



Inż. Andrzej Kornella.

POLESIE.

Studiuj krytyczne do projektu meljoracji Polesia.

(Dokończenie).

Z potrzeb wyżej wymienionych, najbardziej aktualną i niemal piekącą potrzebą jest pod 1) wymieniona, to jest zapobieżenie dalszej rabunkowej gospodarce leśnej na Polesiu i nadanie obszarom tym tego charakteru, jakie z przyrody mieć powinny. Przywrócenie terenom Polesia charakteru puszczy leśnej, jeżeli już nie w tej mierze jaką miała ongiś, przed stu, czy więcej laty, ale przynajmniej zbliżonej do niej, jest postulatem pierwszorzędowego znaczenia.

Nie ulega najmniejszej wątpliwości, że wytrzebieenie lasów, przyczyniło się w wielkiej mierze do tego nadmiernego zawodnienia Polesia i że zalesienie tej krainy wpłynie bardzo korzystnie na stosunki hydrologiczne, oddziałując tem samem na podstawowe i szczegółowe urządzenia meljoracyjne.

Natura jest najlepszym gospodarzem, ona wyznacza nam drogi, po jakich iść nam należy. Lasy Polesia razem z innymi kompleksami zalesionych puszczy na północno-wschodnich kresach, mają bezsprzecznie duże znaczenie dla stosunków klimatycznych Państwa Polskiego i jako takie winne być chronione i urzeczywianiane pod troskliwą opieką fachowych organów państwowych. Lasy w tej części Państwa mają tu jeszcze specjalne znaczenie jako zapasy materiału opałowego, w przeciwstawieniu zapasom węgla kamiennego, na zbyt wysuniętych i zagrożonych kresach zachodnich.

Z tych względów kompetentne czynniki powinny już teraz wystąpić z całą bezwzględnością przeciw trzebieniu lasów, zaś projektodawcy osuszenia Polesia rozważyć, czy zbytnie forsowanie robót meljoracyjnych ze względu na uprawę już to rolnej, już łąkowej gruntów tamtejszych, kosztem gospodarstwa leśnego, jest w danych warunkach wskazane i potrzebne.

Stosunek obecnie zalesionych obszarów do całej powierzchni Polesia, nie jest nam dokładnie znany.

Według zestawienia J. Czerwijowskiego („Zarys stosunków fizjograficznych i ekonomiczno-rolniczych na Polesiu” (Inż. Roln. 1928, str. 431), ma być na Polesiu około 1,300.000 *ha* (dokładnie 1,304,947 *ha*) lasów, w tem 101.219 *ha* całkiem zniszczonych a 431.549 *ha* częściowo zniszczonych lasów.

W posiadaniu Państwa ma być około 400.000 *ha*, reszta to lasy prywatnych właścicieli.

Daty te odnoszą się prawdopodobnie do województwa Poleskiego, a nie do całego Polesia geograficznego w granicach Państwa Polskiego.

Przyjmując na lasy 1,500.000 *ha*, przekonujemy się, że procent zalesienia, wobec obszaru Polesia o powierzchni 5,800.000 *ha*, jest zbyt mały i niewystarczający.

Z tego, co poprzednio mówiono wynika, że na Polesiu powinna przeważać kultura lasowa a utrzymanie lasów na powierzchni 50% terenów Polesia, mogłoby zdaniem mojem uczynić zadość znaczeniu i roli, jaką Polesie w gospodarstwie społecznym i państwowem mieć powinno. Lasy zajmowałyby wówczas 2,900.000 *ha*.

Mając jednak na uwadze ekspansję gospodarczą tubylczej ludności i względy kolonizacyjne, można na lasy przeznaczyć okrągło 2,500.000 *ha* jako minimum, które w planie zagospodarowania Polesia należałoby bezwzględnie utrzymać.

Przyjęcie znaczniejszej powierzchni na gospodarstwo leśne, wpłynie na zmniejszenie kosztorysu meljoracji Polesia, gdyż dla obszarów leśnych, starczą roboty meljoracyjne w znacznie mniejszych rozmiarach aniżeli dla kultury rolnej.

Ażebymy zorientować się co do obszarów, jakimi dysponować się będzie po wyłączeniu obszarów przeznaczonych na zalesienie, winniśmy odliczyć około 30.000 *ha* na rzeki i jeziora poleskie, oraz około 20.000 *ha* na drogi, osiedla i inne cele, czyli razem około 50.000 *ha*.

Odjąwszy powierzchnię na lasy przeznaczoną, t. j. 2,500.000 *ha* i 50.000 *ha* poprzednio wykazaną na osiedla, drogi i jeziora od powierzchni całego Polesia (5,800.000 — 2,550.000), pozostaje do zagospodarowania 3,250.000 *ha*.

Przyjmując program, którego etapem pierwszym miałyby być roboty o charakterze wyłącznie meljoracyjnym, musimy uwzględnić jeszcze te terena, które wskutek zaniechania robót regulacyjnych na odcinku większych rzek odwodnić się nie dadzą i pozostaną w pierwotnie zabagnionym stanie. Odsetek tych gruntów stanowi dość poważną liczbę, jak się o tem później przekonamy.

Polesie, o którym mowa, nie stanowi dla siebie zamkniętej całości, rozciąga się ono jeszcze na wschód, w głąb Rosji Sowieckiej i zajmuje tam na terytorjum Białorusi i Ukrainy, obszar o tym samym charakterze i o tej samej niemal powierzchni co w Polsce, tak że cały obszar Polesia geograficznego oblicza się na około 10,000.000 *ha*. Rzeka Prypec jako główny reypient tych bagien, przepływa Polesie Polskie na długości okrągło 430 *km*, dalszy jej bieg od granicy do ujścia do Dniepru na długości 365 *km*, należy do Rosji Sowieckiej. Regulacja zatem Prypeci na terytorjum Państwa Polskiego, będzie zależną od regulacji dolnego jej biegu. Wysoki stan normalnych wód na Prypeci poniżej granicy Państwa, uniemożliwi pogłębienie dna i obniżenie poziomu wody powyżej, jako konieczny warunek odwodnienia przyległych gruntów. O wyzyskaniu spadków Prypeci i innych rzek, może być mowa tylko w średnich i górnych biegach. Odcinki tych rzek na znacznej długości licząc od ujścia, musiałby pozostać w dzisiejszym stanie, nieuregulowane. Doliny i spadki rzek na Polesiu są bardzo małe. Spadki Prypeci i jej dopływów w dolnych odcinkach wahają się od 3—6 *cm* na 1 *km* czyli że spadek jednostkowy $i=0,00003—0,000064$ *m*.

Ponieważ przyjmuje się, że w Rosji Sowieckiej regulacja Prypeci nie będzie wykonaną, więc projekt „Meljoracji Polesia” uwzględnia tylko regulację górnego jej biegu, pozostawiając niższą część t. j. od granicy do węża Pińskiego na długości około 150 *km* nieuregulowaną, a tem samem i przyległe obszary, znane pod nazwą „Błota pińskie”, pozostałyby w stanie pierwotnego zabagnienia, nieodwodnione.

Pomimo, że te nieodwodnione obszary przedstawiają stosunkowo bardzo dużą powierzchnię, bo jak później wykazemy blisko pół miliona hektarów, i pomimo że ta część bagien należy do najurodzajniejszych gruntów Polesia, sprawa ta w programie realizacji projektu meljoracji Polesia, odgrywa drugorzędne znaczenie. Program, który znajduje dzisiaj tak wielu zwolenników,

o który toczą się spory już na łamach pism codziennych, niefachowych, wysuwa jak wspomniano na pierwszy plan roboty meljoracyjne, które dadzą się wykonać przy istniejących stosunkach hydrotechnicznych, na których możnaby jak najrychlej przeprowadzić kolonizację osadników z okolic uprzemysłowionych i przeludnionych rolniczych.

Regulację większych rzek dla celów wodno-komunikacyjnych, a więc dla żeglugi i spławu, odkłada się na drugi plan. Inneiny słowy na czas późniejszy, kiedy obszary na razie zmeljorowane, znajdują się pod pługiem, i zapewnią rentowność gospodarstwa rolnego, oraz dochodowość przedsiębiorstwa meljoracji Polesia. Owe regulacje rzek i przebudowa istniejących kanałów, miałyby być wykonane tylko na pewnych odcinkach, niezbędnie potrzebnych dla celów meljoracyjnych.

Założenie i rozumowanie takie byłoby słuszne i usprawiedliwione, gdybyśmy na Polesiu mieli grunta mineralne i urodzajne, które, jak wiemy stanowią podstawę gospodarki rolnej. Tymczasem na Polesiu mamy gros gruntów zabagnionych, moczarów, o charakterze wybitnie torfowym, których uprawa, jak wiadomo nastęrcza wiele trudności, wymaga specjalnych wiadomości teoretycznych i praktycznych a przede wszystkim wielkiego nakładu pracy i kapitału.

Zanim sprawę tę w dalszych wywodach bliżej omówimy, zauważa się, że obliczenia wielu znawców Polesia co do powierzchni gruntów zabagnionych, które dzięki robotom o charakterze szczegółowo meljoracyjnym miałyby być osuszone i do użytkowania na cele gospodarczo-rolnicze oddane, wykazują dość znaczne różnice.

Inż. Pruchnik podaje, że robotami meljoracyjnymi uzyska się 1,500.000 *ha* gruntów. Inż. Tillinger („Regulacja Prypeci“, Inż. Rolna 1928 r. Nr. 5, str. 241), cyfrę tę podnosi do 1,700.000 *ha*. Inż. Radziowski („Sprawa ewentualnego uporządkowania stosunków wodnych na terenie Polesia niezależnie od regulacji Prypeci“, Inż. Rolna 1928 r., str. 273), oblicza je dokładnie na 1,607.708 *ha*.

Inż. Czerwijowski („Zarys stosunków fizjograficznych i ekonomiczno-rolniczych na Polesiu, oraz jego zagospodarowanie“, Inż. Rolna 1928 r. Nr. 6), ocenia powierzchnię gruntów, które mogą być zmeljorowane, na przeszło 1,500.000 *ha*. Inni autorzy szacują je na 1,200.000 *ha*, a jeszcze inni do 2,000.000 *ha*. Z zestawień powyższych wynika, że około 25% obszaru Polesia miałyby być na podstawie projektowanych robót meljoracyjnych osuszone i na użytek kultury rolnej oddane; reszta Polesia odwodnienia szczegółowego nie potrzebuje, albo pozostanie w stanie pierwotnego zabagnienia.

Cyfry powyższe są informacyjne, oparte na przybliżonym szacowaniu.

Sprawę tę wyjaśnia dopiero dokładnie cenna praca Inż. Walerjana Sobolewskiego: „Pomiary inżynierskie i ich wyniki oraz znaczenie dla zagospodarowania Polesia“. (Postępy prac przy meljoracji Polesia. Brześć n/B. 1933 r.). Autor ten podaje charakterystykę terenów Polesia, na podstawie układu pionowego i istniejących spadków, łącznie z warunkami odwodnienia i zagospodarowania, oraz daty co do ewentualnych kosztów, które dla poznania przedsiębiorstwa i możliwości jego zrealizowania mają doniosłe znaczenie.

Dlatego przytacza się poniżej w dosłownem brzmieniu przyjęty przez Inż. Sobolewskiego podział terenów Polesia, a podane tam cyfrowo obszary jako najbardziej odpowiadające rzeczywistości przyjmuje się do dalszych wywodów.

Inż. Sobolewski dzieli tereny Polesia na pięć grup, a mianowicie:

I. Tereny położone najwyżej, o spadkach przeważnie większych od 0,4‰, głównie mineralne. Tereny te o łącznej powierzchni około 2,950.000 *ha* czyli 50% ca-

łego obszaru Polesia, objętego działalnością Biura Meljoracji, na ogół nie wymagają meljoracji szczegółowych (przynajmniej na razie), natomiast konieczną jest dla nich regulacja rzek i wykonanie kanałów podstawowych.

II. Tereny o gruntach przeważnie torfowych (nizinnych), o spadkach mniejszych od 0,4‰, wymagające meljoracji szczegółowych. Łącznie powierzchnia tych terenów wynosi około 2,000.000 *ha*, czyli 35% całego obszaru.

III. Tereny przyległe do sztucznych dróg wodnych o spadkach poniżej 0,15‰, których odwodnienie zależne jest od przebudowy tych dróg, obejmują powierzchnię około 160.000 *ha*, czyli 3% całości obszaru.

IV. Tereny położone najniżej, które przy obecnym stanie rzek żeglownych, głównie Prypeci, niedadzą się skutecznie odwodnić, obejmują one powierzchnię około 290.000 *ha*, czyli 5% całego obszaru.

V. Tereny o przewodze torfów wyżynnych i przejściowych, nie nadające się pod kulturę rolną, obejmują powierzchnię około 400.000 *ha*, czyli 7% całości. Załączona mapa przedstawia podział ten na pięć grup, uwidoczony różnymi kolorami.

Z podziału powyższego wynika, że tereny zaliczone do grup III, IV i V, o łącznej sumie powierzchni (160.000+290.000)=850.000 *ha*, miałyby pozostać na razie nieodwodnione, w dotychczasowym sposobie użytkowania. Obszary te z powodu zupełnego zabagnienia, nie mogłyby być w żadnym procencie przeznaczane na gospodarstwo lasowe. Pozostaje więc użytecznych terenów do zmeljorowania w myśl programu Dyrekcji Biura (5,800.000—850.000)=4,950.000 *ha*. Odliczywszy na lasy i inne cele, o których poprzednio była mowa 2,550.000 *ha*, pozostaje na zagospodarowanie rolne 2,400.000 *ha*.

