budowlanego wytwarza się paradoksalna sytuacja, iż właśnie przy budynkach o charakterze monumentalnym, gdzie w dzisiejszej dobie w najbardziej szerokim zakresie znajdują zastosowanie niezwykle konstrukcje, niema prawa ani projektowania, ani też kierowania robotami ten, do którego zakresu działania to w istocie należy, mianowicie inżynier.

Jeżeli nawet opuścimy teren policyjno - budowlany, a przejdziemy do przejawów życia prawnego - prywatnego, które kształtować się musi na tle istniejących ustaw i przepisów, natenczas dochodzimy do wniosku, iż właściciel budowy musi w tych wypadkach za odpowiedzialnego za obliczenia statyczne uważać architekta pomimo, iż ten w przeważnej ilości wypadków ze sprawą tą albo nic, albo bardzo niewiele ma wspólnego. Cierpi wskutek tego fałszywego założenia bezpieczeństwo budowy, odczuwa to również często przemysł budowlany, który wytwarzając obecnie szereg nowoczesnych materiałów, pragnie, by stosowane one były z tą znajomością rzeczy, jaką zabezpieczyć może tylko inżynier. Pójdę dalej i stwierdzę, iż sprawa mogłaby nawet przedstawiać się tragicznie, gdyby samo życie nie regulowało jej niejako poza ustawowo i nie stawiało właściwego człowieka na właściwym miejscu. Przecież notorycznie znanym jest fakt, iż w tego rodzaju monumentalnych budowlach o niezwykłych konstrukcjach, zawsze sprawę konstrukcyjną rozwiązuje a później wykonania dozoruje inżynier, ukryty wprawdzie nieco poza plecami architekta, bezimienny na przyszłość jak zwykle, niemniej jednak podstawowy czynnik we wznoszonej budowli.

Jeżeli zaś tak jest, a jest tak bezsprzecznie, natenczas sądzę, że zupełnie usprawiedliwionem będzie żądanie, by stan faktyczny został zalegalizowany przepisem, zastrzegającym projektowanie i nadzór nad wykonaniem niezwykłych konstrukcyj inżynierowi, który pod tym względem jedynie może faktycznie odpowiedzieć stawianym dzisiaj wymogom. Wytworzy to jasny i zdrowy stosunek obu tych czynników, których harmonijna współpraca jest podstawą mocy i piękna wznoszonej budowy i podzieli równomiernie odpowiedzialność, która dzisiaj ciąży tylko na jednej stronie, do przyjęcia jej w części konstrukcyjnej nieprzygotowanej. W tych warunkach ciało budowy i jej duch zaspokajane będą równomiernie przez twórców, którzy powierzone sobie działy opanowali, a będąc ustawowo postawionymi na równych prawach, będą zgodnie odpowiadać za wykonane dzieło, które przetrwa daleko poza okres ich istnienia.

Poruszona obecnie sprawa zaczyna być jednym z dominujących zagadnień budowlanych nie tylko u nas, ale również zagranicą; szybkie jej odczucie i odpowiednie zlikwidowanie dowodzić będzie zrozumienia warunków chwili i przyczyni się niewątpliwie do usunięcia tych niedomagań, jakie w dzisiejszem budownictwie jeszcze zauważyć się dają.

Życzyc-by sobie należało, by Polska w tej sprawie nie znalazła się na szarym końcu.

Dr. Inż. Witold Aulich.

Wpływ walcowego kształtu łopatek kierowniczych

na wybór podstawowych założeń przy konstrukcji szybkobieżnych biegunów Francisa.

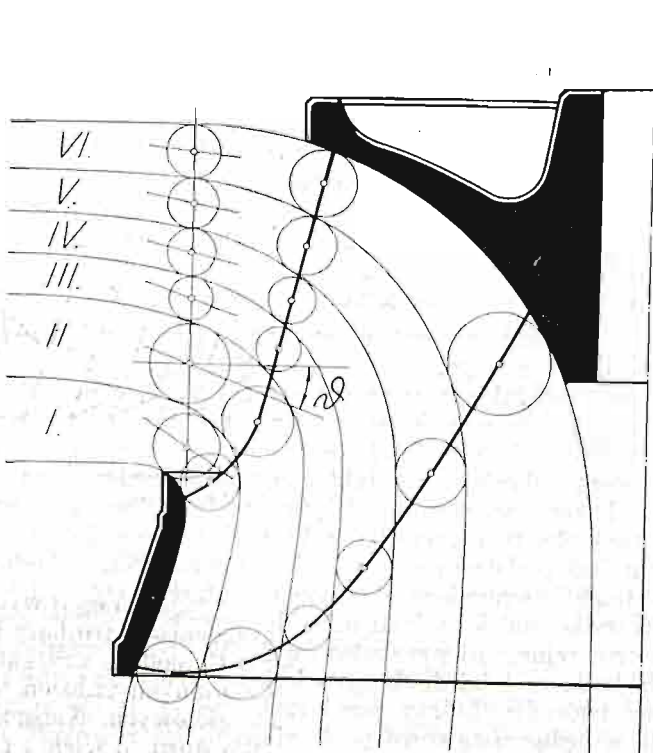
Kierownice turbin Francisa wyposaża się z reguły w ruchome łopatki Finka, które pełnią podwójną funkcję, zmuszając wodę do przybrania należytej pręd-

kości wlotowej w czasie ruchu turbiny, w czasie zaś jej spoczynku służąc jako zamknięcie dopływu wody. Funkcja wymieniona ostatnio ma znaczenie bynajmniej nie

podrzedne; ze względu na nią nadaje się łopatom kierowniczym kształt walca o tworzącej równoległej do osi obrotu.

Ten kształt łopatek kierowniczych był już niejednokrotnie krytykowany i to nie tylko przez teoretyków, starających się o matematyczne ujęcie rozkładu ciśnień i prędkości w polu przepływu turbiny¹⁾, którzy — jak np. Bauerfeld — wysuwają postulat zmienności kąta łopatki kierowniczej wzdłuż jej krawędzi wylewu, trudny do pogodzenia z przyjęciem opisanego powyżej kształtu tej łopatki; konstruktorowie posługujący się dla praktyki wciąż jeszcze najważniejszą „intuicyjną” metodą wyznaczania przebiegu t. zw. linii prądu²⁾ znajdują również, że przyjęcie to w pewnych wypadkach już to ogranicza ich w wyborze innych ważnych założeń, już to zmusza do tolerowania w konstrukcji kątów niezgodnych z obliczeniem.

Nie dotyczy to turbin wolnobieżnych, w których poszczególne linie prądu — przebiegające w obrębie kierownicy prawie równoległe — różnią się między sobą wogóle nieznacznie, i dla których wiele względów przemawia za tem, aby trójkąty prędkości u wlotu były dla wszystkich turbin częściowych jednakie; rzecz przedstawia się jednakowoż inaczej w turbinach o wyższych wartościach liczby znamiennej, czyli w t. zw. szybkobiegach (rys. 1).



Rys. 1.

W tych turbinach poszczególne linie prądu mają przebieg bardzo rozmaity i bardzo różne średnice u wylewu bieguna. Woda nabywa tu jeszcze w obrębie kierownicy prędkość składową w kierunku osi turbiny, a prędkość c_0 ³⁾ z jaką opuszcza kierownicę jest zmienna wzdłuż krawędzi wylewu kierownicy tak co do swej wartości liczbowej, jak co do kierunku. Kąt nachylenia prędkości c_0

¹⁾ Udaje się to tylko dla pewnych wyidealizowanych założeń.

²⁾ Liniami prądu (niem. Flutlinien) nazywamy tworzące powierzchnie obrotowych, dzielących pole przepływu turbiny (n. Rotationshohlraum) na t. zw. turbiny częściowe (n. Teilturbinen). Linie prądu prowadzone są pod założeniem, że woda sąsiednich turbin częściowych nie przekracza powierzchni granicznej.

³⁾ Litera c oznacza prędkości bezwzględne, w względne, u obwodowe; α kąt nachylenia prędkości c wzgl. u ; β kąt nachylenia prędkości w wzgl. u . Wskaźniki umieszczone u dołu z prawej strony oznaczają: 0 — wylew kierownicy, 1 — wlot bieguna, 2 — wylew bieguna, m — składową południkową prędkości, u — składową obwodową styczną prędkości.

względem stycznej do obwodu u wylewu, czyli kąt wylewu kierownicy α_0 jest w tych turbinach różny i wogóle większy od kąta α_0' jaki w płaszczyźnie prostopadłej do osi obrotu łopatki tworzy rzut prędkości c_0 z tą samą styczną, a który, jako miarodajny dla konstrukcji łopatki, bywa nazywany kątem łopatki kierowniczej, i w łopatce kształtu walcowego ma stałą wartość wzdłuż całej jej wysokości⁴⁾.

Stała wielkość kąta łopatki kierowniczej wiąże wartości kąta wylewu kierownicy, dla poszczególnych turbin częściowych tak, iż swobodny wybór warunków u wylewu bieguna zostaje ograniczony do jednej tylko turbiny częściowej, ściśle biorąc, do jednej linii prądu. Z przyjętych warunków wylewu (prędkość w_2) tej jednej turbiny częściowej wynika już bowiem wielkość wspólnego kąta α_0 , do której muszą być dostosowane wartości w_2 pozostałych turbin częściowych. Konstrukcja bieguna w ten sposób uzależniona od stałego kąta łopatki kierowniczej wypada — wskutek wymienionych powyżej różnic między turbinami częściowymi — tak niekorzystnie, iż wobec bardzo dziś wysokiej skali wymagań zazwyczaj nie nadaje się do przyjęcia (ob. rys. 5 i dotyczący tekst poniżej). Z drugiej strony, jeśli założenia dotyczące wylewu bieguna dobierzemy tak, aby uzyskać korzystne dane dla konstrukcji jego łopatek, to dla każdej turbiny częściowej otrzymamy inną wielkość kąta α_0' (por. rys. 3).

Na tę trudność literatura przedmiotu nie wiele zwraca uwagi. Camerer, w swem dziele p. t. „Vorlesungen über Wasserkraftmaschinen“ (wyd. 2, str. 389--390) pisze: „Ze względu na ruchomość i zamykanie się łopatek kierowniczych przekrój łopatki prostopadły do jej osi obrotu (Grundrissform) wykonywano dotychczas zawsze ze stałym kątem wylewu. Nie może jednak podlegać wątpliwości, że i tu byłoby bardziej właściwem przy silnie wciągniętych ku dołowi profilach zaopatrzyć łopatki kierownicze w kąty zmieniające się wzdłuż szerokości wylewu, mniej więcej te, jakie wynikają dla narzutu o wylewie prostopadłym“; w dalszym ciągu, podkreślając, że łopatki tego rodzaju nie dałyby się użyć jako zamknięcie turbiny, dodaje: „Wskutek tej praktycznej niedogodności, o ile mi wiadomo nie używano dotychczas wcale takich zgodnokątnych łopatek, jako łopatek ruchomych“. Tych kilka zdań streszcza całość informacji dotyczących tej ważnej kwestji w obszernem i gruntownem dziele, będącym prawdziwą encyklopedją przedmiotu, co jest do pewnego stopnia miarą, jak mało o tem zagadnieniu dotychczas drukiem ogłoszono.

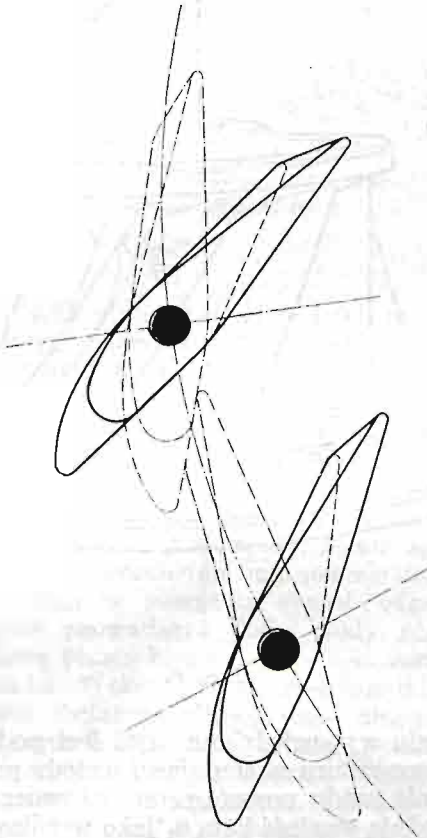
Z umysłu piszę że „mało ogłoszono drukiem“, nie zaś, że mało się tem zagadnieniem zajmowano, albowiem konstruktorowie czynni w praktyce byli zmuszeni do poświęcenia mu dużej pracy myślowej; że jednak wyniki do jakich doszli okrywa fabryczna lub zawodowa tajemnica, więc do wiadomości ogólnej dochodzą tylko szczupłe informacje, np. zawarte w jakimś opisie patentowym.

Trudności, jakie przedstawia nasze zagadnienie, mają jednak swe źródło nie tyle w jego istocie, ile raczej w konserwatyźmie konstruktorów. Przy konstrukcji turbiny czyni się wiele założeń, aby mieć jakiś punkt wyjścia. Założenia te czyni się często z zamiarem ułatwienia rozważań i rachunków, albo też uproszczenia konstrukcji, a niektóre z nich weszły w ogólne użycie jako wypróbowane i racjonalne. W miarę jak budowa turbin wodnych rozwijała się w kierunku coraz to większej szybkobieżności, okazała się potrzeba zakreślenia granic ważności dla niektórych dawnych założeń oraz obmyślenia nowych. Na założenia jednak, które weszły w ogólne użycie jako racjonalne i wypróbowane, jesteśmy skłonni patrzeć jako na coś nienaruszalnego, przeocząc, że — jakto dosko-

⁴⁾ Płaszczyzna kąta α_0 jest względem płaszczyzny prostopadłej do osi łopatki kierowniczej nachylona pod kątem ϑ (ob. rys. 1).

nale określił Camerer — nie stanowią one praw przyrody, a przeto można i należy poddawać je krytyce.

Taka krytyczna rewizja bywa owocną również w odniesieniu do pewnych utartych zapatrywań. Jej to należy zawdzięczać, iż mimo ogólnie przyjętego zapatrywania, że się to nie da urzeczywistnić, dziś już istnieje konstrukcja ruchomej łopatki kierowniczej o kształcie zapewniającym dobre zamykanie się kierownicy, mimo zmienności kąta α_0' łopatki. Kształt tej łopatki, wynalezionej przez inż. A. Pfa'u'a⁵⁾, której patent (U. S. Patent Nr. 1,197,761) jest własnością firmy Allis Chalmers Mfg. Company w Milwaukee, Wisconsin, można określić jako rezultat równoczesnego względnego obrotu i przesunięcia podstaw walcowej łopatki, co powoduje zwichrzenie jej płaszcza (por. rys. 2). Pomysł



Rys. 2.

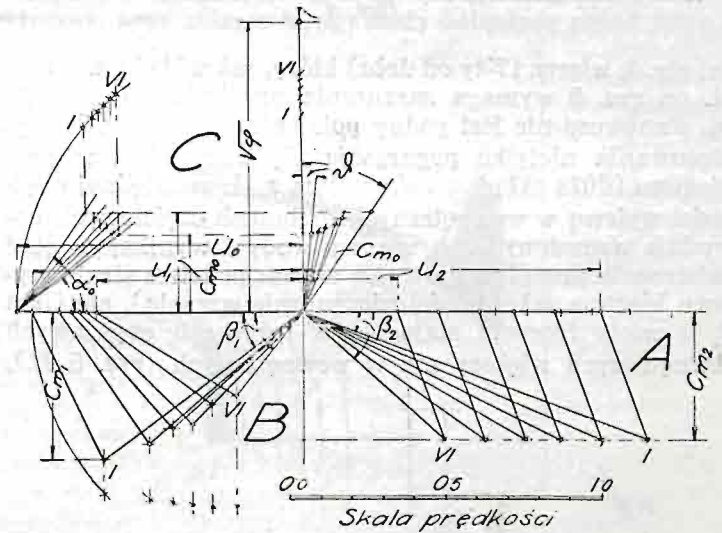
Pfa'u'a stanowi — o ile mi wiadomo — pierwsze praktyczne rozwiązanie tego trudnego problemu konstrukcyjnego, zaznaczyć jednak należy, że droga jaką obrał wynalazca (nadanie łopatce zmiennego kąta α_0') nie jest bynajmniej jedynym wyjściem z trudności; nie jest również wyjściem najlepszym choćby dlatego, że łopatki zwichrzone muszą być droższe od zwykłych walcowych.

Pogodzenie konstrukcji łopatki bieguna z założeniem stałego kąta łopatki kierowniczej wymaga zerwania z niektórymi zwykle czynionymi założeniami. W wyborze prowadzących do tego środków ogranicza nas ta okoliczność, iż nie chodzi tu o samo rachunkowe uzgodnienie. Celem, do którego dążymy jest uzyskanie wysokiej dzielności turbiny, uzgodnienie więc łopatki bieguna ze stałym kątem łopatki kierowniczej, będące jednym z warunków spełnienia tego celu, nie powinno kolidować z in-

⁵⁾ Rysunki dołączone do opisu wymienionego patentu przedstawiają łopatkę, której kąt (por. rys. 2) wykazuje zmienność o kierunku wprost przeciwnym temu, jakiego wymaga konstrukcja szybkoobrotowego bieguna (kąt α_0' zwiększony dla turbin częściowych wewnętrznych, t. j. bliższych piasty bieguna i na odwrót); jednakowoż odwrotne wykonanie łopatki t. j. z kątem rosnącym ku turbinom częściowym zewnętrznym, jest również objęte przez zastrzeżenia patentowe.

nymi warunkami (jak np. łagodna krzywizna), które wpływają na korzystne kształtowanie się łopatki bieguna. Autor, który w swoim czasie (będąc wówczas konstruktorem w fabryce turbin wodnych) opracował własny sposób rozwiązania omawianej trudności, zapewniający obok ogólnie korzystnych danych dla konstrukcji łopatki bieguna również polepszenie dzielności turbiny przy częściowym narzucie, pragnie ten sposób tu przedstawić.

Jako przykład niechaj posłuży turbina szybkoobrotowa ($n_0 = 325$), której profil przedstawia rys. 1. Turbinę podzielono na sześć turbin częściowych, z których I-sza i II-ga otrzymują ilości wody równe czwartej części, cztery pozostałe zaś, ilości wody równe ósmej części całkowitej ilości pobieranej przez turbinę. Linje prądu poprowadzono pod założeniem, że u wlotu do kierownicy składowe południkowe prędkości wody są równe we wszystkich turbinach częściowych i leżą w płaszczyznach prostopadłych do osi turbiny oraz że przy pełnym narzucie składowa południkowa prędkości wylewu bieguna c_{m2} stanowiąca wysokość trójkąta prędkości u wylewu ma jednakową wartość dla wszystkich turbin częściowych. Przyjęto również, że kąt α_2 jest niezmienny wzdłuż całej krawędzi wylewu bieguna.



Rys. 3.

Oba te założenia uwidaczniają się na rys. 3 wykr. A. Wykres B. na tymże rysunku przedstawia trójkąty prędkości u wlotu bieguna⁶⁾, wykres C. podaje zaś kąty łopatki kierowniczej, jakie z poczynionych założeń wynikają dla poszczególnych turbin częściowych. Niezgodność tych kątów jest w danym wypadku duża; o wiele za duża abyśmy mogli zadowolić się jakąś średnią wartością kąta α_0' .

⁶⁾ Wykreślna metoda obliczania, którą się tu posłużono — jest przyjęta — z pewnymi zmianami i uzupełnieniami — od Camerera, (por. Camerer: „Vorlesungen über Wasserkraft, maschinen“, wyd. 2, str. 223). Polega ona na wynajdywaniu niewiadomej w zasadniczym równaniu turbiny wodnej:

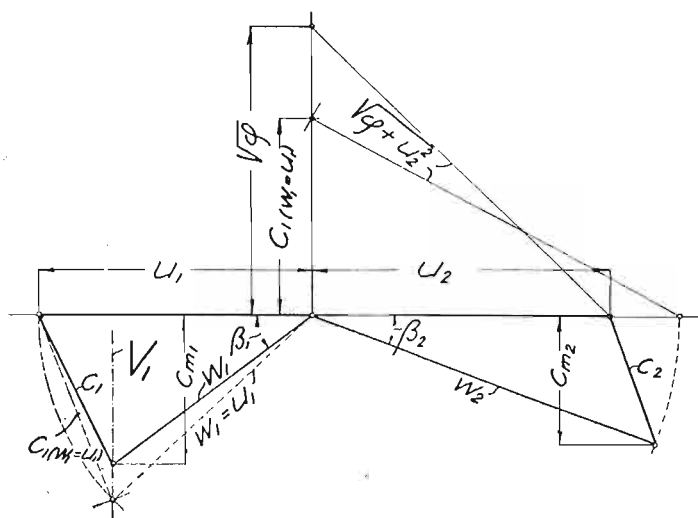
$$\sqrt{\varphi^2 - u_1^2 + u_2^2 - w_2^2 - c_1^2 + w_1^2} = 0,$$

(w którym φ oznacza współczynnik przepływu, a wszystkie prędkości są zredukowane na spad $\frac{1}{\sqrt{2g}}$), przez kilkakrotne wykresłne stosowanie twierdzenia Pitagorasa. Metoda ta pozornie zawodzi przy obliczaniu szybkoobrotów, zdarza się bowiem, że w którymś z trójkątów przeciwprostokątnia wypada mniejsza od jednej z przyprostokątni. Wówczas uciekamy się do dopuszczalnego przyjęcia $w_1 = u_1$, wskutek którego równanie zasadnicze przybiera postać:

$$\sqrt{\varphi^2 + u_2^2 - w_2^2} = c_1^2.$$

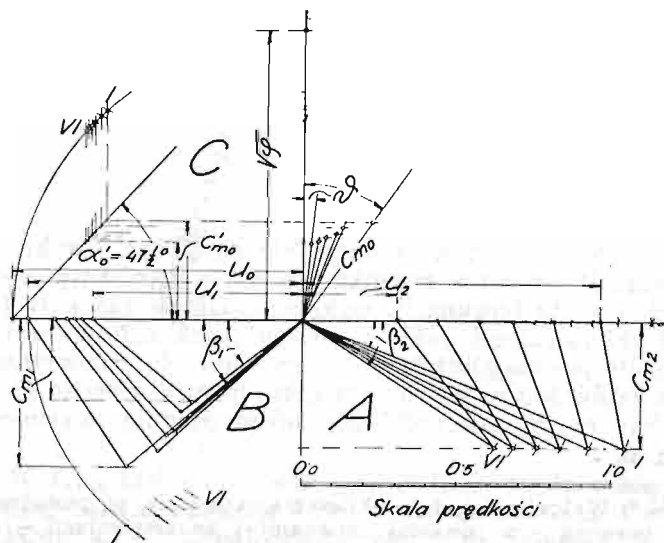
Odnośną konstrukcję wykresłną przedstawia rys. 4. Wierzchołek trójkąta wlotu, otrzymanego dla założenia $w_1 = u_1$ wyznacza położenie prostej V_1 , na której musi leżeć również wierzchołek rzeczywistego trójkąta prędkości wlotowych.