Przyjmując w myśl obliczenia Inż. Pruchnika i innych autorów, że torfowiska o charakterze nizinnym na Polesiu zajmują powierzchnię około 1,500.000 *ha*, wynika, że grunta mineralne, wymagające niezawodnie dodatkowych meljoracji, zajmują:

$$(2,400.000 - 1,500.000) = 900.000 \text{ ha.}$$

Mając do dyspozycji 2,400.000 *ha*, w tem 1,500.000 *ha* torfowisk, rozważmy, jak się przedstawi sprawa kolonizacji Polesia, której wielu autorów nadaje wielkie znaczenie gospodarcze i polityczne.

Według danych statystycznych, gęstość zaludnienia w Polsce wynosi przeciętnie 80 głów na 1 *km*², czyli że przy 1,000.000 mieszkańców na Polesiu, chcąc doprowadzić owych 24.000 *km*² do gęstości przybliżonej w całym Państwie, możnaby tu osiedlić drugie tyle, t. j. 1 milion ludzi, czyli około 250.000 rodzin.

Odpowiadałoby to przyrostowi ludności w okresie 2—3 lat, przy założeniu, że przyrost w Polsce wynosi 400.000 głów rocznie, emigrację zaś przedwojenną, licząc do 50.000 osób emigrujących rocznie do Ameryki, mogłoby wstrzymać na lat 20.

Przyjmując, że projekt meljoracji Polesia zostanie w całej rozciągłości wykonany, a zatem wszystkie rzeki większe i mniejsze uregulowane i kanały spławne wykopane, terena zaś, dla których brak naturalnego odpływu, drogą sztucznego odwodnienia osuszone, a nawet torfowiska wyżynne w 50%, oddane na cele kolonizacyjne, otrzymalibyśmy do zagospodarowania w sumie około 3,000.000 *ha* gruntów.

Z dotychczasowych wywodów wiemy, że grunta poleskie należą w większości do gleb ubogich, nienrodzajnych i trudnych do uprawy, z tego powodu działki dla ludności osiedleńczej nie mogą być małe. Okręgowy Urząd Ziemski w Brześciu n/B. skolonizował na próbę 2000 *ha* gruntów torfowych w powiecie kosowskim, położonych nad rzeką Hrywdą w perymetrze bagien Poleskich, na torfowiskach wiadotupieckich, nadając kolonistom działki o powierzchni od 12—18 *ha*.

Przyjąwszy minimalną granicę dla działki 10 *ha*, to przy 3,000.000 *ha* możnaby osiedlić na terenie Polesia najwyżej 300.000 rodzin. Uwzględniając 1 milion ludności tubylczej, t. j. około 200.000—250.000 rodzin i jej niezawodnie intensywniejszą ekspansję gospodarczą po zmeljorowaniu gruntów, przekonujemy się, mając na uwadze postulat zalesienia Polesia, że ewentualna akcja kolonizacyjna nie ma wielkich widoków i nie będzie miała tego znaczenia, jakiego ekonomici i entuzjaści meljoracji Polesia przypisują.

Znaczenie kolonizacyjne obszarów Polesia staje się tem iluzoryczniejsze, że — jak w dalszych wywodach wykazemy — uprawa gruntów poleskich a zwłaszcza gruntów torfowych, jest bardzo kosztowną, wymagającą nie tylko wielkich wkładów pieniężnych w meljorację szczegółową, ale i znacznego kapitału obrotowego na zagospodarowanie tych zazwyczaj w całym tego słowa znaczeniu nieużytków rolnych.

Zanim w dalszym ciągu omówimy ogólne koszty robót, objętych projektem meljoracji Polesia, starajmy się wpieryw zapoznać z kosztami robót o charakterze wyjątkowo meljoracyjnym, w związku z zagospodarowaniem i skolonizowaniem gruntów poleskich, jako robót wysuniętych przez projektodawców na pierwszym planie.

Roboty meljoracyjne dotyczą w tym wypadku terenów, należących według Inż. Sobolewskiego do grupy I i grupy II, co do których posługiwać się będziemy w dalszym ciągu, danymi przez tegoż autora. Tereny zaliczone do grupy pierwszej, są najczęściej zaludnione i stosunkowo mało zabagnione. Przewyższają tu grunta mineralne: torfowiska występują wyjątkowo o niewielkich rozmiarach. Główną przyczyną zabagnienia tych terenów są wody wiosenne i większe wody letnie, które z powodu złego stanu rzek i braku kanałów odpływowych, wylewają i stagnują w ciągu długiego okresu wegetacyjnego.

Konieczną jest tu więc meljoracja podstawowa, a więc regulacja rzek małych, a częściowo i dużych, oraz budowa większych kanałów odpływowych, które umożliwią szybkie odprowadzenie wielkich wód wiosennych i przedłużą okres wegetacji roślinnej.

Inż. Sobolewski oblicza na podstawie wykonanych już projektów na terenie Polesia, że kubatura robót ziemnych na tych terenach, która stanowi 70% wartości ogólnych robót, wynosi od 15—20 *m*³ na 1 *ha*. Licząc za 1 *m*³ wykopu 70 groszy, czyni to na 1 *ha* 12 zł., czyli na całym terenie 2,950.000 *ha* koszty robót ziemnych wyniosą 35,400.000 zł. Przyjmując na inne roboty 15,000.000 zł. otrzymamy, że ogólne koszty meljoracyjne wyniosą w przybliżeniu 50,000.000 zł. Zaznacza się wyraźnie, że są to koszty meljoracji podstawowej.

Drugą grupę stanowią tereny poważnie zabagnione, o małych spadkach i słabym zaludnieniu, znajdujące się przeważnie w posiadaniu wielkiej własności prywatnej i państwowej. Są to ogromne kompleksy zabagnionych torfowisk nizinnych o dużej wartości rolniczej. Na bagnach tych potrzebną będzie nie tylko meljoracja podstawowa i szczegółowa, ale całkowite zagospodarowanie zmeljorowanych gruntów. Powierzchnia ich, jak wyżej wspomniano, wynosi 2,000.000 *ha*.

Kubatura robót ziemnych dla meljoracji podstawowej wynosi na tych gruntach, według obliczenia Inż. Sobolewskiego 30 *m*³ na 1 *ha*. Meljoracja tych terenów z powodu wielkich robót i słabego zaludnienia będzie droższą od grupy poprzedniej. Licząc za 1 *m*³ wykopu jak poprzednio, cenę 70 gr., otrzymujemy koszt robót ziemnych na 1 *ha* 21 zł., a przyjmując, że stanowią one tylko 33% wartości ogólnej, otrzymujemy koszt meljoracji podstawowej na 1 *ha* okrągło 65 zł., czyli na całym terenie tej grupy około 130,000.000 zł.

Cheąc obliczyć koszty robót meljoracji szczegó-

łowej na tych terenach, przyjmujemy dla ostrożności, że z obszaru 2,000.000 *ha* tylko 1,500.000 *ha*, przedstawiają typowe torfowiska nizinne, zgodnie z zapodaniem wielu autorów, zaś reszta, t. j. 500.000 *ha* stanowią grunta tak urodzajne, że po osuszeniu nie będą wymagały żadnych dodatkowych robót.

Jak wiadomo, dla uprawy torfów potrzebna jest gęsta sieć rowów osuszających, tak zwanych grzędowych, połączonych zwykle z systemem śluz nawodniających. Dopiero po wykonaniu meljoracji szczegółowej można przystąpić do uprawy gruntów torfowych, która jak wiadomo wymaga pewnego zasobu wiadomości z tej dziedziny wiedzy rolniczej, których przeciętny rolnik a zwłaszcza kolonista przemieszany z okolic przeludnionych, a więc z okolic żyznych i urodzajnych z reguły nie zna.

Nie tu miejsce, aby uzasadnić wartość gruntów torfowych i sposób zagospodarowania ich; zainteresowanych, odsyła się do wielu publikacji i podręczników naukowych. Stronę techniczną i gospodarczą omawia między innymi podręcznik autora (Inż. A. Kornella: Meljoracja gruntów torfowych, Lwów 1932). Nadmieniam tylko, że uprawa tych gruntów musi być umiejętnie prowadzoną, wymaga ona użycia specjalnych narzędzi i maszyn rolniczych, stałego używania nawozów pomocniczych, w szczególności soli potasowych i z reguły nawozów fosforowych, oprócz tego doboru nasion zbóż i traw, oraz troskliwej pielęgnacji zasiewów i urządzeń meljoracyjnych.

Ażeby zorientować się co do kosztów uprawy tego rodzaju gruntów, oraz kosztów zagospodarowania dla celów kolonizacyjnych, przytacza się poniżej podany przez Inż. Sobolewskiego przykład zagospodarowania 1 *ha* bagien wiadotupickich, położonych w dorzeczu Hrywdy, koło Lubiszczyc pow. Kosów Poleski, o czem na innym miejscu była mowa.

Meljorację podstawową, t. j. regulację rzeki Hrywdy i Kanału Lubiszczyckiego na bagnach wiadotupickich wykonało Biuro Meljoracji Polesia, przy współudziale finansowym Min. Reform Rolnych. Meljorację szczegółową oraz całkowite zagospodarowanie około 2000 *ha* bagien, będących własnością Państwa, wykonał Okręgowy Urząd Ziemiański w Brześciu n/B.

Zmeljorowane bagna sprzedawano kolonistom jako 12—18 hektarowe działki zupełnie zagospodarowane, t. j. z budynkami, obsiewem traw i t. d. Koszty urządzenia tych gospodarstw według danych O. U. Z. w Brześciu są następujące:

1. Przyjęta wartość dzikiego bagna przed meljoracją	45,00 zł/ha
2. Przyjęty koszt meljoracji podstawowej t. j. 40% udział Min. Ref. Roln. w kosztach regulacji rzeki Hrywdy i Kanału Lubiszczyckiego wynosi	13,00 ..
3. Koszty szczegółowej meljoracji technicznej, wraz z budową urządzeń nawodniających	300,90 ..
4. Koszty budowy dróg i mostów	92,00 ..
5. Koszty uprawy mechanicznej wraz z kosztami i amortyzacją maszyn rolniczych	290,50 ..
6. Koszty nawozów sztucznych, nasion i obsiewu	297,00 ..
7. Koszty budynków w zależności od wielkości działki (12—18 <i>ha</i>), oraz rodzaju materiału, z jakiego zostały wykonane od	700—1000 ..
Budynki składające się z domku i obory o pow. zabudowanej od 122—160 <i>m</i> ² , koszty ich całkowite w 1930/31 r. w zależności od rodzaju i materiału, z jakiego zostały wykonane, wynoszą od	12.250—16.430.

Razem więc w stosunku na 1 *ha*, koszty meljoracji i zagospodarowania wynoszą od 1740—2040 zł.; z tego koszty meljoracji technicznych wraz z wartością gruntów przed meljoracją, wynoszą 359,10 zł., czyli około 20% całości.

Koszta urządzeń rolnych i zagospodarowania wynoszą około 80% ogólnych kosztów.

Przyjmując z powyższego zestawienia według danych Okr. Urzędu Ziemińskiego, że koszty szczegółowej meljoracji technicznej z urządzeniami nawodniającymi (z wyłączeniem meljoracji podstawowej) wynoszą na 1 *ha* 300,90 zł., zaś koszty budowy dróg i mostów 92,00 zł., razem 392,90 zł., to wypada, że koszty meljoracji szczegółowej na terenie Polesia o pow. 1,500.000 *ha* torfowisk wyniosą okrągło 600,000.000 zł.

Przyjmijmy jednak, że koszt budowy dróg na kolonjach mieści się już w kosztach meljoracji podstawowych i że koszty meljoracji szczegółowej według doświadczeń wiadotupickich wyniosą tylko 300 zł. na 1 *ha*, to otrzymamy w zaokrągleniu sumę 450,000.000 zł.

Kompletne zaś zagospodarowanie według powyższych dat urzędowych, przyjmując niższą cyfrę, t. j. 1287,50 zł. na 1 *ha* wymagałoby już miliardowych sum (wypada okrągło 2 miliardy zł.). Gdyby nawet przyjąć, że owa próba kolonizacja torfowisk wiadotupickich, pod egidą Okr. Urzędu Ziemińskiego w Brześciu n/B. nie była praktyczną i ekonomiczną, że popełniono tam — jak niektórzy twierdzą — błędy i pomyłki z braku doświadczenia, że gdyby koszta zagospodarowania przez bardziej fachowe organa dały oszczędności, to w każdym razie każdy, nawet laik zrozumie, że przy zagospodarowaniu torfowisk trzeba liczyć się z tak ogromnymi wkładami, że o pokrycie ich w gotówce przez osadników, nawet przy otwarciu na ten cel kredytów z funduszy państwowych lub innych publicznych instytucyj, w dzisiejszych stosunkach gospodarczych marzyć nie można. Tego tempa zagospodarowania Polesia, jakiego się wielu inżynierów i ekonomistów spodziewa, zdaniem mojem osiągnąć się absolutnie nie da.

Zagospodarowanie i skolonizowanie obszarów Polesia nie jest zadaniem łatwym. Wymaga ono bardzo rozważnego traktowania i ułożenia programu, któryby przeprowadził zagospodarowanie bagien poleskich w granicach możliwości jak najmniejszym kosztem a z jak największym pożytkiem. Program i porządek robót, jaki wysunięty został w obecnym stadium prac przygotowawczych i przez wielu zwolenników popierany, zdaniem mojem nie ma widoków pomyślnego rozwiązania problemu Polesia. Pominąwszy to, że przy tym programie stosunkowo wielkie obszary Polesia, a w tem najurodzajniejsze gleby mań rzecznych, zostaną niezmeljorowane i pozostawione prawie w pierwotnym stanie, to zapoznaje się przytem trudności, jakie powstaną po zmeljorowaniu i skolonizowaniu tych obszarów w zagospodarowaniu i uprawie tych gruntów.