Kąty α_0' wynikły z przyjętych wartości w_2 ; idąc — wykreślnie — drogą odwrotną, można dla każdej turbiny częściowej wyznaczyć nową wartość w_2 odpowiadającą stałemu kątowi łopatki kierowniczej. Ten sposób uzgodnienia bieguna z kierownicą (o nim to była mowa powy-



Rys. 4.

zej str. 5, wiersz 17-ty od dołu) który, jak widać z wykresu A. na rys. 5 wymaga zarzucenia przyjęcia stałego kąta α_2 , stanowczo nie jest godny polecenia. W rezultacie jego stosowania nie tylko pogarszają się warunki u wylwu bieguna (duża składowa obwodowa c_{u2} bezwzględnej prędkości wylwu w wewnętrznych turbinach częściowych powoduje wzmożony ruch wirowy wody i wynikające stąd zaburzenia przepływu w rurze ssącej; pozatem strata wylwu bieguna jako całości nieznacznie wzrasta), ale i kąt β_1 u wlotu bieguna staje się w turbinach częściowych zewnętrznych większy niż w wewnętrznych (rys. 5 B.),

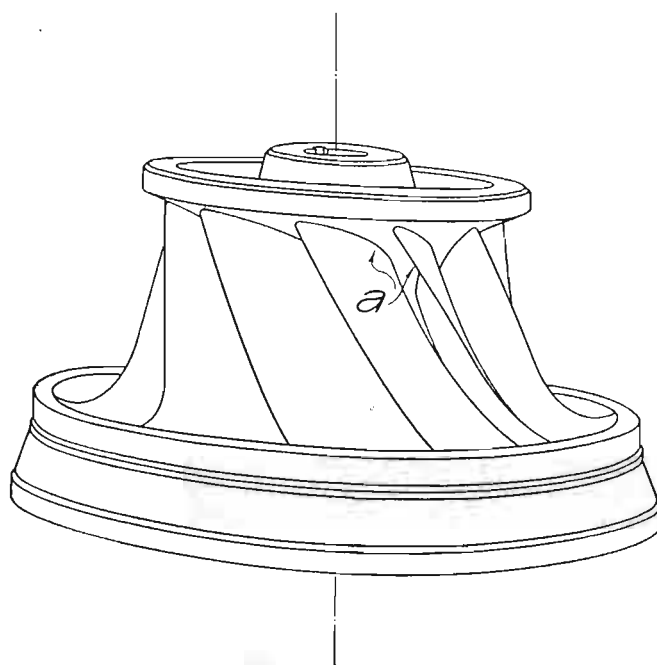


Rys. 5.

co powoduje zwiększenie krzywizny łopatek w obrębie skrajnych turbin częściowych, zarówno wewnętrznych jak zewnętrznych, oraz znacznie utrudnia konstrukcję łopatki bieguna, zmuszając do przyjęcia silnie śrubowego kształtu jej krawędzi wlotowej (por. rys. 6).

W poszukiwaniu sposobu wolnego od niepożądanych rezultatów ubocznych autor wszedł na drogę następującego rozumowania: Jak widać z rys. 3 wykres C. turbiny częściowe zewnętrzne wymagają większego kąta łopatki kierowniczej niż turbiny częściowe wewnętrzne. Jeśli więc, chcąc zastosować łopatkę kierowniczą walcową o stałym kącie α_0' , obierzemy dlań wartość średnią nie zmieniając w niczem bieguna, to przepływ przez te

turbiny częściowe, dla których kąty łopatki kierowniczej wynikające z wykresu nie zgadzają się z obranym, będzie się odbywać tak, jakgdyby uległo zmianie otwarcie kierownicy, a co za tem idzie również i narzut. Turbiny częściowe wewnętrzne będą miały narzut zwiększony, zewnętrzne — zmniejszony w porównaniu z zamierzonym. Ulegnie tedy zmianie rozdział wody na turbiny częściowe; zależnie od swego położenia w turbinie będzie każda z nich prowadzić ilość wody większą, względnie mniejszą od założonej początkowo. Naturalnie, dzielność turbiny na tem ucierpi, maleje ona bowiem w miarę, jak narzut oddala się od tego, który przyjęto za miarodajny dla konstrukcji; możnaby jednak uniknąć tej straty dzielności przez dostosowanie łopatki bieguna do opisanego tu rozdziału wody na poszczególne turbiny częściowe.



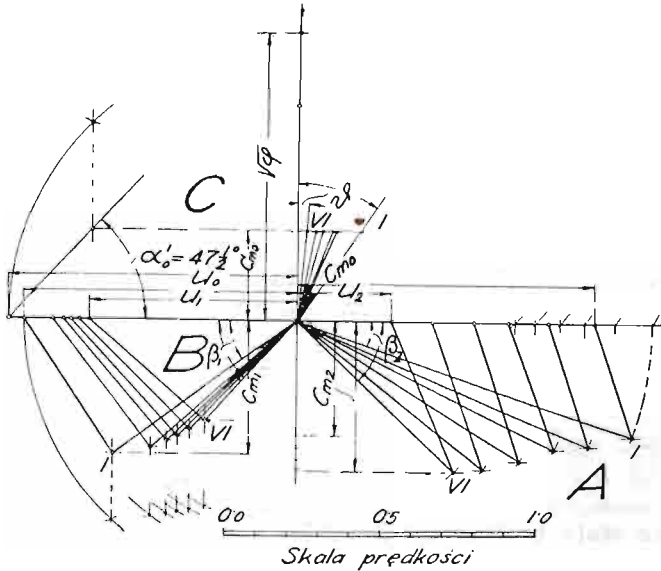
Rys. 6.

Ostatnio wypowiedziana myśl jest podstawą opracowanej przez autora następującej metody postępowania: Przebieg linii prądu pozostawiamy niezmienny. Przyjmujemy średnią wartość kąta α_0' jako wspólny dla wszystkich turbin częściowych kąt łopatki kierowniczej, wskutek czego turbiny częściowe są związane równaniem

$$\operatorname{tg} \alpha_0' = \frac{c'_{m0}}{c_{u0}} = \operatorname{const.}$$

Przyjmijmy tymczasowo średnią wartość c'_{m0} jako wspólną dla wszystkich turbin częściowych. Wskutek tego zwiększone zostają — w porównaniu z poprzednio przyjętym rozkładem wody — ilości wody przepływające przez turbiny częściowe wewnętrzne, zmniejszone zaś te, które płyną przez turbiny częściowe zewnętrzne. Obliczamy je, a jeśli się okaże, że uległa zmianie całkowita ilość wody, to wartość c'_{m0} odpowiednio poprawiamy. Dla nowego rozdziału wody na turbiny częściowe należy następnie wyrachować nowe wartości c_{m1} i c_{m2} poczem już można narysować nowe trójkąty prędkości dla wlotu i wylwu bieguna (rys. 7 A, B.). Gdyby nas otrzymany wykres nie zadowalał, możemy poprawić rozdział wody, odstępując w miarę potrzeby od przyjęcia jednakiej dla wszystkich turbin częściowych prędkości c'_{m0} . W danym wypadku (rys. 7) można zadowolić się narazie uzyskanym wykresem, gdyż kąty β_1 i β_2 zapowiadają korzystny kształt łopatek bieguna (kąt β_1 w turbinach części. wewnętrznych mniejszy niż w zewnętrznych, co upraszcza kształt łopatki; z odpowiadających sobie wartości β_1 i β_2 wynika, że krzywizny łopatki będą stosunkowo łagodne). Ewen-

tualne zmiany będzie można przedsięwziąć, gdy próbna konstrukcja łopatki postąpi o tyle naprzód, że będzie można wysnuć jakieś ku temu wskazówki.

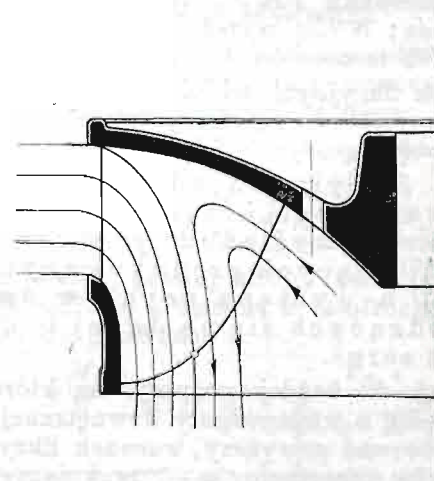


Rys. 7.

Na czym polega innowacja tej metody, można streścić w następujących słowach: Istnieje ogólnie zachowywane założenie (które i tu, w pierwszym stadium obliczenia było — przejściowo — uczynione), że linie prądu równoodległe u wlotu kierownicy a w dostatecznej odległości poniżej wylotu bieguna przechodzące przez punkty wynikię z podziału przekroju rury ssącej na pierścienie o równej powierzchni, leżą na pograniczu turbin częściowych prowadzących równe ilości wody. Autor oparł swoją metodę o przyjęcie odmienne, mianowicie to, iż linie prądu poprowadzone w powyższy sposób odgraniczają turbiny częściowe prowadzące ilości wody różne, tem większe, im bliższą piasty bieguna jest dana turbina częściowa i na odwrót. Wskutek tego, część łopatki bieguna bliska piasty jest obciążona silniej, część bliższa wieńca jest nieco odciążona. Wewnętrzne turbiny częściowe przepuszczają wskutek tego wodę z większą stratą wylotu, zewnętrzne z mniejszą niż przeciętna. Płościowo różnice te są tak dobrane, aby przy zastosowaniu walcowej łopatki kierowniczej uzyskać korzystne kąty dla łopatki bieguna.

Nierównomierny rozkład straty wylotu nie jest bez korzyści. Po pierwsze, stanowi on przeciwwagę na obserwowane w rurach ssących szybkoobrotowych turbin zjawisko przyspieszania się cząstek wody płynących w warstwie zewnętrznej a opóźniania się ich w partii wewnętrznej, (będące wynikiem działania ciśnienia odśrodkowego, wywołanego przez składową obwodową prędkości w rurze ssącej). Po drugie, powoduje on, że strata wylotu bieguna jako całości, która dla pełnego narzutu — w porównaniu ze stratą wylotu bieguna analogicznego

konstruowanego dla dawnego założenia — zasadniczo nie ulega zmianie, przy częściowych narzutach staje się stosunkowo mniejsza. Powodem tego stanu rzeczy jest następujące zjawisko: Przy malejącym narzucie ilość wody opuszczającej biegun w obrębie wewnętrznej partii krawędzi wylotu maleje szybko, podczas gdy zmiany w obrębie zewnętrznej partii tej krawędzi są stosunkowo nieznaczne. W miarę więc jak się narzut zmniejsza, u wylotu bieguna zyskuje na znaczeniu partja zewnętrzna kosztem wewnętrznej. Linje prądu przesuwa się nazewnątrz, a począwszy od pewnego narzutu strugi wody odłączają się od profilu piasty bieguna, wskutek czego tworzy się w obrębie łopatek bieguna przestrzeń martwa, działająca na wodę w rurze ssącej jak pompa cyrkulacyjna⁷⁾ (ob. rys. 8). Otóż turbina zbudowana wedle nowego przyjęcia posiada pewną przeciwwagę na tę tendencję wody do przesuwania przy zmniejszonym narzucie swych linii prądu na zewnątrz. Skutkiem bowiem tego przyjęcia jest zmniejszenie się otworów wylotowych bieguna w obrębie turbin częściowych zewnętrznych — i na odwrót — i dla tego, przy równych narzutach częściowych w turbinie zbudowanej wedle nowego założenia krawędź wylotowa łopatki bieguna będzie wykorzystana na dłuższym odcinku, niż przy dawnym założeniu. Punkt krytyczny, przy którym strugi wody odłączają się od pro-



Rys. 8.

filu piasty bieguna, zostanie przesunięty ku mniejszym wartościom narzutu. Ponieważ zaś łopatka bieguna — w porównaniu z łopatką konstruowaną dla dawnego założenia — posiada w partji zewnętrznej kąt β_2 zmniejszony, przeto przy małych narzutach, gdy woda opuszczająca biegun jest zepchnięta ku zewnętrznej partji wylotu bieguna, strata wylotu będzie mniejsza.

⁷⁾ Sprawą tego zjawiska zajmowali się teoretycznie Baumann (1904), Oesterlen, Honold i Camerer, doświadczalnie jednak stwierdził jego występowanie dopiero Ellon (Forschungsheft 102). Obserwował je również W. M. Ramsey, („A Discussion of Draft-Tube Designs“, *Mechanical Engineering* 1922, str. 171—176).

Dr. T. Kluz.

Obliczenie belki ciągłej różnoprzęsłowej

o stałym i zmiennym przekroju oraz o dowolnem obciążeniu przy pomocy metody redukcji z zastosowaniem tablic liczbowych.

(Ciąg dalszy).

Wyprowadzenie zasadniczych równań i wzorów.

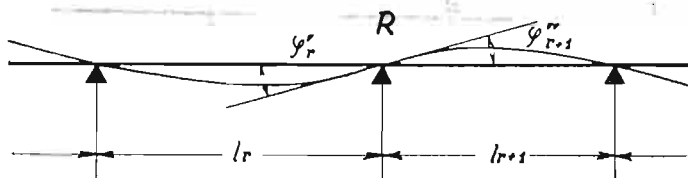
Warunek fikcyjnych oddziaływań.

Bardzo ważnym i najczęstszym przypadkiem belki ciągłej jest belka ciągła o stałych, niepodających się podporach. Tego też rodzaju belka ciągła jest tematem

niniejszej pracy. Cały tok postępowania, tabele, tablice i zestawienia ważne są w sposób praktycznie ścisły (nieuwzględniony zostaje tylko wpływ sił poprzecznych na wielkość momentów, jako bardzo mały i zwykle niewuwzględniany w praktyce) dla tego rodzaju belek ciągłych.