Ażeby to zrozumieć i przykładowo wykazać, zauważa się, że jednym z ważniejszych warunków udania się dochodowości uprawy gruntów torfowych, jest stałe, coroczne zasilanie ich nawozami pomocniczymi, a przede wszystkim potasowemi w formie kainitu lub skoncentrowanej soli potasowej. Bez nawozu potasowego, jak to już wieloletnie doświadczenia udowadniają, uprawa tych gruntów jest niemożliwą.

Normalną dawkę nawozu potasowego, można ustalić na 10 *m ctn.* kainitu o zawartości tlenku potasu 10—12%, albo 4—5 *m ctn.* 20% soli potasowej, ewentualnie w tym stosunku bardziej skoncentrowanej soli potasowej, na 1 *ha* corocznie.

Mając więc pod uprawę 1,500.000 *ha* torfowisk, musiano by w pewnych terminach dowozić i zużytkować na Polesiu corocznie co najmniej 1,500.000 ton czyli 150.000 wagonów 10-cio tonowych kainitu albo około

75.000 wagonów 20% soli potasowej, nie mówiąc już wcale o innych nawozach, jak tomasyny, superfosfaty, wapna i produktach azotowych, które okazać się mogą również na niektórych torfowiskach niezbędnie potrzebnymi.

Już sama dostawa tak olbrzymich ilości materiałów nawozowych, nasuwa wątpliwości, co do możliwości prowadzenia racjonalnej gospodarki na ziemiach poleskich, gdzie o środkach komunikacyjnych prawie wcale się nie mówi, a drogi wodne, t. j. regulację rzek żeglownych i spławnych oraz budowę kanałów wodno-komunikacyjnych w projekcie meljoracyjnym Polesia stawia się na drugim planie.

Każdy, kto z gruntami torfowemi i wogóle z gruntami zabagnionemi miał do czynienia, łatwo zrozumie, że o zagospodarowaniu tych gruntów nie można myśleć, jeśli się nie stworzy wpieryw wygodnych i tanich środków komunikacyjnych.

A ponieważ najtańszymi, jak wiemy, są drogi wodne, przeto na pierwszym planie projektu meljoracji Polesia, wybija się potrzeba uregulowania rzek większych dla żeglugi, rzek mniejszych dla spławu, oraz budowa, względnie przebudowa na ten cel kanałów sztucznych, o których w projekcie jest mowa.

Wykonanie robót o charakterze meljoracyjnym musi zejść na drugi plan, będą one aktualne wtedy, jeśli ułatwimy wpieryw dogodny i tani transport wszystkiego, co dla kolonisty, jako mieszkańca i jako rolnika jest i będzie potrzebne, a więc materiały budowlane dla osiedla, maszyny rolnicze, nawozy pomocnicze i t. p.

Zanim sprawę tę bliżej omówimy, rozpatrzmy jeszcze ogólny kosztorys robót meljoracyjnych na Polesiu według programu projektodawców.

Powodując się na podział terenów Polesia według pomiarów Inż. Sobolewskiego, pozostają nam jeszcze do omówienia trzy grupy terenów, t. j. trzecia, czwarta i piąta.

Z grup powyższych, wielką wartość rolniczą posiadają terena należące do grupy trzeciej i czwartej. Są to tereny o bardzo małych spadkach, stanowiące w całości niemal niedostępne bagna i zupełnie niezaludnione.

Odwodnienie ich i zagospodarowanie jest zależne od wykonania następujących robót:

- a) uregulowanie dolnej części Prypeci na terytorjum Państwa Polskiego i rozwiązanie tak zwanego węzła pińskiego. Jest to część Prypeci, do której zlewają się rzeki Styr, Stochód, Gnia Prypeć, Pina i Jasiołda, tworząc na znacznej długości liczne odgałęzienia i delty;
- b) uregulowanie i sprostowanie rzeki Jasiołdy;
- c) uregulowanie rzeki Szezary;
- d) sprostowanie i przebudowa szczytowej części Kanału Królewskiego (Kobryń—Lachowicze), wreszcie
- e) przełożenie trasy Kanału Ogińskiego.

Gleby grupy trzeciej o powierzchni 160.000 hektarów, należą do torfów nizinnych bardzo urodzajnych, w większości własności włościańskiej. Kubatura robót ziemnych dla meljoracji podstawowej i dla przebudowy przyległych odcinków dróg wodnych, wynosi według obliczenia Inż. Sobolewskiego od 90—120 *m³* na 1 *ha*, z czego kubatura robót ziemnych na obszarze zmeljorowanym wynosi 30 *m³*, zaś reszta, t. j. 60 *m³*, względnie 90 *m³*, do robót ziemnych na kanałach żeglownych.

Dla uproszczenia rachunku przyjmujemy średnio 100 *m³* wykopu na 1 *ha*, a licząc tu za 1 *m³* 1 zł. koszta robót ziemnych wyniosą 100 zł/*ha*.

Ze względu na żeglowność kanałów i kosztownych urządzeń technicznych, do tego celu (mosty, szluzy, drogi i t. p.) należy przyjąć dodatkowo co najmniej 150 zł/*ha*, czyli, że ogólne koszta robót technicznych na terenie

grupy trzeciej, wyniosą (160.000×250) około 40.000.000 złotych. Co się zaś tyczy kosztów meljoracji szczegółowej, to i tu dla ostrożności wyłączymy z ogólnej powierzchni 10.000 *ha*, na których meljoracja szczegółowa nie będzie potrzebna, a przyjmując koszt meljoracji szczegółowej według doświadczeń na bagnach wiadotupickich na 1 *ha* jak w grupie drugiej 300 zł., otrzymujemy (150.000×300) kwotę 45.000.000 zł.

Czwartą grupę stanowią tereny, których osuszenie jest zależne od przeprowadzenia regulacji rzek żeglownych, głównie Prypeci.

Są to przeważnie doliny rzek a właściwie głównie Prypeci, o bardzo żyznych glebach, na które złożyły się mady urodzajne, o czym już była mowa na innym miejscu. Powierzchnia ich wynosi 290.000 *ha*. Ponieważ odwodnienie tych terenów uzależnione jest od robót regulacyjnych na Prypeci w granicach Sfederowanych Republik Sowieckich, przeto Dyrekcja Biura Meljoracji Polesia zamierza ewentualnie osuszyć je systemem polderów, stosowanym przez Holendrów przy osuszaniu dna jezior i morza. Jest to odwodnienie sztuczne, polegające na obwałowaniu terenu i pompowaniu wody u zbiegu sieci rowów, motorami, odprowadzając ją po za ogroblowaną powierzchnię.

Inż. Sobolewski podaje w sprawozdaniu swoim przykładowo szczegółowy projekt urządzenia takiego polderu na węźle pińskim na obszarze 6400 *ha* i oblicza, że przybliżone koszty tego rodzaju meljoracji technicznej, wraz ze stacją pomp, wyniosą 280 zł. na 1 *ha* rocznie, czyli, że koszty meljoracji czwartej grupy terenów wyniosłyby (290.000×280) 83.200.000 zł., czyli okrągło 85.000.000 zł.

Rozumie się, że system sztucznego odwodnienia odpadnie, gdyby Prypeć została uregulowana w Rosji Sowieckiej i umożliwiono tem samem regulację jej na terenie Państwa Polskiego.

Pozostaje poświęcić kilka słów jeszcze ostatniej grupie piątej gruntów Polesia. Na terenie tej grupy występują przeważnie torfy wyżynne i przejściowe. Jak wiadomo, są to grunta z natury bardzo ubogie w pokarmowe części roślinne i do uprawy mniej przydatne. Uprawa zwłaszcza torfowisk wyżynnych, jakkolwiek znaną jest zagranicą, a to w Holandji i w Niemczech, przedstawia znaczne trudności i jest bardzo kosztowną. Natomiast torfowiska te mogą mieć znaczenie przemysłowe, o czym już na innym miejscu była mowa. Torfowiska o charakterze przejściowym, nadają się wprawdzie do uprawy rolnej oraz lasowej, jednak w tamtejszych warunkach nadają się one doskonale na zakładanie wielkich gospodarstw rybnych, o czym świadczą istniejące już tam w niektórych majątkach sztuczne stawy rybne.

Ponadto na obszarach tych, zwłaszcza w południowej części, wprawdzie poza granicami Polesia geograficznego, występują gliny, a nawet kaolin, mające znaczenie dla przemysłu ceramicznego oraz znane kamieniołomy w powiecie kostopolskim, granitu, gnejsu i diorytu, wielkiej wartości dla przemysłu kamiennego i rzeźbiarskiego. Dla braku dróg wodnych przemysł ten rozwinąć się nie może. Ponieważ znaczne obszary torfowisk wyżynnych zostaną niezawodnie zachowane jako rezerwały, przeto meljoracja terenów tej grupy nie jest braną na razie w rachubę, z wyjątkiem regulacji rzeki Słuczy i Horynia, w dorzeczu których terena powyższe leżą, a które to regulacje objęte są w grupie III i IV.

Natomiast rozważany tu jest projekt budowy tak zwanego „Kanału Kamiennego”, zasilanego wodą Słuczy, jako kanału spławowego, który dla eksploatacji wspomnianych kamieniołomów wołyńskich, oraz dla przemysłu torfowego i rolnego na przyszłość, będzie miał wielkie znaczenie.

Na podstawie obliczenia poprzedniego kosztów meljoracyjnych i wszelkich innych robót technicznych dla poszczególnych grup, można zestawić ogólne koszty robót, objętych projektem „Meljoracja Polesia”. Przedstawiają się one następująco:

1. Koszta meljoracyjnych podstawowych i innych (regulacyjnych, dla żeglugi i spławu):

a) dla grupy terenów I.	50,000.000 zł.
b) „ „ „ II.	130,000.000 „
c) „ „ „ III.	40,000.000 „
d) „ „ „ IV.	85,000.000 „
Razem	305,000.000 zł.

2. Koszta technicznej meljoracji szczegółowej dla zagospodarowania obszarów torfowych:

e) grupy II.	450,000.000 zł.
f) „ III.	15,000.000 „
Razem	495,000.000 „

Suma wszystkich robót w myśl programu Dyrekcji Biura Meljor. Polesia, w przeciwstawieniu do kosztorysu ekspertów Ligi Narodów wyniesie . . . 800,000.000 zł.

W preliminarzu powyższym pominięto jeszcze meljoracje szczegółowe na reszcie obszarów Polesia, a to na 2.500.000 *ha* przeznaczonych na kultury lasowe i na 400.000 *ha* torfowisk wyżynnych i przejściowych. Pozostało jeszcze ponadto 1.220.000 *ha*, na których nie projektuje się dodatkowych meljoracyj. Do tego trzeba doliczyć 500.000 *ha* terenów z grupy drugiej, nisko położonych, czyli przyjęliśmy w obliczeniu powyższem, że około 1.720.000 *ha* nie będą wymagały żadnych meljoracji szczegółowych. Dla każdego, kto zna Polesie, nie trudno przyjść do przekonania, że założenie takie jest bardzo problematyczne i że okażą się i tu niezbędne potrzebne pewne roboty uzupełniające dla ich zagospodarowania: może wprawdzie nie tak kosztowne, jak na innych terenach, ale ohejść się bez nich nie będzie można. Szacując je na przybliżeniu tylko na 30 zł. na 1 *ha*, otrzymamy dodatkową sumę co najmniej 50.000.000 zł., które z wyrachowaną kwotą dają 850.000.000 zł. jako ostatecznie najmniejsze koszty zmeljorowania Polesia w myśl programu Dyrekcji.

Gdybyśmy nawet w zestawieniu naszym wprowadzili poprawki, mające na celu zredukowanie ogólnej sumy kosztorysowej, mimo tego, że obliczenia powyższe opierają się na cenach, które Inż. Sobolewski podał na podstawie wykonywanych robót na Polesiu, to koszty projektowanych robót będą jeszcze zawsze tak wysokie, że nasuwają się poważne wątpliwości, czy zrealizowanie tego przedsiębiorstwa w zakrojonych rozmiarach, da się przeprowadzić, nie mówiąc już o tem, że w dzisiejszych stosunkach gospodarczych Państwa jest ono zupełnie nie wykonalne.

Godzi się jednak zauważyć, że preliminarz dla przedsiębiorstwa, którego czas rozpoczęcia i czas trwania nie da się z góry oznaczyć, a w pomyślnych nawet warunkach musi być rozłożony na kilkanaście, ba może na kilkadziesiąt lat, preliminarz taki nie ma właściwie realnej wartości.

W każdym razie można dzisiaj twierdzić, że kosztorys meljoracji Polesia nawet w tem, bądź co bądź wysokim zestawieniu, t. j. 850.000.000 zł., w stosunku do powierzchni Polesia 5.800.000 *ha*, nie jest duży, przeciwnie można uważać go jako dość niski. Przedstawia on koszt 1 *ha* około 160 zł.

Dla porównania przytacza się, że koszty osuszenia zatoki morskiej Zuideersee w Holandji, preliminowane w 1924 r. na 2.500 guldenów holenderskich na 1 *ha*,

wynosiły w rzeczywistości dla pierwszego polderu tak zwanego „Wieringermeer“, ukończonego w b. r. 2.800 guld. hol., t. j. 10.000 zł. na 1 *ha*.

Koszta osuszenia i meliorowania bagien Pontyjskich, ukończone w b. r. wynosiły 2000 zł. na 1 *ha*.