Taka belka ciągła o pionowym kierunku oddziaływań na podporach o n przęsłach jest $n-1$ -krotnie niewyznaczalna. Dla wyznaczenia tych $n-1$ niewiadomych mamy $n-1$ równań sprężystości opartych na sprężystych ugięciach rozpatrywanej belki ciągłej. Jedno z takich równań odniesione do podpory R przęsła l_r i l_{r+1} w najprostszej formie (rys. 3) ma postać:

$$\varphi'_r + \varphi''_{r+1} = 0 \dots \dots \dots (1)$$



Rys. 3.

Powyższe równanie wyrazić możemy¹⁾, przy pomocy warunku fikcyjnych oddziaływań.

Otrzymamy w miejsce równania (1) równanie:

$$W'_r + W''_{r+1} = 0, \dots \dots \dots (2)$$

w którym W'_r wyraża oddziaływanie na prawej podporze (R) powierzchni momentów przęsła l_r zredukowanych w stosunku l/EJ_r , powierzchni pomyślanej jako obciążenie; W''_{r+1} wyraża podobne oddziaływanie zredukowanych momentów l_{r+1} na lewej podporze.

Warunek fikcyjnych oddziaływań zastosowany do podpory R (rys. 3) a określony równaniem (2), zdefiniujemy następująco²⁾:

„Suma fikcyjnych oddziaływań na danej podporze R belki ciągłej, wywołanych obciążeniem pomyślanem powierzchni momentów zginających zredukowanych w stosunku $l:EJ$ a występujących w dwu przęsłach schodzących się na danej podporze — równa jest zeru“.

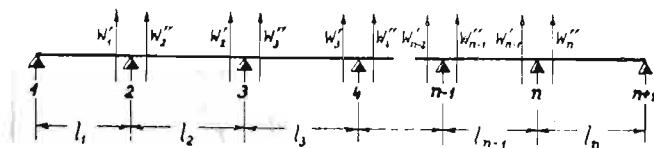
Ponieważ do każdej podpory, na której schodzi się po 2 przęsła, a więc podpory wewnętrznej (rys. 4)³⁾, możemy zastosować powyższy warunek fikcyjnych oddziaływań, więc otrzymamy $n-1$ brakujących równań, postaci następującej (por. schematyczny rys. 4):

$$\left. \begin{aligned} W'_1 + W''_2 &= 0 && \text{dla podpory } 2 \\ W'_2 + W''_3 &= 0 && \text{„ „ } 3 \\ W'_3 + W''_4 &= 0 && \text{„ „ } 4 \\ W'_{n-2} + W''_{n-1} &= 0 && \text{„ „ } n-1 \\ W'_{n-1} + W''_n &= 0 && \text{„ „ } n \end{aligned} \right\} (3)$$

Powyższe równania możemy wyrazić w rozwiniętej formie wstawiając wartości za W , otrzymamy (rys. 5):

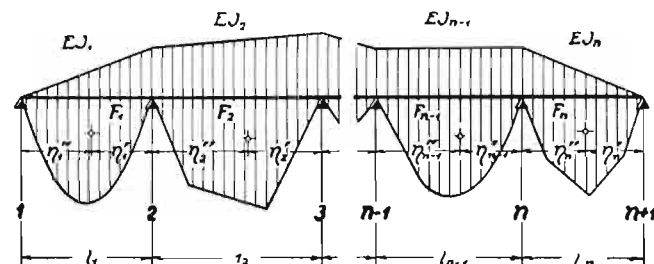
$$\left. \begin{aligned} \frac{F_1}{EJ_1} \cdot \frac{\eta''_1}{l_1} + \frac{F_2}{EJ_2} \cdot \frac{\eta'_2}{l_2} &= 0 && \text{dla pod. } 2 \\ \frac{F_2}{EJ_2} \cdot \frac{\eta''_2}{l_2} + \frac{F_3}{EJ_3} \cdot \frac{\eta'_3}{l_3} &= 0 && \text{„ „ } 3 \\ \dots \dots \dots & & & \\ \frac{F_{n-2}}{EJ_{n-2}} \cdot \frac{\eta''_{n-2}}{l_{n-2}} + \frac{F_{n-1}}{EJ_{n-1}} \cdot \frac{\eta'_{n-1}}{l_{n-1}} &= 0 && \text{„ „ } n-1 \\ \frac{F_{n-1}}{EJ_{n-1}} \cdot \frac{\eta''_{n-1}}{l_{n-1}} + \frac{F_n}{EJ_n} \cdot \frac{\eta'_n}{l_n} &= 0 && \text{„ „ } n \end{aligned} \right\} (4)$$

W powyższych równaniach oznaczono przez F sumaryczną powierzchnię momentów (nad osią i pod osią belki) (rys. 5) wywołanych działaniem sił zewnętrznych w danym przęśle, przez η'' i η' odległości środ-



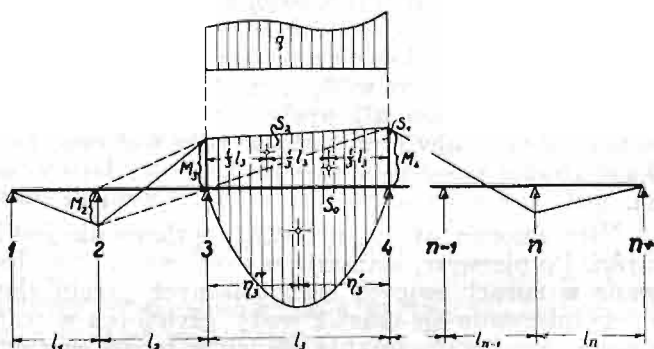
Rys. 4.

ków ciężkości tych powierzchni od lewych (znak $''$) i prawych (znak $'$) podpór, poszczególne więc czynniki $F \cdot \frac{\eta}{l}$ przedstawiają oddziaływania tych powierzchni a wyrazy $\frac{F}{EJ} \cdot \frac{\eta}{l}$ oddziaływania tych samych powierzchni, ale zredukowanych w stosunku $l:EJ$, (ściślej o rzędnych zredukowanych w stosunku $l:EJ$). Przez E oznaczono współczynnik sprężystości, który przyjęto jako stały wzdłuż całej belki.



Rys. 5.

Każda zredukowana powierzchnia F składa się zasadniczo z jednej powierzchni dodatniej S_0 oraz jednej powierzchni ujemnej kształtu trapezu, którą można rozłożyć na 2 powierzchnie trójkątne S_1 i S_2 (rysunek 6).



Rys. 6.

Dla uproszczenia przyjmijmy, że obciążenie zewnętrzne działa tylko w jednym z przęseł belki ciągłej na przykład w przęśle l_3 belki n -przęsłowej (rys. 6). Przyjmijmy dalej, że w każdym przęśle moment bezwładności ma wartość stałą, ale różną od momentów bezwładności przęseł sąsiednich (przyjęcie odpowiadające największej ilości wypadków w budownictwie żelbetonem). Wtedy możemy wartości J wyłączyć przed nawiasy, otrzymamy dla całej belki po uproszczeniu przez E stałą wartość następujące równania fikcyjnych oddziaływań w miejsce ogólnych równań 4:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{J_2} \left(\frac{1}{3} \cdot M_2 \cdot l_2 + \frac{1}{6} M_3 \cdot l_2 \right) + \frac{1}{3} M_2 \cdot l_1 \cdot \frac{1}{J_1} &= 0 && \text{na podp. } 2 \\ \frac{1}{J_3} \left(\frac{1}{3} M_3 \cdot l_3 + \frac{1}{6} M_4 \cdot l_3 + S''_0 + \frac{1}{J_2} \left(\frac{1}{3} M_3 \cdot l_2 + \right. \right. & & & \\ & \left. \left. + \frac{1}{6} M_2 \cdot l_2 \right) \right) &= 0 && \text{na podp. } 3 \end{aligned} \right\} (5)$$

¹⁾ Por. autora: „Ustroje hyperstatyczne o elementach prostych“, Lwów 1928, str. 6, równ. 4.

²⁾ Por. wspomniane wyżej „Ustroje hyperstatyczne“.

³⁾ Do podpór tego rodzaju zaliczamy również takie podpory skrajne, na których dana belka doznaje częściowego lub całkowitego utwierdzenia (por. autora „Momenty podporowe belki ciągłej“ Lwów 1925).

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{J_3} \cdot \left(\frac{1}{3} M_4 \cdot l_3 + \frac{1}{6} M_3 \cdot l_3 + S'_0 \right) + \frac{1}{J_4} \cdot \left(\frac{1}{3} M_4 \cdot l_4 + \right. \\ \left. + \frac{1}{6} M_5 \cdot l_4 \right) = 0 \text{ na podp. 4} \\ \frac{1}{J_{n-2}} \cdot \left(\frac{1}{3} M_{n-2} \cdot l_{n-2} + \frac{1}{6} M_{n-1} \cdot l_{n-2} \right) + \frac{1}{J_{n-3}} \cdot \left(\frac{1}{3} M_{n-2} \times \right. \\ \left. \times l_{n-3} + \frac{1}{6} M_{n-3} \cdot l_{n-3} \right) = 0 \text{ na podp. } (n-1) \\ \frac{1}{J_{n-2}} \cdot \left(\frac{1}{3} M_{n-1} \cdot l_{n-2} + \frac{1}{6} M_{n-2} \cdot l_{n-2} \right) + \frac{1}{J_{n-1}} \times \\ \times \left(\frac{1}{3} M_{n-1} \cdot l_{n-1} \right) = 0 \text{ na podporze } n. \end{aligned} \right\} (5')$$

Posługując się dalej warunkiem fikcyjnych oddziaływań możemy uproszczyć drugie wyrazy objęte nawiasami równań 5 (podpory od 3 do $(n-1)$). Zamiast oddziaływań dwu powierzchni trójkątnych postaci ogólnej:

$$\frac{1}{3} M_r \cdot l_{r-1} + \frac{1}{6} M_{r-1} \cdot l_{r-1}, \text{ oraz} \\ \frac{1}{3} M_r \cdot l_r + \frac{1}{6} M_{r+1} \cdot l_r$$

wstawiamy oddziaływanie jednej powierzchni trójkątnej o wartości równej sumie oddziaływań tychże dwu powierzchni trójkątnych, czyli:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{3} M_r \cdot l'_{r-1} = \frac{1}{3} M_r \cdot l_{r-1} + \frac{1}{6} M_{r-1} \cdot l_{r-1} \\ \frac{1}{3} M_r \cdot l'_r = \frac{1}{3} M_r \cdot l_r + \frac{1}{6} M_{r+1} \cdot l_r \end{aligned} \right\} (6)$$

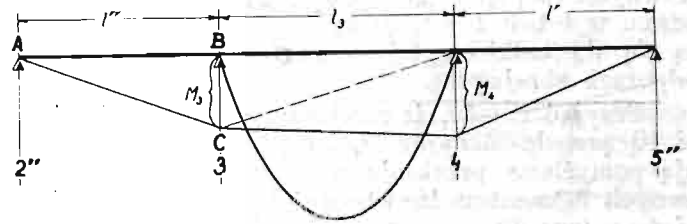
Po zastosowaniu powyższego do równań 5 otrzymamy w miejsce tychże uproszczone równania:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{J_2} \cdot \left(\frac{1}{3} M_2 \cdot l_2 + \frac{1}{6} M_3 \cdot l_2 \right) + \frac{1}{J_1} \cdot l'_1 = 0 \text{ na podp. 2} \\ \frac{1}{J_3} \cdot \left(\frac{1}{3} M_3 \cdot l_3 + \frac{1}{6} M_4 \cdot l_3 + S''_0 \right) + \frac{1}{J_2} \cdot \frac{1}{3} M_3 \cdot l'_2 = 0 \\ \text{na podp. 3} \\ \frac{1}{J_3} \cdot \left(\frac{1}{3} M_4 \cdot l_3 + \frac{1}{6} M_3 \cdot l_3 + S'_0 \right) + \frac{1}{J_4} \cdot \frac{1}{3} M_4 \cdot l'_4 = 0 \\ \text{na podp. 4} \\ \frac{1}{J_{n-2}} \cdot \left(\frac{1}{3} M_{n-2} \cdot l_{n-2} + \frac{1}{6} M_{n-1} \cdot l_{n-2} \right) + \\ + \frac{1}{J_{n-3}} \cdot \frac{1}{3} M_{n-2} \cdot l'_{n-1} = 0 \text{ na podp. } n-1 \\ \frac{1}{J_{n-2}} \cdot \left(\frac{1}{3} M_{n-1} \cdot l_{n-1} + \frac{1}{6} M_{n-2} \cdot l_{n-1} \right) + \\ + \frac{1}{J_{n-1}} \cdot \frac{1}{3} M_{n-1} \cdot l'_2 = 0 \text{ na podp. } n. \end{aligned} \right\} (7)$$

Poszczególne równania fikcyjnych oddziaływań dla każdej z wewnętrznych podpór zawierają 3 niewiadome momenty podporowe w układzie pierwszym (równ. 5), natomiast tylko 2 szukane momenty podporowe w układzie uproszczonym (równ. 7). Przez zupełnie pojedyncze zastosowanie do równań (5) (fikcyjnych oddziaływań) oddziaływań jednej fikcyjnej powierzchni w miejsce dwu powierzchni, otrzymaliśmy zamiast równań trzech momentów (równ. 5) uproszczone równanie dwu momentów (równ. 7).