Pomimo zatem stosunkowo niskich kosztów melioracji Polesia, nie ma widoków w dzisiejszych stosunkach finansowych Państwa i obecnej sytuacji międzynarodowej, na rychłe rozpoczęcie i wykonanie projektem objętych robót melioracyjnych na Polesiu.

Ale nie tylko z tego powodu, niestety jeszcze i z innych względów nasuwają się wątpliwości, które wykonanie projektu melioracji Polesia w myśl omówionego programu, stawiają pod znakiem zapytania i nasuwają poważne wątpliwości co do możliwości pomyślnego jego rozważania. Wątpliwości te w dalszych wywodach będziemy się starali wyjaśnić.

Jak powyżej wykazano, kosztorys podany obejmuje tylko techniczną meliorację, a nie koszty zagospodarowania gruntów, które w teoretycznych obliczeniach, jak to widzieliśmy na realnym przykładzie zagospodarowania bagien wiadotupickich, przedstawiają wprost fantastyczne sumy, których zubożały stan rolniczy wyłożyć dziś nie jest w stanie. Z dzisiejszej krytycznej sytuacji gospodarczej nie wynika, żeby plan melioracji Polesia miał być zaniechany i nie był wykonalny. Owszem, odwodnienie i zagospodarowanie Polesia jest zagadnieniem pierwszorzędного znaczenia i musi być prędzej czy później zrealizowane. Jednak do zrealizowania jego trzeba dążyć innymi drogami i program robót oprócz na innym porządku robót, aniżeli ten, który stał się wytycznym dla tych, którym zrealizowanie tego zagadnienia powierzono.

Program, oparty na wykonaniu w pierwszym rzędzie robót o charakterze melioracyjnym, celem jak najśpieszniejszego oddania tych pustkowi pod pług, czy to kolonistom, czy miejscowej ludności, ze względu na rzekomą rentowność przedsięwziętych na ten cel urządzeń melioracyjnych, kryje w sobie niebezpieczeństwo załamania się tej akcji, a to z powodu zbyt wielkich trudności w zagospodarowaniu tamtejszych gruntów, co już w poprzednich wywodach pokrótce wykazano.

Na Polesiu, jak już niejednokrotnie podnoszono, mamy gros zabagnionych gruntów, którymi są torfowiska o różnych typach i różnej bardzo wartości rolniczej. Indywidualna gospodarka na tego rodzaju gruntach wymaga wielkich wkładów pieniężnych i nastęrcza niekiedy nieprzewidywane trudności, narażając często rolnika na zawód z powodu klęski nieurodzaju.

Bezsprzecznie torfowiska, zwłaszcza nizinne, zaliczają się do gruntów wartościowych, szczególnie w gospodarstwach łąkowo-hodowlanych nabierają one dużego znaczenia, dając obfitą i pożywną karmę dla bydła. Wartość i znaczenie w gospodarstwie rolnem staje się dopiero wtedy wielkie, jeśli grunta te występują obok gruntów mineralnych, uzupełniają je i stanowią wspólny warsztat pracy rolniczej.

Jest to szczegół bardzo ważny, przy opracowywaniu planu kolonizacyjnego i nadawaniu działek osadniczych.

Pobudką do melioracji Polesia była niezawodnie stacja dla uprawy torfowisk w Sarnach, założona jeszcze za czasów rosyjskich, na tak zwanym torfowisku „Czemernoe“, należącym do Polesia. Stacja ta, mająca pod uprawę około 60 *ha* torfowiska o charakterze wybitnie nizinnym, dość urodzajnym, może się pochłubić nie byle jakimi wynikami. Zbiory wszelakiego rodzaju płodów rolniczych, są z reguły większe, aniżeli przeciętne. Trzeba jednak pamiętać, że jest to placówka naukowa i doświadczalna i że uprawa tamtejszych torfowisk prowadzona od kilkunastu lat, znajduje się pod opieką zespołu doskonałych znawców, teoretycznie i praktycznie wykształconych agronomów, inżynierów, chemików i botaników,

oddanych szczerze swej pracy zawodowej. A mimo to, wiemy, że i tam ekonomiczne rezultaty nie zawsze są świetne i stacja ta w latach mniej pomyślnych walczy z niedoborami, pomimo zasiłków i subwencji państwowych, oraz instytucyj społecznych.

Mamy w kraju dość wiele już zasadniczo odwodnionych i do szczegółowej melioracji przygotowanych gruntów torfowych, a jednak zagospodarowanie ich robi stosunkowo małe postępy.

Godzi się wreszcie podnieść, że projekty i prace tak zwanej ekspedycji zachodniej inż. Żylińskiego za czasów rządów rosyjskich, nie mogą zachęcać do stosowania analogicznego programu robót melioracyjnych na Polesiu. Dla inż. Żylińskiego regulacja rzek jako głównych odpływów, była również sprawą drugorzędną. Nic więc dziwnego, że pomimo wykonania około 4.500 *km* kanałów i rowów osuszających na całym Polesiu, nie zmieniło ono swego pierwotnego charakteru, a początkowy efekt osuszenia, nie utrzymał się długo, zaś wykonane tam roboty uległy niestety w krótkim stosunkowo czasie niemal zupełnemu zniszczeniu.

Bliższe rozstrząsanie tej kwestji, a zwłaszcza omawianie przyczyn nieudanego przedsięwzięcia meliorowania Polesia przez władze rosyjskie w latach 1874—1897, nie jest zadaniem niniejszej rozprawy, ma ona na celu zwrócenia uwagi kompetentnych czynników, na potrzebę poddania rewizji programu robót melioracyjnych na Polesiu i ustalenia ich w takim porządku, ażeby zapewniły szczęśliwe rozwiązanie tego bądź co bądź niezwykle ważnego i głośnego już problemu gospodarczego w Państwie Polskiem.

Program, który wysuwa na pierwsze miejsce otwarcie dróg wodnych na Polesiu, a zatem regulację rzek większych i budowę kanałów sztucznych, a dopiero na drugim miejscu roboty o charakterze melioracyjnym, odsuwa wprawdzie zagospodarowanie tej krainy na czas późniejszy, jednak program taki odpowiada bardziej konjunkturze gospodarczej Państwa, a co ważniejsze, daje silne podstawy pomyślnego rozwiązania problemu Polesia we wszystkich jego szczegółach i zamierzeniach.

Warunek rozpoczęcia wprawdzie robót regulacyjnych na rzekach większych, mogących mieć znaczenie jako drogi wodne, jest dla tego tak ważny, że wszystkie dalsze roboty o charakterze wyłącznie melioracyjnym, jak i wszelkie zabiegi gospodarczo-rolnicze, są zależne od środków komunikacyjnych, od ich rozmieszczenia, gęstości a przedewszystkiem taniości przewozu materiałów i płodów rolniczych. Zadziwiającym jest fakt, że w projekcie melioracyjnym obszarów, które, jak wiemy stanowią na kontynencie europejskim osobne, samodzielne państwa, nie mówi się nic o środkach komunikacyjnych, o drogach, które na Polesiu w obecnym stanie prawie nie istnieją.

Mówić o świetnych horoskopach dla akcji kolonizacyjnej, dla rentowności robót melioracyjnych i uprawy gruntów tamtejszych, dla rozwoju przemysłu drzewnego, rolniczego i cegielnianego, kiedy na tak olbrzymim obszarze nie będzie dróg wodnych i dróg naturalnych, jest z nadto ryzykownie. Dopiero drogi wszelkiego rodzaju, a zwłaszcza drogi wodne stanowią pierwszy etap w rozwoju cywilizacji ludzkiej, są podstawą rozwoju ekonomicznego każdego kraju; dopiero drogi stwarzają pomyślne warunki dla rozwoju przemysłu, handlu oraz kolonizacji nawet najbardziej opustoszałych gruntów.

Na bagnach pontyjskich, zajmujących około 75.000 *ha*, prócz kanałów i rowów osuszających, wybudowano równocześnie 500 *km* doskonałych szos, dzięki czemu bagna te od razu zaludniły się i zagospodarowały.

O ile tanie i wygodne środki komunikacyjne nie będą na Polesiu wykonane, o zagospodarowaniu tamtejszych bagien i moczarów a tembardziej o rentowności planowanych robót melioracyjnych mowy być nie może.

Na bardzo wielu przykładach za granicą, kolonizowania i zagospodarowania odłogiem leżących gruntów zabagnionych i wodą zalanych, przekonujemy się, że pierwszym etapem robót technicznych były zawsze drogi i to drogi wodne, o ile tylko ku temu istniały odpowiednie warunki.

Czyż mało są nam znane kolonie holenderskie na torfach wyżynnych w prowincji Groningen i innych, sławne ze swojej zamożności dzięki umiejętnej uprawie gruntów tamtejszych. Władze pruskie kolonizując zmeliorowane torfowiska w Hannoverze, Oldenburgu i w Prusiech zachodnich, wykonały najpierw całą sieć kanałów spławnych, zanim oddały je kolonistom pod uprawę rolną.

A nawet na mniejszych obszarach, czy to gruntów miejskich czy podmiejskich, czy nawet folwarcznych przeznaczonych na parcelację dla kolonistów, na pierwszym planie stawia się drogi, od wykonania których zależy rozwój akcji osadniczej.

Drogi wodne są, jak wiadomo, najtańsze i tylko one mogą stworzyć podstawę dla ekonomicznego rozwiązania zagadnienia Polesia. Drogi wodne umożliwiają dostawę materiałów budowlanych, narzędzi i maszyn rolniczych, nawozów i wszelkich innych sprzętów, a ułatwiając zbyt surowców i produktów rolnych, zapewniają osadnikom egzystencję i rozbudowę gospodarczą puszczy polskiej.

Już na przykładzie zapotrzebowania sztucznych nawozów, mianowicie nawozu potasowego (kainitu), wykazano, jak wielkie ilości tych nawozów muszą być dostawione i przewiezione na Polesie, ażeby gruntu tamtejsze mogły być uprawione.

Czyż można sobie wyobrazić, ażeby przewóz tych ilości odbywał się drogami jakimi Polesie obecnie dysponuje.

Jak ważnymi i niezbędnie potrzebnymi będą drogi wodne dla Polesia, wskazuje przykład przytoczony przez inż. Sobolewskiego przy omawianiu projektu „Kanału Kamiennego“ z Klesowa do Pińska. Kanałem tym przewieziony materiał kamienny z Klesowa lub z Janowej Doliny kosztuje w Brześciu n/B. 35 zł./m³. Przy transporcie wodą koszty przewozu dadzą się obniżyć do około 5 zł./m³.

Inż. Sobolewski bardzo słusznie twierdzi na podstawie szczegółowych obliczeń, że nawet przy zapotrzebowaniu kamienia przez samo Polesie, rentowność tego kanału jest zapewnioną. Rentowność ta zwiększy się przez wywóz węgla kraju a nawet do Rosji Sowieckiej na Polesie rosyjskie, gdzie kamienia brak.

Dopiero drogi wodne umożliwiają akcję osadniczą, ożywią handel, przemysł, rękodzieło, jak wogóle całą ekspansję na niewyzyskanych obszarach tej krainy.

Sładem dróg wodnych, napłyńcie samorzutnie materiał ludzki energiczny i przedsiębiorczy, który potrafi pokonać wszelkie trudności i uczyni Polesie urodzajnym i bogatym na wzór kolonij holenderskich.

Kolonizacja sztuczna, narzucona z góry, albo wabiąca obietnicami i dobrodziejstwami chybia celu, wprowadza element niezadowolony, ekonomicznie i moralnie małej wartości, czego dowodem przykłady osadnictwa wojskowego i cywilnego na kresach wschodnich.

Dlatego postawienie na pierwszym planie regulacji rzek żeglownych i spławnych oraz budowę względnie przebudowę istniejących kanałów dla żeglugi wodnej, musi być postulatem, od którego zależy pomyślne rozwiązanie zagadnienia Polesia.

Jeżeli więc postulat ten ma być wykonany, to najważniejszą drogą na Polesiu jest Prypeć, która, jak z poprzednich wywodów wiemy, w myśl ustalonego programu miałaby pozostać na dość znacznej długości w dolnym biegu nieuregulowaną, motywując tem, że regulacja Prypeci wymaga porozumienia z Rosją Sowiecką.

Wbrew opinii, że porozumienie takie w dzisiejszych stosunkach Rosji Sowieckiej osiągnąć się nie da, wiemy z publikacji dziennikarskich, jak i z pism fachowych, że w Z. S. S. R. postanowiono przystąpić do opracowania projektu osuszenia i zagospodarowania obszarów tamtejszego Polesia wraz z regulacją Prypeci, że akcja ta ma być rozpoczęta w okresie nowej pięcioletki.

Oczywiście postanowienie takie musi mieć znaczenie dla Polesia polskiego a projekt meljoracji Polesia mający być opracowany przez Dyрекcję Biura w Brześciu n/B. powinien być uzgodniony z projektem meljoracji Polesia Sowieckiego. Tem samym i program robót musi ulegć zmianie, wskutek czego roboty o charakterze wyłącznie meljoracyjnym, zejść na drugi plan, a droga wodna Wisła—Dniepr byłaby bliską urzeczywistnienia.

Droga ta, łącząca Morze Bałtyckie z Morzem Czarnym, po przebudowie Dniepru pod Kijowem, jako droga handlowa o światowym znaczeniu, byłaby nadzwyczaj ważną i rentowną dla Państwa Polskiego oraz dla sąsiadujących z nią innych państw. Sprawie tej należy zatem poświęcić szczególną uwagę.

Z regulacją Prypeci jako drogi wodnej, związana byłaby regulacja następujących rzek większych na Polesiu jako dróg wodnych: Bugu i Muchawca, dolny bieg rzeki Stochodu, Styru od Łucka wdół i Horynia jako rzek z prawego brzegu Prypeci.

Z lewego zaś brzegu: Jasiołdę i przebudowa „Kanału Królewskiego“.

Tu należy również wykonanie „Kanału Kamiennego“, o którym była już mowa poprzednio i który nie tylko dla Polesia ale dla całego Państwa będzie mieć wielkie znaczenie.

Dopiero na trzecim miejscu w programie robót na Polesiu postawić należy regulację rzek mniejszych dla spławu, ewentualnie jako meljoracje podstawowe łącznie z systemem kanałów i rowów osuszających.

O meljoracje szczegółowe narazie troszczyć się nie trzeba. Meljoracje te wykona nowy mieszkaniec Polesia oraz miejscowy element, w okresie ożywionego handlu i przemysłu, który powstanie dzięki zalesieniu i istnieniu środków komunikacyjnych a w szczególności dróg wodnych.

Tak ujęta akcja zagospodarowania Polesia wprawdzie odwleka ją i rozkłada na dłuższy okres czasu, jest natomiast w dzisiejszych stosunkach finansowych jedynie możliwą i do celu prowadzącą.

Przy naszkicowanym programie prac, odpadnie właściwie potrzeba rozpatrywania już teraz sposobu finansowania projektu meljoracyjnego Polesia, w pełnych jego zarysach, a tak samo niema potrzeby wykazywania rentowności projektowanych robót. Wysunięte bowiem na pierwszy plan roboty, a to regulacja rzek żeglownych i budowa dróg wodno-komunikacyjnych i dróg lądowych, należą do kompetencji Państwa i Rządu i jego resortowego Ministerstwa Komunikacji, jako spadkobiercy Ministerstwa Robót Publicznych. Przewidziane i unormowane są one ustawą o budowie kanałów żeglownych i regulacji rzek żeglownych. Wcielenie zatem Biura Mel. Polesia do Min. Komunikacji, było aktem całkiem naturalnym i uzasadnionym, a wszelkie z tego powodu reminiscencje, nie zasługują na uwzględnienie.

Roboty o charakterze wyłącznie meljoracyjnym, których celem lokalne odwodnienie lub nawodnienie, nawet lokalne regulacje rzek, mogą być tu i ówdzie wykonywane już teraz, jeśli ku temu są sprzyjające warunki, względnie mogą być wykonywane, w miarę postępu regulacji rzek głównych przez Spółki Wodne i przez prywatnych właścicieli, pod egidą Ministerstwa Rolnictwa i Reform Rolnych, jednak odosobnione tego rodzaju przedsięwzięcia, nie mogą iść na rachunek generalnego projektu osuszenia i zagospodarowania Polesia, jako przedsięwzięcia w wielkim stylu, podobnie jak osuszenie zatoki mor-

skiej Zuidersee w Holandji, albo osuszenie bagien Północnych, które stały się objektem kolonizacyjnym dopiero po wykończeniu wszystkich programów objętych robót technicznych i meljoracyjnych.

Co do zagadnienia sfinansowania i rentowności Meljoracji Polesia przy programie pracy i celu, jakie sobie Biuro od początku postawiło, nasuwało ono wiele trudności i jak dotychczas nie zostało przez nikogo jasno i wyraźnie przedstawione.

Wspomnę tu o projekcie sfinansowania przedsiębiorstwa poleskiego inż. Tillingera, omawianego również przez inż. Powierzę w Warszawie.

Inżynierowie ci proponują utworzenie funduszu meljoracji Polesia, którego założycielem miałyby być Państwo, z tytułu posiadania na Polesiu około 600.000 *ha* własnych gruntów (lasy, bagna, łąki), oraz z obowiązku udziału w kosztach meljoracyjnych robót, w myśl postanowień ustawy o popieraniu publ. przedsiębiorstw mel. z dnia 26 października 1921 r.

Fundusz ten o wysokości 100.000.000 zł. miałby być utworzony na razie ze sprzedaży gruntów państwowych na innych obszarach Państwa, nadających się już obecnie do uprawy i do osadnictwa. Państwo, objawwszy akcję meljoracyjną we własnym zarządzie, utrzymywałoby fundusz ten stale w wymaganiej wysokości, zależnie od postępu robót, już to ze sprzedaży części własnych gruntów na Polesiu zmeljorowanych, według ceny przeciętnej przez inż. Tillingera przyjętej, po 1.000 zł. za 1 *ha*, już to z zakupna od prywatnych właścicieli ziemi zabagnionej, po cenie 100—200 zł. za 1 *ha*, a sprzedaży jej po zmeljorowaniu po 1.000 zł.

Przedsiębiorstwo państwowe nabywając 100.000 *ha* bagien i moczarów za 20.000.000 zł., sprzedałoby je za 100.000.000 zł., uzyskując w ten sposób na dalsze prowadzenie robót meljoracyjnych 80.000.000 zł. Projekt ten szczegółowo jest przedstawiony w cytowanym już pamiętniku konferencji w sprawie zmeljorowania i zagospodarowania Polesia w Warszawie 1928 r. i tam odsyłam ciekawych czytelników.

Nosi on tytuł „Fundusz Meljoracji Polesia jako przedsiębiorstwo państwowe oparte na zasadzie samowystarczalności, bez pomocy pożyczek i dotacji budżetowych“.

Pominąwszy to, że Państwo przedsiębiorstwa, na powyższych zasadach opartego nigdy nie podjęłoby się, plan finansowy inż. Tillingera uważać należy za niewykonalny. Plan ten zależy od postępu robót meljoracyjnych i to meljoracyj szczegółowych w granicach dzisiejszych możliwości, co jak wykazano nie jest zadaniem łatwym.

Roboty o charakterze meljoracyj rolnych, miałyby być wykonane w bardzo szybkim tempie, gdyż fundusz meljoracyjny zależeć będzie od wpływów gotówkowych za nabyte przez osiedleńców gruntu. Nabycie działek zmeljorowanych, miałyby być dostępne tylko dla reflektantów zasobnych w środki pieniężne, gdyż na znacznie większe kredyty na zagospodarowanie tego rodzaju gruntów co torfy, w żadnej instytucji finansowej liczyć nie można. Projekt powyższy wyłonił się w 1926 r., od tego czasu stosunki agrarne na terenie całego Państwa gwałtownie się zmieniły. Ceny ziemi spadły, a mimo że setki tysięcy *ha* doskonałej i zagospodarowanej ziemi, można nabywać we wszystkich niemal województwach, nie ma dla niej nabywców.

Ale nie w tem leży istota mylnej kalkulacji inż. Tillingera; konjunktura gospodarcza może zmienić się na lepszą i popyt na ziemię może się zwiększyć, jednak autor tego planu finansowego nie liczy się wcale z odrębnymi właściwościami gruntów poleskich a w szczególności z trudnościami, jakie zagospodarowanie terenów torfowych następcza. Nie wystarczają tu kapitały gotówkowe, na kupno ziemi względnie osiedli całej, ale potrzebne są

jeszcze bardzo znaczne kapitały na prowadzenie na gruntach tego rodzaju gospodarki rolnej. Historia kolonizacyjna tego rodzaju ziem za granicą uczy, że kolonizacja gruntów torfowych, odbywa się przeważnie najbiedniejszą częścią ludności, która ani na roli ani w przemyśle zajęcia znaleźć nie może.

Dlatego kolonie takie były i są po dzień dzisiejszy pod szczególną opieką władz państwowych i organizacyj społecznych.

Gospodarz zamożny, wyposażony w gotówkę, na tego rodzaju osiedla nie pójdzie.

W naszych obecnie stosunkach, koloniści rekrutować się będą przeważnie z bezrobotnych, oraz z małych i bezrolnych.

Z przykładów kolonizacji torfowisk w Niemczech i Holandji wiemy, że proces kolonizacyjny takich obszarów trwa wiekami. Okres na zagospodarowanie i zaludnienie, które przyjmuje do swego planu inż. Tillinger na 30 lat, jest absolutnie za mały. Jakkolwiek dzisiejsze stosunki gospodarcze nie pozwalają na stawianie żadnych śmielszych horoskopów, to jednak można twierdzić, że nawet w najpomyślniejszych warunkach, akcja zagospodarowania Polesia zajmie bardzo długi okres czasu.

Ażebym wyczerpać przedmiot ten i zapoznać sfery techniczne i gospodarcze z całokształtem problemu Polesia, należy na zakończenie poświęcić kilka słów projektowi sfinansowania robót meljoracyjnych na Polesiu omawianemu przez Delegatów Ligi Narodów, w memorjale przedłożonym swego czasu władzom rządowym w Warszawie.

Delegaci Ligi Narodów, proponują założenie osobnego banku (cytuję dosłownie z memorjału) „ograniczającego swoją działalność do prac nad meljoracją błot i w którym zainteresowane być winno państwo, powiaty, właściciele terenów i inne banki.

Ten bank miałby wypuszczać obligacje hipoteczne, gwarantowane przez Państwo i zabezpieczone na domenach Państwa i ten to bank wprowadziłby pożyczkę za granicą“.

Memorjał, o którym mowa, układali delegaci Ligi Narodów w 1926 r., od tego czasu, stosunki gospodarcze na całym kontynencie zmieniły się tak gruntownie, że o udziale kapitałów zagranicznych mowy być nie może, tembardziej, że już wtedy eksperci Ligi Narodów dodają, że „kapitałiści zagraniczni nie zainteresują się tą sprawą, jeżeli nie wykaże się w sposób jasny, że interes będzie się opłacał“.

A dalej w części memorjału poświęconego programowi wykonania, eksperci owi tak piszą: „Wreszcie jest rzeczą nieodzowną przed przystąpieniem do prac o podobnym zakresie, ażeby zupełna organizacja: biuro techniczne, agencje kolonizacyjne, banki, i t. d. były przygotowane w najdrobniejszych szczegółach, i aby wszystko to było gotowe do podjęcia czynności.

Nie jest zresztą koniecznym rozpoczęcie natychmiastowe całego programu.

Ryzykuje się wówczas przeciążenie przedsięwzięcia procentami intelektualnymi.

Przeciwnie trzeba szukać sposobności zrealizowania całości programu przy użyciu możliwie najmniejszego kredytu.

Jest więc koniecznym, przestudjowanie planu i prowadzenie robót w ten sposób, ażeby realizować go częściami, nadającymi się do najszybszego zrealizowania i których nakład może się zwrócić niezwłocznie, umożliwiając w ten sposób szybkie zamortyzowanie kapitału inwestowanego w pierwszych częściach robót.

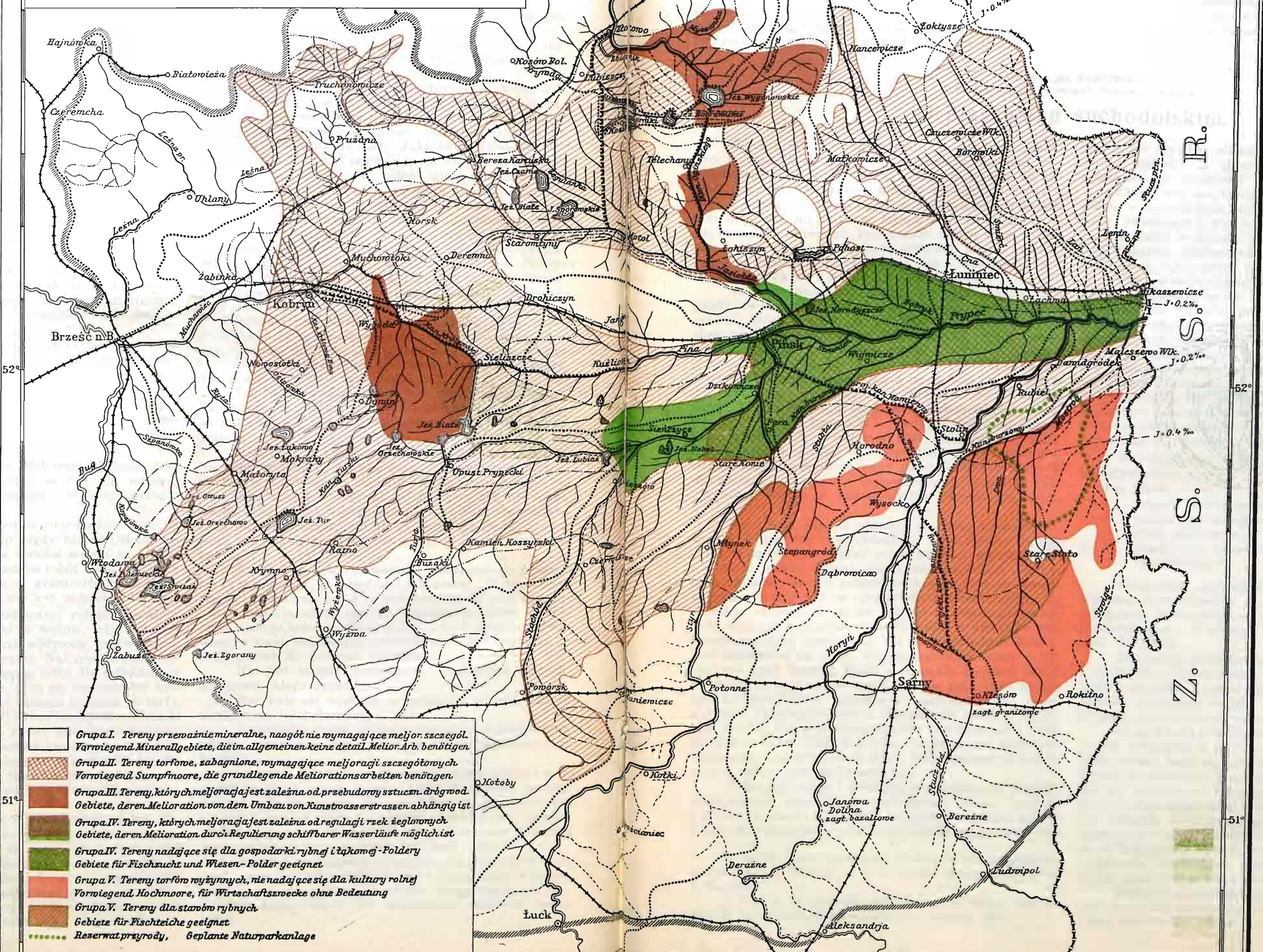
Pozatem powodzenie osiągnięte na pierwszych partjach, utrwała zaufanie kapitalistów finansujących przedsięwzięcie i pozwala na uzyskanie korzystniejszych warunków kredytowych dla wykonania dalszych części robót.