W interpretacji graficznej to uproszczenie wyraża się tem, że każde z poszczególnych równań 7 może być uważane za równanie trzech momentów zastosowane do belki trójprzęsłowej o swobodnym podpartem na obydwu podporach skrajnych, na których momenty podporowe mają wartość zerową. Dla wyznaczenia więc np. momentów M_3 i M_4 powstałych pod obciążeniem przęsła l_3 (wypadek rozpatrywany) rozwiązać należy układ dwu równań trójprzęsłowej belki ciągłej według rysunku 7, zamiast układu $(n-1)$ równań trzech momentów według rysunku 6. Ta nowoprowadzona trójprzęsłowa belka (rys. 7) posiada przęsło środkowe l_3 równe zawsze przęsłu rzeczywistemu l_3 obciążonemu siłami zewnętrznymi, oraz przęsła skrajne l' (po lewej stronie l_3) oraz l' (po prawej stronie l_3) w ogólnym

wypadku różne od przęsła l_3 i l_4 łączących się bezpośrednio z przęsłem l_3 (rys. 6). Te dwa przęsła skrajne nazwane przęsłami fikcyjnymi⁴⁾ (travées fictives) tworzą wraz z przęsłem środkowym przenoszącym siły zewnętrzne nową belkę, którą nazywać będziemy trójprzęsłową belką zastępczą.



Rys. 7.

Posługiwanie się trójprzęsłowymi belkami zastępczymi pozwoli nam na znaczne uproszczenia obliczeniowe. Każdemu rzeczywistemu przęsłu belki ciągłej n -przęsłowej odpowiada pewna trójprzęsłowa belka zastępcza, którą mieć będziemy, gdy tylko wyznaczymy uprzednio przęsła fikcyjne l'_{11} , l'_{22} , l'_{rr} ... l'_{r-1} po lewej stronie oraz l'_{22} , l'_{33} ... l'_{rr} ... l'_{nn} po prawej stronie przęsła środkowych belki zastępczej.

Jak wynika z poprzednich rozważań $l'_n = l_n$. Dal-
sze przęsła idealne wyznaczamy kolejno stosując warunek wyrażony równaniem 6, a więc:

$$\frac{1}{3} M_{n-2} \cdot l'_{n-1} = \frac{1}{3} M_{n-2} \cdot l_{n-1} + \frac{1}{6} M_{n-1} \cdot l_{n-1},$$

skąd:

$$l'_{n-1} = l_{n-1} + \frac{1}{2} \cdot \frac{M_{n-1}}{M_{n-2}} \cdot l_{n-1} \quad (8)$$

Za drugi wyraz prawej strony powyższego równania wstawimy wartość obliczoną z ostatniego równania (7). Jak łatwo się przekonać:

$$\frac{1}{2} \frac{M_{n-1}}{M_{n-2}} \cdot l_{n-1} = - \frac{l_{n-1}^2}{4 \left(l_{n-1} + l_n \cdot \frac{J_{n-1}}{J_n} \right)},$$

co wstawione w równanie (8) da nam wartość na $l'_{(n-1)}$:

$$l'_{n-1} = l_{n-1} - \frac{l_{n-1}^2}{4 \left(l_{n-1} + l_n \cdot \frac{J_{n-1}}{J_n} \right)} \quad (9a)$$

czyli ogólnie:

$$l'_r = l_r - \frac{l_r^2}{4 \left(l_r + l'_{r+1} \cdot \frac{J_r}{J_{r+1}} \right)} \quad (9)$$

Analogicznie otrzymamy kolejno przęsła fikcyjne $l'_{r-1} = l_{r-1}$; l'_{r-2} , l'_{r-3} ... l'_{r-4} na podstawie równania:

$$l'_r = l_r - \frac{l_r^2}{4 \left(l_r + l_{r-1} \cdot \frac{J_r}{J_{r-1}} \right)} \quad (10)$$

Wyznaczenie przęsła fikcyjnych przy pomocy równań (9) i (10) nie przedstawia żadnych trudności. Wielkości te otrzymać również można w sposób wykreślny posługując się bardzo prostą konstrukcją podaną w pracy autora „Ustroje hyperstatyczne o elementach prostych“ str. 12, oraz we wspomnianej wyżej „Calcul graphique des poutres continues“, str. 40. W powyższych pracach podane są również tablice, z których wprost odczytać można wielkości przęsła fikcyjnych. W pracy niniejszej ograniczymy się tylko do podanych wyżej wzorów. W praktyce bowiem najczęstszymi przypadkami belek ciągłych są belki dwu-, trój- i czteroprzęsłowe, dla których

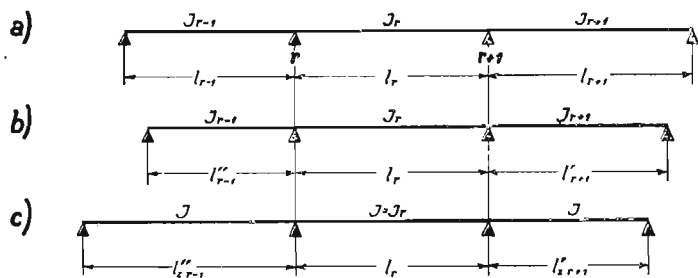
⁴⁾ Por. wspomniane „Calcul graphique“. Paryż 1927.

skrajne przęsła fikcyjne są równe skrajnym przęsłom rzeczywistym; pozostają więc do wyznaczenia na podstawie wzorów 9 i 10 przęsła fikcyjne:

l'_2 i l''_2 przy belce trójprzęsłowej, oraz l'_2 , l''_2 , oraz l'_3 i l''_3 przy belce czteropięsłowej.

W wypadku belki ciągłej o stałym przekroju i równych rozpiętościach przęsła fikcyjne mają wartości podane w tabeli I niniejszej pracy (wartości te odnoszą się do belki ciągłej o swobodnym podparciu na podporach skrajnych).

Przyjąć należy, że otrzymane na podstawie równań 9 i 10 przęsła fikcyjne l'_r i l''_r , $l'_{(r+1)}$ i $l''_{(r+1)}$ posiadają pomyślane przekroje o momentach bezwładności równych momentom bezwładności przęsła rzeczywistych l_r i $l_{(r+1)}$ (rys. 8).



Ryc. 8.

Rozpatrywana więc belka zastępcza jest belką o różnych momentach bezwładności (rys. 6 b). Równania fikcyjnych oddziaływań posiadają bowiem postać (przyjęto dla uproszczenia, że w przęsle rzeczywistym l_r nie działają siły zewnętrzne):

$$\left. \begin{aligned} & \left(\frac{1}{3} M_{r+1} \cdot l_r + \frac{1}{6} M_r \cdot l_r \right) \cdot \frac{1}{J_r} + \frac{1}{3} M_{r+1} \cdot l'_{r+1} \cdot \frac{1}{J_{r+1}} = 0 \\ & \quad \text{(podp. } r+1) \\ & \left(\frac{1}{3} M_r \cdot l_r + \frac{1}{6} M_{r+1} \cdot l_r \right) \cdot \frac{1}{J_r} + \frac{1}{3} M_r \cdot l''_{r-1} \cdot \frac{1}{J_{r-1}} = 0 \\ & \quad \text{(podp. } r) \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Powyższą postać równań fikcyjnych możemy sprowadzić do prostszej postaci przez pomnożenie obydwu równań przez J_r , otrzymamy:

$$\left. \begin{aligned} & \left(\frac{1}{3} M_{r+1} \cdot l_r + \frac{1}{6} M_r \cdot l_r \right) + \frac{1}{3} M_{r+1} \cdot l'_{z(r+1)} = 0 \\ & \left(\frac{1}{3} M_r \cdot l_r + \frac{1}{6} M_{r+1} \cdot l_r \right) + \frac{1}{3} M_r \cdot l''_{z(r-1)} = 0, \end{aligned} \right\} \quad (11a)$$

przyczem:

$$\left. \begin{aligned} & l'_{z(r+1)} = l'_{r+1} \cdot \frac{J_r}{J_{r+1}} = l'_{r+1} \cdot m'_r \\ & l''_{z(r-1)} = l''_{r-1} \cdot \frac{J_r}{J_{r-1}} = l''_{r-1} \cdot m''_r \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Równania fikcyjnych oddziaływań na podporach $r+1$ i r wyrażone równaniami (11a) mają postać identyczną, jak przy stałym przekroju w przęsłach l'_{r-1} , l_r i l'_{r+1} .

Przez pomnożenie przęsła fikcyjnych l'_{r-1} i l'_{r+1} przez liczby stosunkowe momentów m'_r i m''_r .

$$\left. \begin{aligned} & m'_r = \frac{J_r}{J_{(r+1)}} \\ & m''_r = \frac{J_r}{J_{(r-1)}} \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

otrzymaliśmy w miejsce tychże przęsła, przęsła o innych rozpiętościach, a zamiast belki zastępczej o różnych momentach bezwładności, belkę zastępczą o stałym momencie bezwładności.

Przęsła te $l'_{z(r+1)}$ i $l''_{z(r-1)}$ nazywać będziemy przęsłami idealnymi belki zastępczej.

W przypadku belki ciągłej o stałym przekroju przęsła idealne są oczywiście równe przęsłom fikcyjnym.

Mając wyznaczone przęsła idealne (fikcyjne) dla danego przypadku belki ciągłej przystąpić możemy do wyznaczenia momentów podporowych. Przyjmujemy po kolei obciążenia w każdym z poszczególnych przęsła i przy pomocy belki zastępczej wyznaczamy momenty na obydwu podporach tegoż przęsła.

Równania fikcyjnych oddziaływań dla obydwu podpór dowolnego przęsła obciążonego l_r mają przy zastosowaniu trójprzęsłowej belki zastępczej o przęsłach l'_{r-1} , l_r , l'_{r+1} następującą postać (analogicznie do równań 7, podp. 3 i 4):

$$\left. \begin{aligned} & \frac{1}{J_r} \cdot \left(\frac{1}{3} M_r \cdot l_r + \frac{1}{6} M_{r+1} \cdot l_r + S''_r \right) + \frac{1}{J_{r-1}} \cdot \frac{1}{3} M_r \cdot l'_{r-1} = 0 \\ & \quad \text{podp. } r \\ & \frac{1}{J_r} \cdot \left(\frac{1}{3} M_{r+1} \cdot l_r + \frac{1}{6} M_r \cdot l_r + S'_r \right) + \frac{1}{J_{r+1}} \cdot \frac{1}{3} M_{r+1} \cdot l'_{r+1} = 0 \\ & \quad \text{podp. } r+1. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Z powyższych dwu równań o 2 niewiadomych obliczamy wartości tychże niewiadomych. Otrzymamy po przeprowadzeniu obliczeń wartość M_r :

$$M_r = - \frac{3 S''_r - 3 S'_r \cdot \frac{l_r}{2(l_r + l'_{r+1} \cdot m')}}{l_r + l'_{r-1} \cdot m'' - \frac{l_r^2}{4(l_r + l'_{r+1} \cdot m')}} \quad (15)$$

Wstawiając w równanie (15) wartości za S''_r i S'_r , (którymi oznaczono oddziaływania fikcyjne niezredukowanych przez EJ powierzchni momentów dodatnich na podporze lewej i prawej) dostaniemy:

$$M_r = - \frac{3 \frac{F_0 \cdot \eta'_r}{l_r} - 3 \frac{F_0 \cdot \eta''_r}{l_r} \cdot \frac{l_r}{2(l_r + l'_{r+1} \cdot m')}}{l_r + l'_{r+1} \cdot m'' - \frac{l_r^2}{4(l_r + l'_{r+1} \cdot m')}} \quad (15a)$$

przyczem:

$$\begin{aligned} S''_r &= \frac{F_0 \cdot \eta'_r}{l_r} \\ S'_r &= \frac{F_0 \cdot \eta''_r}{l_r} \end{aligned}$$

Po wprowadzeniu wysokości spowodzonej $h_r = \frac{3}{2} \frac{F_0}{l_r}$ i wstawieniu $\eta''_r = l_r - \eta'_r$ mamy równanie (15) w innej jeszcze postaci:

$$M_r = -h_r \cdot \frac{2 \left[\eta'_r \left(1 + \frac{l_r}{2(l_r + l'_{r+1} \cdot m')} \right) - \frac{l_r^2}{2(l_r + l'_{r+1} \cdot m')} \right]}{l_r + l'_{r-1} \cdot m'' - \frac{l_r^2}{4(l_r + l'_{r+1} \cdot m')}} \quad (15b)$$

Wprowadźmy jeszcze następujące oznaczenia:

$$\alpha''_r = \frac{l_r - \frac{l_r^2}{2(l_r + l'_{r+1} \cdot m')}}{l_r + l'_{r-1} \cdot m'' - \frac{l_r^2}{4(l_r + l'_{r+1} \cdot m')}} \quad (16)$$

$$\beta''_r = 2 \cdot \frac{\eta'_r \left[1 + \frac{l_r}{2(l_r + l'_{r+1} \cdot m')} \right] - \frac{l_r^2}{2(l_r + l'_{r+1} \cdot m')}}{l_r - \frac{l_r^2}{2(l_r + l'_{r+1} \cdot m')}} \quad (17)$$

Wtedy, co łatwo można sprawdzić — otrzymamy prostą postać równania (15) przystosowaną do praktycznego i tabelarycznego przeprowadzenia obliczeń:

$$M_r = -\alpha''_r \cdot \beta''_r \cdot h_r = -\alpha''_r \cdot h'_r, \quad (18)$$

przyczem:

$$h'_r = \beta''_r \cdot h_r \quad (19)$$

Równania 16, 17, 18 i 19 odnoszą się do ogólnego wypadku obciążeń niesymetrycznych. W szczególnym przypadku obciążeń symetrycznych równania te upraszczają się znacznie, otrzymujemy mianowicie:

$$M_r = -\alpha''_r \cdot h_r \quad . \quad . \quad . \quad (18a)$$

Wartość na współczynnik α''_r , pozostaje niezmienną (równanie 16), natomiast współczynnik β''_r , upraszcza się przez to, że przy obciążeniach symetrycznych $\eta'_r = \eta''_r = \frac{1}{2} \cdot l_r$ i wtedy:

$$\beta''_r = 1 \quad . \quad . \quad . \quad (17a)$$

Zupełnie podobne wartości otrzymamy i dla drugiego nieznanego momentu podporowego $M_{(r+)}$. Dla ogólnego przypadku obciążeń mamy bowiem:

$$M_{r+1} = -\alpha'_r \cdot \beta'_r \cdot h_r = -\alpha'_r \cdot h'_r, \quad . \quad . \quad (20)$$

a dla szczególnego przypadku obciążenia symetrycznego:

$$M_{r+1} = -\alpha'_r \cdot h_r \quad . \quad . \quad . \quad (21a)$$

Jak to wynika z równań 18 i 20 na wartości momentów M_r i M_{r+1} składają się trzy czynniki, t. j. α_r , β_r i h_r .

Z powyższych czynników α_r zależne jest jedynie tylko od ustroju belki ciągłej czyli od pewnego sto-

sunku pręśla środkowego trójpręślowej belki zastępczej, pręśel fikcyjnych i momentów bezwładności pręśel tejsze belki zastępczej (por. równ. 16).

Czynnik h_r , nazwany wysokością sprowadzoną, zależny jest tylko od powierzchni zwykłych momentów zginających (por. równ. 22).

Czynnik β_r natomiast zależy tak od położenia środka ciężkości zwykłej powierzchni momentów pręśla obciążonego jak i od ustroju belki ciągłej (por. równ. 17). Jak już wyżej wspomniano czynnik ten odpada w wypadku obciążeń niesymetrycznych.

Sprowadzenie równania (15) do formy określonej równaniami 18 i 19 miało za cel względy praktyczne. Ta ostatnia forma równań momentów podporowych podająca oddzielnie wpływ poszczególnych czynników na wielkość momentu podporowego ułatwia ogromnie i umożliwia ustawienie tabel, tablic i zestawień dla poszczególnych czynników. Równocześnie umożliwia też łatwiejsze i prostsze obliczenie szukanych wartości momentów podporowych w przypadku obciążeń symetrycznych przy pomocy prostszych wzorów.

(C. d. n.).

Wiadomości z literatury technicznej.

Drogi.

— **Ciągi drogowe o znaczeniu międzynarodowym w Czechosłowacji.** Jak wiadomo, Międzynarodowy Związek Klubów Automobilowych opracował plan rozbudowy sieci drogowej w Europie ważnej z punktu widzenia dalekobieżnego ruchu automobilowego.

Wedle tego planu uznano w Czechosłowacji za ważne następujące ciągi: Paryż - Praga - Warszawa, Oslo - Praga - Wiedeń, Wiedeń - Berno - Warszawa i Belgrad - Budapeszt - Warszawa. Ostatnio, celem udostępnienia międzynarodowemu ruchowi samochodowemu również kierunku z zachodu na wschód, uznano za ważne połączenie Praga - Sadowa - Ołomuniec - Koszyce - Bukareszt.

W pierwszych okresach istnienia funduszu drogowego (1927) musiano główną uwagę skupić na drogach posiadających w pierwszym rzędzie ściśle wewnętrzne znaczenie. Dopiero po uporządkowaniu stosunków na tych arterjach rozpoczęto w r. 1929 pracę około wymienionych powyżej ciągów.

Dotychczas uporządkowano już w przeważnej części czechosłowacką przestrzeń połączenia Oslo - Praga - Wiedeń, jak również turę Paryż - Praga - Warszawa i Wiedeń - Berno - Warszawa z wyjątkiem tylko pewnych krótkich partyj. Natomiast połączenie Belgrad - Warszawa i Praga - Bukareszt wykazuje jeszcze znaczne luki, pochodzące stąd, że w obszarze Słowacji i Rusi Przykarpackiej, które pod względem drogowym były dosyć opuszczone, potrzeba wiele odcinków wybudować zupełnie odnowa. Jednakże i tutaj daje się zauważyć znaczny postęp, gdyż przebudowano już znaczne przestrzenie obok Zwolenia, Bańskiej Bystrzycy, Rużemberka, Koszyce, Użhorodu, Mukacewa i Berehova. (*Prager Tagblatt* z 16. XII. 1932).

— **Roboty publiczne we Włoszech.** Włoski minister Rob. Publ. przedłożył parlamentowi sprawozdanie o wykonanych od r. 1922 robotach publicznych, obejmujących w pierwszym rzędzie poprawy i rozbudowy komunikacji, zatem dróg, kolei oraz dróg wodnych.

Z przedstawionego sprawozdania okazuje się, że na powyższe cele wydało państwo do 28 października 1932 r. okr. kwotę 15,5 miljarda lirów. Nadto na tensam cel wydały autonomiczne zrzeszenia 1,8 miljarda l., zaś podsekretariat dla uprawy (Bonifica Integrale) kwotę 660 milionów l. Całość wydatków na ten cel do początku roku bieżącego przekroczy kwotę 18 miliardów l.

— **Wyniki czechosłowackiego funduszu drogowego.** Dotychczasowe wyniki działalności czechosłowackiego funduszu drogowego są niezmiernie poważne. Do końca r. 1931 wydano z tego źródła 1521 milionów k. c. na przebudowę 4190 km dróg państwowych oraz 350 milionów k. c. na budowę 2500 km dróg autonomicznych. Zarząd funduszu drogowego przewiduje jeszcze konieczność przebudowy 4000 km dróg państwowych kosztem dalszych 1500 milionów k. c. oraz poprawę 12.000 km dróg autonomicznych, na które zarezerwować będzie trzeba również 1500 milionów k. c. (*Das Strassenwesen* Nr. 4/33).

— **Wypadki drogowe w Anglii.** Wedle urzędowej statystyki ilość osób zabitych lub okaleczonych z powodu wypadków drogowych w latach 1928—1931 przedstawia się następująco:

	Zabitych	Okaleczonych
1928 . . .	6.138	164.838
1929 . . .	6.696	170.917
1930 . . .	7.805	177.895
1931 . . .	6.691	202.119
1932 . . .	6.651	206.410

Przyrost w latach 1931/32 tłumaczy się zaostrzeniem wydanych w r. 1930 przepisów, odnoszących się do obowiązku zgłaszania wypadków.

— **Kryzys w amerykańskim przemyśle samochodowym.** Z powodu kryzysu gospodarczego w Stanach Zjed. Ameryki płnc. tamtejszy przemysł samochodowy znalazł się w położeniu bardzo ciężkim.

W ostatnich czasach trzy wielkie fabryki samochodów, mianowicie Durant Motors Co, Willys-Overland Co i Studebaker Corporation otrzymały zarząd przymusowy. Produkcja roczna wymienionych trzech firm wynosiła w r. 1929 powyżej 400.000 samochodów, natomiast już w r. 1931 spadła do 125.000 pojazdów.

Kurczenie się północno-amerykańskiej produkcji automobilowej ilustrują cyfry z ostatnich czterech lat, odnoszące się do ilości wyprodukowanych wozów:

1929 — 5,36 milj. sztuk	} wzrost względnie ubytek wobec roku poprzedniego	+ 22,9%
1930 — 3,36 " "		— 37,4 "
1931 — 2,39 " "		— 28,8 "
1932 — 1,44 " "		— 39,9 "

Jak z zestawienia widoczne produkcja z r. 1932 wynosi tylko 27% produkcji z r. 1932. Związaną jest z tem również niższa cen wozów sięgająca tak daleko, iż może zachwiać wszelką rentownością produkcji w tym kierunku. Kiedy w r. 1929 wykazało 11 wielkich firm samochodowych 325 mil. \$ zysku, to w roku 1931 zmniejsza się on do

93 milj. \$, zaś w r. 1932 wykazują one już 36 milj. \$ straty. (*Verkehrstechnik* Nr. 7/33). E. B.

Lotnictwo.

— Statystyka regularnego ruchu lotniczego Niemiec za rok 1930 wedle dat urzędowych obejmuje całoroczną linię lotów o długości 10.862 tysięcy km, przy 93·7 tysiącach pasażerów, 2.176 ton przewiezionego bagażu i gazet, a 481 ton poczty.

Rozwój cywilnego lotnictwa zawodowego w ciągu 12 lat w Niemczech przedstawiają następujące liczby:

Rok	Ilość przyrzadzonych lotów	Ilość wykonanych lotów	Najwyższa dzienna długość lotu w 1000 km	Roczna długość lotów w 1000 km	Regularność lotów w %	Ilość pasażerów w 1000	Lot pasażera w 1000 pas./km	Bagaż w tonach	Poczta
1919	—	—	—	580	—	2·0	—	10	
1921	34	—	7	1.654	90·8	6·8	—	31	
1923	72	3.064	10	718	84·0	8·5	2.063	39	5
1924	107	4.198	15	1.583	84·4	13·4	3.266	71	22
1925	142	18.634	35	4.950	89·7	55·2	10.603	521	287
1926	168	42.134	37	6.541	92·2	84·6	14.639	1.057	551
1927	194	26.659	56	9.970	89·6	107·6	26.954	2.326	827
1928	200	30.424	68	11.450	90·4	120·7	28.689	2.164	350
1929	177	24.440	63	10.418	91·8	96·8	23.794	2.070	385
1930	181	23.969	67	10.862	92·4	93·7	23.818	2.176	381

Ścisłość rozkładów jazdy była zachowana w r. 1930 z 92·4-procentową dokładnością, a jeszcze w r. 1928 na milion km lotu zachodziła zaledwie 36 razy potrzeba przymusowych lądowań z powodu niedomagań aparatów. (*Nachrichten für Luftfahrer* nr. 32-55 z r. 1931).