POLESIE

Skala 1:1.000.000

0 10 20 30 40 50 km

PROJEKTOWANE KIERUNKI RZEK I KANAŁÓW
PROJEKTIERTE RICHTUNGEN DER FLÜSSE UND KANÄLE



- Grupa I. Tereny przeważnie mineralne, naogół nie wymagające melior. szczegół.
Vorwiegend Mineralgebiete, die im allgemeinen keine detail Melior. Arb. benötigen
- Grupa II. Tereny torfowe, zabagnione, wymagające melioracji szczegółowych.
Vorwiegend Sumpfmoores, die gründlegende Meliorationsarbeiten benötigen
- Grupa III. Tereny, których melioracja jest zależna od przebudowy sztucznych dróg wod.
Gebiete, deren Melioration von dem Umbau von Kunstwasserstrassen abhängig ist
- Grupa IV. Tereny, których melioracja jest zależna od regulacji rzek ieglomych
Gebiete, deren Melioration durch Regulierung schiffbarer Wasserläufe möglich ist
- Grupa IV. Tereny nadające się dla gospodarki rybnej i takowej - Poldery
Gebiete für Fischzucht und Wiesen - Polder geeignet
- Grupa V. Tereny torfowe wyżynnych, nie nadające się dla kultury rolnej
Vorwiegend Hochmoore, für Wirtschaftszwecke ohne Bedeutung
- Grupa V. Tereny dla starobu rybnych
Gebiete für Fischteiche geeignet
- Rezerwat przyrody, geplante Naturparkanlage

IR.

S.

S.

Z.

Przeciwnie, metoda polegająca na jednoczesnym prowadzeniu wszystkich robót bez uprzedniego przekonania się o rentowności przedsięwzięcia, musiałaby wymagać osiągnięcia olbrzymich kredytów właśnie w chwili, gdy ryzyko przedsięwzięcia jest jeszcze duże i wskutek tego oprocentowanie pożyczonego kapitału musi być z konieczności wysokie“.

Chociaż panowie eksperci w sprawie tej nie wypowiadają się całkiem jasno, to jednak nie ulega wątpliwości, że na Polesiu nie będzie można wykonać robót projektowanych od razu w całej ich rozciągłości, ale muszą być rozłożone etapami, z których najpierwszy i najważ-

niejszy, obejmować będzie roboty podstawowe w najszerszym pojęciu t. j. regulacji rzek głównych z uwzględnieniem znaczenia ich dla żeglugi i dla potrzeb rolniczo-gospodarczych.

W ten sposób zagadnienie Polesia będzie mogło być uzgodnione z państwowym planem gospodarki wodnej; nie będzie wymagać wydania osobnej ustawy o melioracji Polesia, ani osobnej instytucji kredytowej dla sfinansowania tego przedsięwzięcia, ale zgodnie z obecną sytuacją gospodarczą, odpowie najlepiej ogólno-ekonomicznej polityce Państwa na dalszą metę.

Dr. Marjan Kamiński.

Z Instytutu Mineralogii i Petrografii Politechniki Lwowskiej.

O piaskowcu suchodolskim.

Ulice miasta Lwowa zmieniły w ostatnich latach swój wygląd. Spotykamy tu co raz częściej nawierzchnie bitumiczne, a z surowców naturalnych wybija się na plan pierwszy kostka bazaltowa z Berestowca i porfiryrowa z Miękinii. Dawniej używane surowce zostały zarzucone i dzisiaj już tylko w formie relikwów możemy je gdzieś zauważyć. Podobnemu losowi uległ i piaskowiec barwy szarej, niekiedy żółtawej, bardzo twardy, znany w literaturze geologicznej, jak i technicznej pod nazwą piaskowca suchodolskiego.

W jakim okresie stosowany był piaskowiec suchodolski we Lwowie, trudno odpowiedzieć, mamy jednak zapiski, które stwierdzają istnienie kamieniołomów na obszarze Suchodołu, Huty Suchodolskiej, Huty Szczerzeckiej i okolic przyległych już w r. 1882. Wspomina o nich Hilber¹⁾, pisząc „Dort sinde mehrere Brüche auf einem fossillosen Quarzsandstein im Betrieb, aus welchen die Stadt Lemberg einen Theil ihrer Pflasterwürfel bezieht“. O zastosowaniu piaskowca suchodolskiego wspomina w r. 1897 Łomnicki²⁾, podkreślając jego bardzo dużą twardość. Ze w istocie wartość techniczna tej skały była specjalnie ceniona w drugiej połowie ubiegłego stulecia, świadczą generalne mapy okolic Bóbrki, na których występowanie piaskowca suchodolskiego oznaczono jako „granity“, będące w kamieniarstwie synonimem trwałości.

Nie mamy danych odnośnie do ilości wyeksploatowanego piaskowca suchodolskiego, niewątpliwie jednak cyfry te są znaczne. Sądzić o tem możemy na podstawie np. wielu jeszcze dzisiaj spotykanych, nieczynnych kamieniołomów. Obecnie jednak piaskowiec suchodolski nie odgrywa żadnej roli w przemyśle kamieniarskim. Tu i ówdzie eksploatuje się go jedynie na okoliczne drogi. Były wprawdzie czynione ostatnio próby w kierunku jego intensywniejszej eksploatacji, nie widzimy jednak dotychczas rezultatów tej akcji. Wspomnieć tutaj należy o inicjatywie prof. Bratry, który z ramienia Dyrekcji Robót Publicznych we Lwowie projektował w roku 1929 założenie kamieniołomów piaskowca suchodolskiego, chcąc utworzyć przedsiębiorstwo o charakterze spółki z udziałem Skarbu Państwa, Samorządów powiatowych i miejskich oraz prywatnego kapitału. Projektowane kamieniołomy miały być założone w Hucie Szczerzeckiej, w południowej części powiatu Lwowskiego.

Z drugiej strony i prywatni przedsiębiorcy pragnęli eksploatować piaskowiec suchodolski, chcąc uzyskać z powrotem stare rynki zbytu, a przede wszystkim miasto Lwów. Jak ostatecznie sprawa ta została załatwiona przez

decydujące czynniki miejskie, nie wiemy, w każdym razie nie widzimy na ulicach nowych bruków, ułożonych z omawianego piaskowca.

Chcąc, aby piaskowiec suchodolski nie poszedł zupełnie w zapomnienie, mam zamiar zwrócić uwagę na cechy, świadczące o jego wartości, jako materiału o technicznie dużym znaczeniu. Inicjatywę w tym kierunku dał prof. Tokarski, któremu również zawdzięczam szereg cennych uwag, dotyczących opisywanej skały.

Piaskowiec suchodolski jest wieku miocenu. Tworzy on jedno z ogniw II piętra śródziemnomorskiego. Występuje na obszarze, położonym na zachód od Bóbrki, między innymi w Suchodole, Hucie Szczerzeckiej, Hucie Suchodolskiej, Tołszczowie, Łopusznie i Polanie. Jest on, jak wspomniano, barwy jasno-szarej, niekiedy żółtawej. Na przełomie okazuje połysk szklisty. Tworzy on warstwy różnej miąższości, występując niemal bezpośrednio pod wapieniami litotamniowymi. Jego stosunek do warstw nadległych można przedstawić schematycznym profilem, wykonanym w kamieniołomie, położonym przy drodze z Huciska do Suchodołu, na wysokości 339 m n. p. m.

W profilu tym widzimy następujące stosunki stratygraficzne (od góry):

- 2 m glina,
- 3 „ wapień litotamniowy,
- 2 „ piasek (gdzieniegdzie przechodzący w litą warstwę piaskowca),
- 3—4 „ piaskowiec kwarcytowy, znany pod nazwą „suchodolskiego“.

Piaskowiec suchodolski tworzy naogół jednolitą warstwę, która niekiedy w spągu przechodzi w warstwę piaskowca, obfitującego w kawerny, wypełnione bulami litotamniowymi. Miąższość warstwy „kawernowej“ wynosi 15—20 cm.

Badaniom laboratoryjnym poddane zostały próbki z Suchodołu i Tołszczowa, a więc z dwóch punktów, odległych od siebie o mniej więcej 10 km (z północy na południe). Zwrócona została uwaga przede wszystkim na budowę mikroskopową opisywanej skały.

W próbkach z Suchodołu stwierdzono, iż skała składa się wyłącznie z ziarn kwarcu, wykazujących formy bądź owalne, bądź okrągłe, które są zlepione cienką warstwą krystalicznej krzemionki. To spoiwo nie wypełnia jednak wzupełności luk między poszczególnymi ziarnami kwarcu. Zauważyć tutaj możemy niekiedy substancję ilarną, niekiedy znów występują niewypełnione próżnie. — Zaznaczyć również należy, iż ziarna kwarcu nie wszędzie są w jednakowy sposób związane, co specjalnie dobrze uwydatnia się podczas szlifowania płytek mikroskopowych, skoro część ziarn zostaje wydarta mechanicznie.

Pomiary planimetryczne, wykonane na pięciu szlifach wykazały następujący stosunek ilościowy (w % obj.) ziarn kwarcu do porów:

¹⁾ Dr. V. Hilber: Geologische Studien in den ostgalizischen Miocän-Gebieten. Jahrbuch d. k. k. Geolog. Reichsanstalt. T. 32. Z. II. 1882.

²⁾ Prof. A. M. Łomnicki: Atlas geologiczny Galicji. Tekst do zes. X. Cz. I. Geologia Lwowa i okolicy, Kraków 1887.

Szlif:	I.	II.	III.	IV.	V.	średnia
kwarzec	96,8	89,6	92,9	91,9	87,9	91,9
pory	3,2	10,4	7,1	8,1	12,1	8,1

Należy zauważyć, iż część porów komunikuje się wzajemnie zapomocą wąskich kanalików, widocznych specjalnie dobrze po zabarwieniu preparatów mikroskopowych.

Wielkość ziarn kwarcu waha od 0,18 do 1,00 mm średnicy. Średnia wartość obliczona na podstawie 200 pomiarów wynosi 0,5 mm.

Obliczony metodą piknometryczną ciężar gatunkowy piaskowca z Suchodołu wykazał wartość 2,6.

Próbki piaskowca z Tołszczowa dały naogół podobne obrazy mikroskopowe. I tutaj kwarzec jest również głównym składnikiem skały. Występuje on podobnie, bądź w formie okruchów okrągłych, bądź owalnych. Spoiwo skały jest naogół kwarcowe. Wśród minerałów akcesorycznych, występujących tu i ówdzie w skale, należy wymienić kalcyt. Wielkość ziarn kwarcu zmienia się w granicach od 0,20 do 1,00 mm średnicy, wykazując średnią 0,7 mm.

Pomiary planimetryczne dały następujące rezultaty (w % obj.):

Szlif:	I.	II.	III.	IV.	średnia
kwarzec	98,3	96,0	96,4	93,0	95,9
pory	1,7	4,0	2,9	6,5	3,5
kalcyt	—	—	0,7	0,5	0,6

Ciężar gatunkowy tej odmiany piaskowca suchodolskiego wynosi 2,65.

Na podstawie powyższych opisów mikroskopowych widzimy, iż piaskowiec suchodolski składa się niemal wyłącznie z kwarcu, który z jednej strony tworzy ziarna mniej lub więcej otoczone (kwarzec allogeniczny), z drugiej strony występuje w formie spoiwa (kwarzec autogeniczny). Wśród domieszek wymieniliśmy jedynie kalcyt i to tylko w odmianie z Tołszczowa, występujący zaledwie w ilości 0,6% obj.

Uderza brak innych akcesorycznych minerałów, które pospolicie występują we wszelkiego rodzaju odmianach piaskowców. Świadczy to o specjalnym środowisku, w jakim osadzały się piaskowce suchodolskie.

Z jednej strony ta duża ilość kwarcu, dochodząca w skale do 99% obj., z drugiej strony brak minerałów innych, podlegających bądź mechanicznym, bądź chemicznym czynnikom, sprawia, iż piaskowiec suchodolski z natury rzeczy musi być surowcem, nadającym się do wielu celów technicznych, przede wszystkim jako materiał budowlany i drogowy. Te naturalne walory skały stoją w ścisłym związku z wynikami analizy mechanicznej, wykonanej przez Stację Mechaniczną Politechniki Lwowskiej, które w dalszym toku pracy pozwolę sobie przytoczyć. Uprzednio jednak chcę zwrócić jeszcze uwagę na pewne analogie, jakie nasuwają się przy opisie piaskowca suchodolskiego w odniesieniu do innych, znanych w przemyśle kamieniarskim piaskowców wieku mioceńskiego, występujących w najbliższym otoczeniu miasta Lwowa. Wspomina o nich Łomnicki³⁾, nadmieniając, iż były one stosowane w budownictwie lwowskim do połowy ubiegłego stulecia. Ten sam autor jednak podkreśla, iż „ilość i jakość tutejszych kamieni nie odpowiada zapotrzebowaniu miasta“. Nie wchodząc w ilość tych materiałów, należy podnieść mało stosunkowo zróżnicowaną jakość tych skał, które przede wszystkim z racji swego wapnisteo lub ilastego spoiwa tracą na użyteczności praktycznej. Nie mniej jednak odmiany piaskowców mioceńskich podlwowskiego, znane pod nazwą „piaskowca kaiserwaldzkiego“, „kleparowskiego“, „z Czartowskiej Skały“, „Piaskowej Góry“ i t. d., z wielu starych kamie-

niółomów, mogą być stosowane do pewnych ściśle określonych celów, co zostało stwierdzone niejednokrotnie w praktyce.

Z innych odmian piaskowców mioceńskich, nieco dalej od Lwowa położonych, wymienić należy piaskowiec wiszeński, wydobywany dawniej z kamieniołomów w Wiszence na Roztoczu, który może mieć szersze zastosowanie, zbliża się bowiem cechami foziograficznymi do piaskowca suchodolskiego. Jego wygląd makroskopowy, — a również mikroskopowy już w wysokim stopniu przypomina nam opisywane próbki skał z Suchodołu i Tołszczowa. Możemy przypuszczać, iż piaskowiec wiszeński jest niejako przedłużeniem lub ekwiwalentem piaskowców suchodolskich. Przemawiają zatem do pewnego stopnia podobne stosunki geologiczne.

Wyniki badań mechanicznych, przeprowadzonych przez Mechaniczną Stację Doświadczalną Politechniki Lwowskiej, na kostkach piaskowca suchodolskiego o krawędziach 7,07 cm przedstawiają się następująco:

1. Ciężar objętościowy oznaczony Suchodół Tołszczów metodą parafinowania, średnio z 4 prób 2,51 2,37

2. Napawanie się wodą. Kostki zanurzone w wodzie przez 48 godzin pod ciśnieniem 0,5 atm. przybrały na wadze, średnio z 4 prób 1,72% 3,74%

3. Wytrzymałość na ciśnienie w stanie suchym.

Próbka 1.	kg/cm ²	1460	860
„ 2.	„	1160	820
„ 3.	„	1350	780
„ 4.	„	1520	1020
średnio kg/cm ²		1385	870

4. Wytrzymałość na ciśnienie po napojeniu wodą.

Próbka 1.	kg/cm ²	1680	940
„ 2.	„	1300	860
„ 3.	„	820	920
„ 4.	„	1740	1000
średnio kg/cm ²		1385	930

5. Wytrzymałość na działanie mrozu.

Po dwie kostki z każdego gatunku napojono wodą, poczem zamrażano i odmrażano 25 razy po 4 godziny w temperaturze od -16 do +16° C. Po ukończeniu próby okazało się, iż żadna kostka nie doznała uszkodzenia. — Kostki były zatem zupełnie odporne na działanie mrozu w wymienionym interwale temperatury.

6. Wytrzymałość na ścieranie.

Starło się w gramach:				
Ilość obrotów tarczy . . .	110	220	330	440
Suchodół	2,2	4,3	6,5	8,6
	2,3	4,5	6,7	8,9
Tołszczów	2,7	5,3	7,7	10,2
	2,5	5,1	7,8	10,1

Wytrzymałość na ścieranie, średnia:

	w gramach	w cm ³	w cm ³ /cm ²
Suchodół	8,75	3,48	0,070
Tołszczów	10,15	4,29	0,086

Na podstawie powyższych danych mechanicznych możemy stwierdzić, iż odmiana z Suchodołu posiada znacznie wyższą wytrzymałość na ciśnienie od odmiany z Tołszczowa, co niewątpliwie jest rezultatem spojenia ziarn kwarcu, które w tej odmianie jest znacznie mocniejsze. Próbki tołszczowskie, jakkolwiek wykazują mniej porów w badaniu planimetrycznym, są bardziej nasiąkliwe

³⁾ l. c.

w porównaniu z okazami suchodolskimi. Nasiąkliwość większa zostaje tutaj wywołana obecnością niewidzialnych w mikroskopie kanalików, które zostały stwierdzone metodą barwienia odpowiednich próbek.

Dla przeprowadzenia analogii piaskowca suchodolskiego z innymi skałami, wzięto pod uwagę surowce, powszechnie we Lwowie stosowane. W załączonej tabeli porównawczej uwzględniono ze skał magmowych bazalt, porfir i mikrogranit, ze skał osadowych piaskowiec jamneński i trembowelski.

Tabela porównawcza ⁴⁾.

Skała	Miejscowość	Odporność na mrozenie	Wytrzymałość na ciśnienie		Wytrzymałość na ścieranie (Bahrne (Bahrne) (Schlinger)	Napawanie się wodą w %
			w stanie suchym kg/cm^2	po napełnieniu wodą kg/cm^2		
Bazalt . . .	Janowa Dolina	odporny	2340	2420	0.129	0.415
Mikrogranit	Klesów	"	2850-1500	1280	0.105	0.070
Porfir . . .	Miękinia	"	1435	1899	0.154	0.260
Piaskowiec jamneński .	Diłok	"	1470	1320	—	4.030
Piaskowiec jamneński .	Jamna	"	1130	1080	0.282	4.410
Piaskowiec trembowelski	Budzanów	"	1040	1140	0.357	3.430
Piaskowiec trembowelski	Niezwiska	"	1260	1430	0.102	1.430
Piaskowiec suchodolski .	Suchodół	"	1385	1385	0.070	1.720
Piaskowiec suchodolski .	Tolszczów	"	870	930	0.086	3.740

Widzimy przedewszystkiem, iż piaskowiec suchodolski odznacza się niezwykle dużą wytrzymałością na ścieranie. Współczynnik 0,070 i 0,086 znacznie przewyższa analogiczne wartości dla innych skał. Również wytrzymałość na ciśnienie w stanie suchym jest charakterystyczna, zwłaszcza w odmianie piaskowca z Suchodołu. Jest ona wyższa od wytrzymałości na ciśnienie, jaka została stwierdzona bądź w piaskowcu trembowelskim, bądź jamneńskim.

Dla stwierdzenia istotnej wartości piaskowca suchodolskiego, jako materiału drogowego, zbadano obecny

⁴⁾ Wartości porównawcze otrzymałem z Laboratorju Drogowego Politechniki Lw. dzięki uprzejmości Prof. E. Bratry i Inż. St. Gawlińskiego.

Inż. Stanisław Ochędusko

Adjunkt Politechniki Lwowskiej.

Krytyka kompensacji w analizatorach gazów.

Ponieważ problemat kompensacji pozostaje w ścisłym związku ze sposobem analizowania mieszanin gazowych, uważam za stosowne przypomnieć w krótkości zasadę przeprowadzania analiz.

Analizator gazowy jest typowym przyrządem opartym w zupełności na prawie Dalton'a. Istnieją stąd dwie możliwości skutecznego analizy. Pierwsza polega na tem, że z danej objętości mieszaniny gazowej usuwa się kolejno poszczególne składniki gazowe i wyznacza się ubytek objętości przy zachowaniu tego samego ciśnienia (całkowitego) i tej samej temperatury. Ubytek objętości spowodowany zniknięciem pewnego składnika gazowego, odniesiony do objętości początkowej badanej mieszaniny, określa udział objętościowy danego składnika w mieszaninie. — Drugi sposób analizowania polegałby na wyznaczeniu ciśnienia

jego stan zachowania na ulicach miasta Lwowa. W tym celu zwrócono uwagę na kilka jego wystąpień. Przypuszczać należy, iż co najjmniej przed 50 laty był on we Lwowie użyty.

Rynek dokoła ratusza wyłożony jest kostkami lub pieńkami z piaskowca suchodolskiego. Kostki są tutaj równo wygładzone, bardzo mało starte, a krawędzie nieobite. Jedynie pieńki wykazują niekiedy nierówną powierzchnię.

W ulicy obok kamienicy Sobieskiego (bok rynku) widzimy również kostki tego piaskowca o przeciętnym wymiarze 23×25 cm. Kostki te są również naogół równo wygładzone, minimalnie starte i niespękane.

Ulica Sienkiewicza (obok hotelu Georgea) wyłożona jest kostkami suchodolskimi oraz karpackimi, prawdopodobnie z piaskowca jamneńskiego. Gdy te ostatnie odznaczają się zazwyczaj spękaniem, równoległymi do boku dłuższego, kostki piaskowca suchodolskiego spękań w zupełności nie wykazują.

Podobnie zachowuje się opisywany piaskowiec obok kościoła św. Mikołaja, gdzie również możemy śledzić jego kostki niepopękane, na krawędziach niewybite i wszędzie jednolicie starte.

Ulica Rutowskiego, dalej ul. Strzelecka i plac Strzelecki wykazują analogiczne własności. Na pl. Strzeleckim są poza tem widoczne krawężniki, odznaczające się zupełnym brakiem spękań, w przeciwieństwie do innych skał osadowych, które są w znacznym stopniu złuszczone.

Z ulicy Żółkiewskiej wyjęto dla porównania dwie obok siebie leżące kostki, jedną z piaskowca suchodolskiego, drugą z porfiru krakowskiego (Miękinia). Porfir, który najprawdopodobniej później był stosowany, wykazał znacznie większą ścieralność, co zresztą zgodne jest z wynikami badań laboratoryjnych, które stwierdziły mniejszą ścieralność piaskowca suchodolskiego w porównaniu z porfirem krakowskim.

Na podstawie powyższych obserwacji oraz szeregu innych, które wykazały analogiczne właściwości, możemy stwierdzić, iż kostki piaskowca suchodolskiego, mimo długiego okresu czasu, spękań nie wykazują i są naogół w minimalnym stopniu starte. Jeśli uwzględnimy stosunkowo wysokie wartości innych cech fizycznych, możemy słusznie wnioskować, iż piaskowiec suchodolski nadaje się szczególnie do tego rodzaju zastosowania technicznego, gdzie materiał bywa narażany przedewszystkiem na ścieranie oraz spękanie.

Ze względu na swój szczególny skład mineralny, skała ta może być również stosowana jako materiał kwaso- i ogniotrwały w przemyśle chemicznym.

cząstkowego usuniętego składnika gazowego. Praktycznie rzecz wyglądałaby następująco: Po każdorazowym pozbyciu się jednego składnika należałoby resztę gazową rozprężyć do objętości początkowej t. j. tej objętości, jaką posiadała mieszanina gazowa na początku. Oczywiście ekspansja musiałaby odbywać się izotermicznie. Różnica między dwoma po sobie następującymi oznaczeniami ciśnienia gazu daje ciśnienie cząstkowe usuniętego składnika gazowego. Stosunek tego ciśnienia cząstkowego do ciśnienia całkowitego mieszaniny gazowej stanowi szukany udział objętościowy tego składnika w mieszaninie ¹⁾.

¹⁾ Ten sposób analizowania zastosował Kreusler w swoim aparacie do wyznaczenia tlenu powietrza atmosferycznego (p. „Landwirthschaftliche Jahrbücher“ 1885 S. 333).

I.

W praktyce stosowany jest pierwszy sposób analizowania gazów, typowym zaś aparatem opierającym się na tej zasadzie jest analizator Orsat'a o zamknięciu wodnym. Analizę tym aparatem przeprowadza się w następujący sposób: Do skalibrowanej miernicy aparatu zasysa się badany gaz i przez odpowiednie manipulowanie flaską poziomową — tak, aby poziomy wody we flasce i w miernicy zrównały się — odmierza się zazwyczaj $V_0 = 100 j^3$. Gaz znajduje się wówczas pod ciśnieniem barometrycznym i posiada temperaturę równą temperaturze płaszcza wodnego miernicy. Następnie wprowadza się mieszaninę gazową kolejno do odpowiednich odczynników chemicznych, które mają zdolność absorbowania tylko jednego składnika gazowego. Po każdorazowym całkowitem wyeliminowaniu jednego składnika cofa się resztę gazową do miernicy i tutaj po wyrównaniu poziomów wody w miernicy i we flasce poziomowej, odczytuje się objętość pozostałości gazowej. Różnica między odczytem poprzednim a następnym przedstawia objętość zaabsorbowanego składnika.

Jeżeli ciśnienie barometryczne i temperatura wody w płaszczu wodnym miernicy dla każdorazowego odczytu są te same, wówczas ubytek objętości po zaabsorbowaniu danego składnika gazowego odniesiony do początkowej objętości mieszaniny gazowej przedstawia objętościowy udział tego składnika w mieszaninie. Podkreślić tu należy, że jakkolwiek mieszanina gazowa jest wilgotna (na skutek obecności wody stanowiącej zamknięcie badanego gazu od otaczającego powietrza), to uzyskane tym sposobem wyniki dawać będą analizę mieszaniny gazowej suchej, ale tylko wtedy, gdy ciśnienie pary wodnej w czasie analizowania nie ulegnie zmianie. W przypadku bowiem tego samego ciśnienia całkowitego mieszaniny (= stanowi barometrycznemu $b \text{ mm rt.}$) i tej samej temperatury oraz tego samego ciśnienia pary wodnej w miernicy $p_p \text{ mm rt.}$ odczyty miernicy (przed i po zaabsorbowaniu poszczególnych składników) przedstawiają objętości mieszaniny gazowej suchej w tej samej temperaturze i pod tem samym ciśnieniem cząstkowym równem różnicy $(b - p_p) \text{ mm rt.}$

Przypuśćmy, że ciśnienie barometryczne nie ulega zmianie, natomiast temperatura wody (w płaszczu wodnym i we flasce poziomowej w czasie między po sobie następującymi odczytami miernicy) wzrosła, tudzież, że mieszanina gazowa nasycza się parą wodną (wilgotność względna $\varphi = 100\%$). Wówczas objętość reszty gazowej, zgodnie z prawami termodynamiki gazów, a w szczególności dzięki silnemu wzrostowi ciśnienia pary wodnej²⁾ będzie za duża. Uzyskany w ten sposób udział ostatnio zaabsorbowanego składnika gazowego w mieszaninie będzie za mały.