W celu umożliwienia takich lądowań przymusowych, chociaż jak widzimy zredukowanych do minimum, znajdują się wzdłuż najważniejszych linii lotów rezerwowe porty lotnicze; znajduje się ich w Prusach 85, w Anhalt 7, Badenji 1, Bawarii 12, Hesji 4, Meklemburgu-Szwerin 3, Oldenburgu 8, Saksonji 11, Schaumburg-Lippe 1, Turynji 4, Wirtembergji 13, co daje razem okrągło 150 placów lotniczych na wypadek potrzeby, niezależnie od lotnisk przeznaczonych do programowego użytku. Lotniska rezerwowe wzdłuż linii nocnych znajdują się przeważnie w pobliżu ognisk sygnałowych i są nocą obsługiwane przez osobnego strażnika. Na lotniskach przy basenach wodnych można osiadać na wodzie. (*Nachrichten für Luftfahrer* nr. 28/29 z r. 1931).

Inż. A. W. Krüger.

Żelazo - beton.

— Nowe proponowane przepisy żelbetowe szwajcarskie omawia Dr. Roß w *Schw. Bauz.* (1931, str. 332). Przyjmują one wytrzymałość kostkową po 28 dniach średnio 300 kg/cm², słupową 240 kg/cm².

Naprężenie dopuszczalne

Rodzaj naprężenia	bez skurczu i ciepłoty	z ciepłotą	z skurczem i ciepłotą
napręż. osiowe σ_0	50	20% więcej	40% więcej
" zginające	65	dla betonu i żelaza	dla betonu i stali najw. $\sigma_1=1600$.
" na kraju przekroju	100—0·25 σ_0		Dla stali wyborowej najw. $\sigma_2=2000$.
prostokątnego i zginanie	najw. 100		
z ciśnieniem osiowym	najmn. 88		

Widzimy, że naprężenia dopuszczalne proponowano bardzo wysokie ze względu na wyborne cementy szwajcarskie, którym jednak polskie nie ustępują.

Badanie żelbetu promieniami Röntgena omawia Dr. Bernhard w *Zentralbl. d. Bauverw.* (1931, str. 806). Jest to po wykonaniu budowli jedyny sposób przekonania się o odpowiedzialności ułożeniu wkładek, względnie o błędach w tym

względnie. Zdjęcie samo jest bardzo łatwe, choć z powodu użycia rur Röntgena kosztowne.

— Czeski Komitet normalizacyjny ogłosił normy dla betonu i żelbetu w *Zprávy Čsn.* (1931, str. 28). Spółczynnik wstrząśnięć jest $\delta = \kappa(1 - \psi - w)$, gdy $\psi = \frac{0.4}{2 + 0.2l}$, $w = \frac{0.6}{1 + 4 \frac{g}{p}}$,

przyczem g oznacza ciężar stały, p ruchomy. Najw. $\delta = 1.4$ dla mostów drogowych, 1.6 dla kolejowych. Spółczynnik $\kappa = 1$, dla mostów drogowych, 1.2—0.2 z dla kolejowych, gdzie z jest to grubość żwirówki. Ciśnienie betonu w żelbecie dopuszcza się stosownie do wytrzymałości betonu do 70 kg/cm² dla zginania i 65 kg/cm² dla ciśnienia osiowego. Przy użyciu betonu wyborowego i stali o granicy ciastowatości 3400 kg/cm² dopuszcza się naprężenie żelaza 1500 kg/cm². Przy uwzględnieniu ciepłoty, skurczu i wszystkich sił działających dopuszcza się większe naprężenia dla betonu wyborowego 65 i 85 kg/cm², dla stali wyborowej 1700 kg/cm². Dla słupów uzwojonych przyjmuje się $F_i = 1.3 F_b + 15 F_t + 40 F_u$, co wydaje mi się za wielkie. Na wyoboczenie oblicza się

słupy, jeżeli $\frac{l}{i} \geq 20$ dla betonowych i $\frac{l}{i} \geq 60$ dla żelbetowych. Naprężenie na wyoboczenie oblicza się wedle wzoru $\nu = \vartheta \frac{P}{F_i}$, dla słupów betonowych $\vartheta = \frac{1}{1.72 - 0.036 \frac{l}{i}}$, dla żel-

betonowych $\vartheta = \frac{1}{1.72 - 0.012 \frac{l}{i}}$. Wymiar najmniejszy słupów

jest 25 cm, uzbrojenie podłużne stanowiąc mając najmniej 4 pręty po $\phi 14$ mm.

— Słupy żelbetowe z wkładką żeliwną omawia *Eng. News Rec.* (1930, I. str. 277). Słupy te przy danym obciążeniu mają mniejszą średnicę i umożliwiają przy budynkach wielopiętrowych lepsze wyzyskanie miejsca. W Ameryce wykonano już wiele budynków kilkunastopiętrowych o takich słupach.

Dr. M. Thullie.

Mosty.

— Krężyny mostu na Schnylkill w Filadelfji opisuje Fowler w *Eng. News Rec.* (1930, I. str. 282). Most składa się z dwu sklepień betonowych o rozp. 52.6 m, o strzałce 9.45 m. Ponieważ żegluga wymagała wolnej przestrzeni 22.85 m długości a 8.23 m wysokości ponad średnio niską wodą, a węzłowania znajdują się w wysokości 3.61 m, więc postanowiono krężyny zawiesić na belkach kratowych żelaznych o rozp. 58.8 m, a wysokości 9.1 m. Zestawiono je na brzegu na rusztowaniu i potem przesunięto na miejsce. Krężyny zawieszono na żelazach okrągłych 5 do 6.4 cm grubych.

Dr. M. Thullie.

Budownictwo wodne.

— Projekt drogi wodnej między Morzem Śródziemnym a Martwem. W związku z planami wyzyskania złóż mineralnych położonych na południe Palestyny i w Transjordanji, jak również wierceniami za wodą w obszarach stepowych tej okolicy, wyłonił się projekt śródlądowej drogi wodnej między Morzem Śródziemnym a Martwem. Kanał miałby około 130 km długości między zatoką Akabah i Gezah na wybrzeżu palestyńskim.

— Droga wodna Rodan - Ren. Nietylko kraje posiadające rozległe równiny projektują i budują drogi wodne, marzy o nich nawet i górzysta Szwajcarja. Niedługo kraj ten zdobędzie dla siebie wielką drogę wodną, jednak nie transhelwecką, lecz drogę kończącą się w wprawdzie w Szwajcarji, ale tuż przy jej granicy, w Bazylei. Będzie to droga wodna Renu, dotychczas żeglowna w całym tego słowa znaczeniu od ujścia Renu do Strasburga-Kehlu, a obecnie, skutkiem przeprowadzenia regulacji Renu na małą wodę między Strasburgiem a Istein kosztem 60 milj. fr. szw. i wykonania

pierwszej części „Wielkiego kanału Alzackiego“ przedłużana do Bazylei, gdzie wybudowano już wielki port Renu. Przez stopniową kanalizację, wraz z wyzyskaniem wielkich sił wodnych, przedłużą się drogę wodną aż do Jeziora Bodenckiego, a będzie ona przystępną dla statków ładujących 1200 ton.

Ale poza tą „realną“ szwajcarską drogą wodną omawia się w Szwajcarii mniej realny projekt drogi wodnej transhelweckiej. Ma to być połączenie Rodan - Ren o następującej trasie: Od Lyonu nad Rodanem (159,90) kanalizacja tej rzeki na terytorjum francuskim i szwajcarskim (liczne stopnie w pobliżu projektowanego zakładu silnicowego pod Génissiat) aż do Jeziora Genewskiego (372,60) (Genewa - Lozanna) poczem kanał ze stanowiskiem szczytowym pod Yverdon (443,75), dalej idzie trasa przez Jezioro Neuenburskie, poczem Aarą, która ma być skanalizowana, przez Solurę, Olton, Aarau, Brugg, Koblenz do skanalizowanego Renu*). Byłaby to więc droga wodna łącząca Szwajcarię z Morzem Śródziemnym (Marsylja), jednak, jak widać nader trudna do urzeczywistnienia, a sami Szwajcarzy mówią „że mają na projekty tej drogi wodnej dużo czasu“. Pociuszają się tem, że obecnie wchodzi coraz więcej w modę statki o własnych motorach (Selbstfabrer), przy których można dużo zaoszczędzić na rozmiarach śluz. Zresztą typ tej drogi wodnej nie mógłby odbiegać od typu wolnego Rodanu, na którym kursują statki 300 tonowe.

Oceniając jednak warunki trzeźwo i wobec tej okoliczności, że tuż obok Szwajcarii przechodzi francuski kanał Lyon - Miluza, tż. kanał Rodan - Ren, który mn odgałęzienie do Renu pod Bazyleą (Kanał Hunique), prawdopodobnie korzystniejszym będzie dla Szwajcarii oprzeć się na tem połączeniu z Morzem Śródziemnym, oraz zadowolić się drogą wodną Renu, a zrezygnować z wewnętrznej drogi wodnej, którą zupełnie dobrze zastąpi gęsta i sprawną sieć szwajcarskich kolei, tembardziej że chodzi tu już o odległości stosunkowo nieduże. Opis tych zamierzeń co do dróg wodnych podaje w *Schweizerische Bauztg* Nr. 7 z 18/II. 1933 art. inż. Jeghera. W Nrze 8 tegoż czasopisma przedstawiony jest opis i postęp robót regulacyjnych na górnym Renie (Bazylea - Strasburg).

— **Największy wodociąg świata.** Trzyście miast w okolicy Los Angeles (Kalifornia) połączyło się w celu wykonania wspólnego wodociągu 387 km długości, kosztem 220 milionów dolarów. Wodę w ilości 32,5 m³/sek ujmie się z rzeki Colorado w stanie Arizona i doprowadzi przewodem do Los Angeles, gdzie się ją rozdzieli.

Ujęcie wody leży w ciasnym wąwozie rzeki, o ścianach gnajsowych, której zwierciadło spiętrzy się przegrodą doliny, leżąca poniżej budującej się przegrody Hoovera, na wysokość 22 m do rzędnej 137 m n. p. m., przez co wytworzy się zbiornik o pojemności 885 milionów m³. Ujętą objętość 32,5 m³/sek będzie jeszcze można zwiększyć o 7% i przeprowadzić przewodem.

W miejscu ujęcia podniesie się wodę w dwu stopniach o 180 m, do czego potrzebną siłę uzyska się na miejscu,

* Długość Lyon-Ren wynosiłaby 650 km, zaś długość Lyon-Ren-Bazylea 750 km.

albo z zakładu przy przegrodzie Hoovera. Między ujściem a zbiornikiem pod Los Angeles znajdują się góry, dlatego musi się wodę podnieść do rzędnej 546 m n. p. m., przyczem potrzebne jest włączenie szeregu zbiorników wyrównawczych; z wymienionej wysokości spływa woda już grawitacyjnie do zbiornika pod Los Angeles, leżącego na rzędnej 428,5 m n. p. m. W odległości około 100 km od końca krzyżuje przewód uskok, niebezpieczny z powodu możliwych w tej okolicy trzęsień ziemi. Dlatego ma się tu zbudować koryto otwarte, podczas gdy pozostała część przewodu leży na 137 km w tunelu, 88 km stanowi przewód podziemny, wykonany w otwartym przekopie, a 38 km wykonano z rur betonowych.

W całości ma się zamagazynować 300 do 370 milionów m³, z czego narazie wykona się połowę. Taksamo zakłady pompowe wykonane będą narazie na połowę końcowej wydajności.

Dr. M. M.

RECENZJE I KRYTYKI.

Laskus A.: „Mosty drewniane“ 3 wydanie Berlin 1932.

W r. 1930 wydał Gesteschi dzieło „Zasady budownictwa drewnianego“ Laskus opiera się o to dzieło i odsyła czytelników co do własności drewna i połączeń drewnianych do Gesteschiego. Autor zwraca uwagę że połączenie drewna na ciągnięcie bez żelaza są nieekonomiczne, wyzyskują materiał zaledwie w 33%, przy drewnie twardszym 40%. Autor nie rozróżnia mostów drewnianych tymczasowych, od stałych, jakie często jeszcze na drogach budujemy. Gdy zazwyczaj nie uwzględniamy ciężarów śniegu, bo przeszkadza on obciążeniu wozami czy walkiem, to autor słusznie podnosi, że w czasie zimy często tworzy się na mostach stała zlodowaciała warstwa, która nie przeszkadza ruchowi. Przy grubości 20 cm waży ona około 120 kg/m², co by należało przy obliczaniu uwzględniać. Przy obliczaniu podkładów kolejowych nie uwzględnia autor rozkładu ciśnienia przez szyny. Autor omawia naprzód ustrój mostów tymczasowych wojennych kijowych (Knüppelbrücken) i drabiniastych, potem belkowych i kratowych. Autor podaje rysunki belek złożonych z 4 belek, co jest stanowczo nieekonomiczne, nie zna zupełnie mostów kratowych polskich Rychtera, Pintowskiego i Grocha, a mówi obszernie o szwajcarskich mostach rozporowych o wielkich rozpiętościach, co obecnie nie jest używane. Na końcu omawia mosty wojenne i utrzymanie mostów drewnianych. O nowszych połączeniach drzewnych jest zaledwie wzmianka. Pomimo pewnych usterek książkę można polecić.

Dr. M. Thulie.

Kongresy i Zjazdy.

XV-ty Zjazd Gazowników i Wodociągowców Polskich

odbędzie się pod protektoratem Pana Prezydenta Rzeczypospolitej w dniach od 29 czerwca do 2 lipca b. r. w Gdyni.

Podczas Zjazdu odbędzie się posiedzenie Zarządu Związku Zrzeszeń Gazowników i Wodociągowców Słowiańskich. Komitet łącznikowy Zjazdu urządzuje w Warszawie w Dyrekcji Wodociągów i Kanalizacji, ul. Starynkiewicza 5.

SPRAWY TOWARZYSTWA.

Protokół z posiedzenia Wydziału Głównego P. T. P.

z dnia 6 marca 1933 r. Obecni: Prezes Inż. St. Rybicki, Prof. Dr. O. Nadolski, Inż. Prachtel-Morawiański, Dr. W. Aulich, Inż. M. Bessaga, Prof. E. Bratro, Inż. E. Bronarski, Inż. Z. Kalityński, Inż. K. Knaus, Inż. St. Kozłowski, Prof. D. Krzyczkowski, Inż. T. Laskiewicz, Inż. M. Marynowski, Inż. S. Sladek, Inż. A. Tomaszewski, Dr. E. Wilczkiewicz, Inż. F. Blum i jako zaproszony gość Inż. Aleksandrowicz, Dyr. Miej. Zakł. Wodoc.

1. Protokół z ostatniego posiedzenia po odczytaniu przyjęto.

2. Prezes Rybicki z powodu obecności Dyr. Aleksandrowicza prosi o przesunięcie punktu 3. porządku obrad na p. 2. i referuje sprawę Instytutu Kanalizacyjno-Wodociągowego. Dyr. Inż. Aleksandrowicz przedstawia memoriał Inż. Maślanki, który ma być wysłany do Związku Miast z Komisji, w skład której wchodził Dyr. Aleksandrowicz, Inż. Blum, Inż. Maślanka, i Prof. Nadolski. Po dyskusji, w której zabierali głos Prezes Rybicki, Inż. Blum, Prof. Bratro, Inż. Marynowski, Prof. Nadolski i Dyr. Aleksandrowicz uproszono Inż. Bluma o zreferowanie memoriału Inż. Maślanki imieniem P. T. P. dla Związku Zrzeszeń Technicznych niezależnie od Izby Inżynierskiej. Powyższy memoriał będzie też drukowany w „Wiadomościach“ Z. P. Z. T. Dyr. Inż.

Blum stawia wniosek o wyrażenie podziękowania Komisji memoriałowej, który przyjęto jednogłośnie.

3. Przyjęto przez balotaż następujących nowych członków: Inż. Jarosława Lewickiego, Inż. Adama Haydę, Inż. Michała Gamotę i Inż. Kazimierza Żarowa.

4. Prof. Bratro odczytał pismo Ministerstwa Spraw Wewnętrznych przyznające „Czasopismu Technicznemu“ subwencję w wysokości 215 Zł.

5. Prezes Rybicki stawia wniosek na Walne Zgromadzenie o mianowanie członkami honorowymi Panów Prezesa Inż. Gąsiorowskiego i Inż. Kuczyńskiego Marjana.

6. Inż. Marynowski podaje do wiadomości skład nowego Wydziału, proponowanego przez Komisję Matkę.

7. Prezes Rybicki referuje sprawę Zjazdu Techników Polskich. Zjazd ten wedle uchwały z ostatniego Zjazdu Delegatów ma się odbyć w Katowicach. Polski Związek Hutników i Górników z Katowic zwrócił się z zapytaniem, czy Zjazd ten odbędzie się i jakiej treści będą referaty. Chodzi więc o dyrektywę dla Zarządu Związku czy Zjazd ma się odbyć i gdzie, czy w Krakowie czy też jak była uchwała w Katowicach i jakiej treści mają być referaty. Po długiej dyskusji, w której zabierali głos Prezes Rybicki, Dr. Aulich i Inż. Blum, Prof. Bratro, Inż. Kozłowski, Prof. Nadolski, Inż. Śladek, postanowiono, że Zjazd właściwie nie powinien się odbyć a jeśli tak, to główną treścią referatów ma być kwestja kryzysu i bezrobocia.

Na Zjazd Delegatów Zrzeszeń do Krakowa wybrano Inż. Bluma i Prof. Nadolskiego a jako zastępcę Inż. Kozłowskiego.

8. Wycofano z tem, że memoriał Inż. Ważnego po zreferowaniu przez p. Inż. Bluma będzie przedstawiony Wydziałowi na następnym posiedzeniu do wiadomości.

9. Inż. Blum składa sprawozdanie z Komisji meljoracyjnej. Ponieważ sprawa była bardzo pilną i p. Inż. Kornella musiał memoriał w powyższej sprawie zawieść do Warszawy, przed posiedzeniem Wydziału, stawia wniosek by Wydział to zaakceptował. Wniosek ten przyjęto. Prof. Nadolski prosi by memoriał ten rozesłać do Rad wodnych trzech województw w Małopolsce Wschodniej i czynnikiem zainteresowanym, jak Magistratom itp.

10. W sprawie odczytu wspólnie ze Stowarzyszeniem Kupców i Przemysłowców Polskich postanowiono zaprosić zaproponowanego referenta p. Inż. Sroczyńskiego na środę 5 kwietnia.

11. Postanowiono rozpiścić konkurs im. Bar. Gostkowskiego na najlepszą pracę z działu techniki.

12. Inż. Blum referuje sprawę szkolnictwa zawodowego, która wedle projektu Ministerstwa W. R. i O. P. tworzy nowy typ szkoły technicznej licealnej. Wobec braku potrzeby należy nie dopuścić do powstania powyższego typu. W sprawie zreferowania powyższej sprawy na Zjazd wybrano Komisję w następującym składzie: Inż. Blum, Inż. Bronarski, Prof. Geisler, Inż. Kozłowski, Prof. Krzyczkowski, Prof. Łukasiewicz, Prof. Matakiewicz i Prof. Weigel.

Na tem posiedzenie zamknięto.

Protokół z posiedzenia Wydziału Głównego P. T. P.
z 22 marca 1933 r. Obecni: Prezes Inż. Rybicki, Prof. Dr. Nadolski, Inż. Prachtel-Morawiański, Dr. Aulich, Prof. Bratro, Inż. Bronarski, Inż. Knaus, Inż. Kozłowski, Prof. Krzyczkowski, Inż. Laskiewicz, Inż. Marynowski, Inż. Śladek, Inż. Tomaszewski, Dr. Wilczkiewicz, Inż. Blum, Inż. Grzymalski.

1. Prezes Rybicki przedstawia pismo Oddziału P. T. P. w Stanisławowie, stawiające wniosek na Walne Zgromadzenie o obniżkę wkładek dla wszystkich członków P. T. P. lub tylko dla członków Oddziału stanisławowskiego. Po długiej dyskusji, w której głos zabierali: Prezes Rybicki, Inż. Blum, Prof. Bratro, Inż. Bronarski, Inż. Marynowski, Inż. Kozłowski, postanowiono podać powyższy list do wiadomości

Walnego Zgromadzenia we formie komunikatu z powodu nienadziejścia wymienionego listu w przepisany terminie stawiania wniosków na Walne Zgromadzenie.

2. Prezes Rybicki przedstawia prośbę Związku Asystentów Politechniki Lwowskiej w sprawie obniżki wkładek członkowskich do P. T. P. dla członków Związku. Po dyskusji, w której głos zabierali Prezes Rybicki, Inż. Blum, Prof. Bratro, Dr. Aulich, Inż. Morawiański, Prof. Nadolski, Prof. Krzyczkowski, Inż. Śladek i Inż. Tomaszewski przyjęto wniosek, by nowo wpisującym się członkom, którzy są starszymi asystentami obniżyć wkładkę przez pierwszy rok do kwoty Zł. 1.50.

3. Prezes Rybicki podaje do wiadomości memoriał w sprawie przetargów; po odczytaniu go na wnioski Inż. P. Prachtla-Morawiańskiego, Prof. Bratry i Prof. Nadolskiego uchwalono następujące poprawki: p. 8. zmienić wadium 2% i kaucję 5% ceny oferowanej a nie kosztorysowej. P. 3. zmienić na treść następującą: „Osoby niemające kwalifikacji, względnie uprawnień do danej roboty technicznej, osoby prawne (np. przedsiębiorstwa i spółki budowlane itp.) mogą być dopuszczone do przetargów pod warunkiem, że wykażą w ofercie, że w ich imieniu i zastępstwie robotami kierować będzie ukwalifikowany i uprawniony kierownik budowy (inżynier odpowiedzialny specjalności technicznej), którego imię i nazwisko podadzą oferenci. Dodano punkt nowy, że otwarcie ofert ma się odbywać publicznie.

4. Prezes Rybicki przedstawia pismo Muzeum Przemysłu i Techniki zapraszające do wpisania się w charakterze członka wspierającego. Po dyskusji ustalono przystąpienie P. T. P. jako członka rzeczywistego, którego wkładka wynosi Zł. 25 rocznie.

Na tem posiedzenie zamknięto.

Protokół z posiedzenia Wydziału Głównego P. T. P.
z 3 kwietnia 1933 r. Obecni: Prezes Inż. Rybicki i 17 członków Wydziału Głównego. Inni usprawiedliwili swą nieobecność.

1. Odczytano i przyjęto protokoły z dwu ostatnich posiedzeń.

2. Wydział ukonstytuował się w następującym składzie: Prezes Inż. St. Rybicki, Wiceprezisi: Prof. Dr. O. Nadolski, Inż. P. Prachtel-Morawiański, Skarbnik Inż. E. Bronarski, Zastępca skarbnika Inż. M. Bessaga, Sekretarz Inż. S. Kozłowski, zastępcy sekretarza Inż. Z. Marynowski, Inż. T. Jarosz i Inż. S. Śladek. Administrator domu Prof. D. Krzyczkowski, zastępca administratora domu Inż. E. Broniewski, Redaktor „Czas. Techn.“ Prof. E. Bratro, zast. redaktora i referent odczytowy Dr. W. Aulich, administrator „Czas. Techn.“ i gospodarz lokalu Inż. A. Tomaszewski, zast. gospodarza lokalu Dr. E. Wilczkiewicz, bibliotekarz Inż. T. Laskiewicz i członkowie Wydziału Inż. Z. Kalitński, Prof. M. Matakiewicz, Prof. K. Zipser i Inż. F. Blum.

3. Przyjęto przez balotaż nowych członków: Inż. T. Włodka, Inż. L. Murawskiego i Inż. W. Czarnego.

4. Prezes Rybicki podaje do wiadomości program Zjazdu Delegatów Zrzeszeń Technicznych w Krakowie, poczem przeprowadzono dyskusję nad poszczególnymi jego punktami. W sprawie „Wiadomości“ Zrzeszeń Technicznych postanowiono, że powinny one być tylko biuletynem P. Z. T. i mają wychodzić perjodycznie w miarę potrzeby. W sprawie Fis'a postanowiono popierać wydawnictwo Biuletynu o następującej treści: 1. wielkie roboty, 2. środki zaradcze bezrobociu, 3. ustawodawstwo, 4. bibliografia, 5. organizacja władz i urzędów technicznych. Wypracowania poszczególnych tych działów mają się podjąć Towarzystwa zrzeszone w Z. P. Z. T., a Polskie Towarzystwo Politechniczne podejmuje się wypracowania działu piątego, odnośnie do Państwa Polskiego i pierwszego odnośnie do Małopolski.

Na tem posiedzenie zamknięto.