Wzrost ciśnienia barometrycznego — przy tej samej temperaturze wody — działa w kierunku przeciwnym, aniżeli wspomniany powyżej wyłączny przyrost temperatury.

A zatem w przypadku, gdy ma się do czynienia z długotrwałą analizą bardzo złożonej mieszaniny gazowej albo, gdy temperatura wody w analizatorze bardzo szybko wzrasta (np. obok czynnego kotła parowego) stosowanie zwyczajnego analizatora jest połączone z koniecznością mierzenia temperatury wody i ciśnienia barometrycznego przed każdorazowym odczytem miernicy. Wartości te są konieczne do skutecznego poprawki każdego odczytu, dla którego temperatura i ciśnienie są inne aniżeli temperatura $t_0 \text{ }^\circ\text{C}$ ($T_0 \text{ }^\circ\text{K}$) i ciśnienie $b_0 \text{ mm rt.}$ odczytu pierwszego. Niechaj wynoszą dla n -tego odczytu:

$V_n j^3$ objętość reszty gazowej,
 $t_n \text{ }^\circ\text{C}$, $T_n \text{ }^\circ\text{K}$ temperatura wody,
 $b_n \text{ mm rt.}$ ciśnienie barometryczne.

Zakładając, że mieszanina gazowa składa się tylko z trwałych gazów i pary wodnej nasyconej, skorygowaną objętość suchej reszty gazowej na początkowe warunki termiczne przedstawia równanie:

$$V_n^k = V_n \cdot \frac{T_0}{T_n} \cdot \frac{b_n - p_{s,n}}{b_0 - p_{s,0}} j^3 \quad (1)$$

$p_{s,0}$, $p_{s,n} \text{ mm rt.}$ oznaczają ciśnienia pary wodnej nasyconej w temperaturze t_0 i $t_n \text{ }^\circ\text{C}$. Objętościowy zaś udział n -tego składnika w mieszaninie gazowej daje zależność:

$$r_n = \frac{V_{n-1}^k - V_n^k}{V_0}, \quad (2)$$

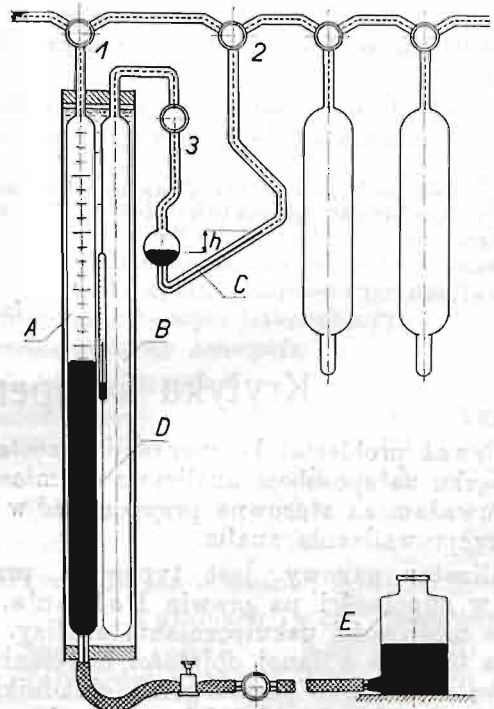
gdzie V_{n-1}^k przedstawia skorygowany poprzedni odczyt.

Przeprowadzanie poprawek jest rzeczą żmudną i niecisłą, gdyż wartości ciśnienia pary wodnej w miernicy zazwyczaj nie są znane. W czasie wzrostu temperatury nie następuje natychmiastowe nasycenie się gazu parą wodną (jak to w powyższym rachunku przyjęto). Powyższego wzoru (1) można używać raczej w przypadku obniżania się temperatury wody w analizatorze, aniżeli w przypadku jej wzrostu.

Przeciw zmianom ciśnienia barometrycznego trudno przeciwdziałać. Natomiast zmienność temperatury w płaszczu wodnym można zredukować zwiększając pojemność płaszcza. Czyni się to w ten sposób³⁾, że łączy się płaszczyk z dużą butlą napełnioną wodą na tyle, aby zmieściła się w niej jeszcze woda z płaszcza. Przed każdorazowym odczytem należy wymienić wodę w płaszczu t. zn. wypuścić ją do wspomnianej butli i po wymieszaniu się z powrotem w prowadzić do płaszcza.

II.

Sprawę dokładności analizy znacznie upraszcza wprowadzenie do analizatora urządzenia kompensacyjnego. Urządzenie to pochodzi od Pettersson'a⁴⁾. W skład tego urządzenia wchodzi naczynie



Rys. 1.

³⁾ Sposób ten pochodzi od Dr. J. Jurkiewicza (Stow. Doz. Kocioł w Warszawie).

⁴⁾ „Fresenius Zeitschrift für analytische Chemie“ 1886 S. 467.

²⁾ Ciśnienia pary wodnej nasyconej mają się do siebie prawie tak, jak temperatury absolutne w potęgze 16-tej.

szklane zamknięte B (rys. 1), które przez odpowiednie ustawienie kurków 1, 2 i 3 może być połączone z miernicą analizatora A . Zarówno A jak i B zanurzone są w tym samym płaszczu wodnym D . Między miernicą a naczyniem kompensacyjnym znajduje się manometr cieczowy C . Analizę mieszaniny gazowej przeprowadza się podobnie jak zwykłym aparatem Orsat'a z tą tylko różnicą, że przed każdorazowym odczytem miernicę łączy się z naczyniem kompensacyjnym i doprowadza się ciecz w manometrze (manipulując flaszka poziomową E) do tego stanu, w jakim znajdowała się podczas odczytu pierwszego.

Urządzenie kompensacyjne ma na celu uniezależnienie wyniku analizy od wahań zarówno ciśnienia barometrycznego, jak i temperatury mieszaniny gazowej (cieczy w analizatorze). Czy i kiedy zadanie swoje kompensacja spełnia wykaże poniższe rozumowanie.

III.

Rozważmy na wstępie, czy położenie cieczy w manometrze nie wpływa na dobroć kompensacji. Niechaj w miernicy i kompensatorze znajduje się gaz suchy a w manometrze rtęć.

Jako zamknięcia używamy rtęci, której para w temperaturze otoczenia ma znikomo małe ciśnienie. Gaz w miernicy i kompensatorze podgrzewamy tak, że temperatura jego wynosi:

$$\begin{aligned} \text{na początku: } & T_0 \text{ } ^\circ K, \\ \text{na końcu: } & T \text{ } ^\circ K. \end{aligned}$$

W kompensatorze w chwili odczytów panuje nadwyżka ciśnienia (ponad ciśnieniem w miernicy) h mm rt. (p. rys.). Ilość gazu w miernicy i naczyniu kompensacyjnym nie zmienia się.

Jeżeli na początku ciśnienie gazu w kompensatorze wynosiło p_{k0} mm rt., to na końcu ciśnienie to (pominąwszy nieznaczną rozszerzalność naczynia kompensacyjnego) zmieni się na:

$$p_k = p_{k0} \cdot \frac{T}{T_0}.$$

W miernicy natomiast wynosi:

$$\begin{aligned} \text{na początku: } & \text{objętość: } V_0 j^3, \\ & \text{ciśnienie: } (p_{k0} - h) \text{ mm rt.}; \\ \text{na końcu: } & \text{objętość: } V j^3, \\ & \text{ciśnienie: } (p_k \cdot \frac{T}{T_0} - h) \text{ mm rt.} \end{aligned}$$

Stosując równanie charakterystyczne dla gazów, dochodzi się do zależności:

$$V = V_0 \cdot \frac{T}{T_0} \cdot \frac{p_{k0} - h}{p_k \cdot \frac{T}{T_0} - h} = V_0 \cdot \frac{1}{1 + \frac{h}{p_{k0} - h} \cdot \frac{T - T_0}{T}}. \quad (3)$$

Z powyższego wynika, że $V = V_0$

$$\begin{aligned} a) & \text{ dla: } T \neq T_0, \text{ gdy } h = 0 \\ b) & \text{ dla: } h \neq 0, \text{ gdy } T = T_0. \end{aligned}$$

Wyrażając to słowami: W przypadku suchej mieszaniny gazowej i suchego kompensatora kompensacja jest ścisłą tylko wówczas, gdy ciecz w manometrze kompensatora sięga do tej samej wysokości w obu jego ramionach, t. j. gdy ciśnienia w miernicy i kompensatorze są sobie równe. Dobrze jest zatem, gdy manometr zaopatrzony jest w kurek trójdrożny 3 (p. rys.). Po nastawieniu połączenia atmosfery z manometrem (zapomocą kurków 2 i 3), należy na początku analizy zaznaczyć położenie cieczy na ramieniu skośnym mikro-manometru i przed dalszemi odczytami doprowadzać ciecz w manometrze do tego położenia.

IV.

Rozpatrzmy teraz następujący przypadek: $a)$ w miernicy znajduje się mieszanina gazowa

wilgotna, $b)$ podczas każdorazowego odczytu istnieje równowaga ciśnieni t. j. $h = 0$, $c)$ w naczyniu kompensacyjnym zamknięte jest powietrze suche.

Przeprowadzamy — dla uproszczenia sprawy — analizę powietrza, przy czem ograniczamy się tylko do wyznaczenia zawartości tlenu. Przed zaabsorbowaniem tlenu mamy w miernicy:

$$\begin{aligned} \text{objętość gazu: } & V_0 j^3 \\ \text{pod ciśnieniem: } & p_{k0} = b \text{ mm rt. (stan barometru)} \\ \text{w temperaturze: } & T_0 \text{ } ^\circ K. \end{aligned}$$

Po zaabsorbowaniu tlenu niech wynoszą:

$$\begin{aligned} \text{objętość reszty azotowej: } & V_{N_2} j^3, \\ \text{ciśnienie reszty azotowej: } & \end{aligned}$$

$$p_k = p_{k0} \cdot \frac{T}{T_0} \text{ mm rt.} \quad (4)$$

temperatura tej reszty: T °K.

Opierając się na prawie Dalton'a można napisać:

$$p_{k0} = p_{O_2} + p_{N_2} + p_{P_0}, \quad (5)$$

gdzie: p_{O_2} , p_{N_2} i p_{P_0} oznaczają ciśnienia cząstkowe tlenu, azotu i pary wodnej przed absorbcją tlenu.

Na całkowite ciśnienie po absorbcji składa się:

$$p_k = p_{N_2} \cdot \frac{V_0}{V_{N_2}} \cdot \frac{T}{T_0} + p_p, \quad (6)$$

przyczem p_p przedstawia ciśnienie pary wodnej, zaś pozostały dodatek ciśnienie cząstkowe azotu p'_{N_2} . Ciśnienie azotu wynika z warunku:

$$\frac{p'_{N_2} \cdot V_{N_2}}{T} = \frac{p_{N_2} \cdot V_0}{T_0},$$

który spełnić musi ta sama ilość gazu w czasie dowolnej przemiany termodynamicznej.

Po wstawieniu równania (4) w (6) dochodzi się do związku:

$$p_{k0} = p_{N_2} \cdot \frac{V_0}{V_{N_2}} + p_p \cdot \frac{T_0}{T}.$$

Powyższe równanie można przekształcić:

$$V_{N_2} = V_0 \cdot \frac{p_{N_2}}{p_{k0}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{p_p}{p_{k0}} \cdot \frac{T_0}{T}}.$$

Korzystając z równania (5), uzyskuje się:

$$V_{N_2} = V_0 \cdot \frac{p_{N_2}}{p_{O_2} + p_{N_2}} \cdot \frac{1}{1 + \frac{p_{P_0}}{p_{O_2} + p_{N_2}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{p_p}{p_{k0}} \cdot \frac{T_0}{T}}}.$$

Ponieważ zgodnie z prawem Dalton'a:

$$r_{N_2} = \frac{p_{N_2}}{p_{O_2} + p_{N_2}} = 0,791$$

przedstawia udział objętościowy azotu⁵⁾ w powietrzu suchym, więc:

$$\begin{aligned} V_{N_2} &= V_0 \cdot \frac{r_{N_2}}{1 + \frac{p_{P_0}}{p_{k0} - p_{P_0}}} \cdot \frac{1}{1 - \frac{p_p}{p_{k0}} \cdot \frac{T_0}{T}} = \\ &= 0,791 \cdot V_0 \cdot \frac{T}{T_0} \cdot \frac{p_{k0} - p_{P_0}}{p_{k0} \cdot \frac{T}{T_0} - p_p} \quad (7) \end{aligned}$$

Ostatnie równanie podaje związek między objętościami tej samej masy gazowej (azotu) przy różnych

⁵⁾ Ścisłe biorąc w r_{N_2} zawarte są prócz azotu wszystkie inne składniki powietrza poza tlenem (argon, ksenon, krypton, i t. d.). Dla powietrza suchego podaje W ag en er Alfred w swoim dziele: „Thermodynamik der Atmosphäre“ 1911 S. 24: $r_{N_2} = 0,791$.

W książce: W. Hempel: „Gasanalytische Methoden“ 4. wyd. 1913 znajdują się wyniki 36 oznaczeń tlenu w powietrzu (oczyszczonym z bezwodnika kwasu węglowego i pary wodnej) zapomocą aparatu Kreuzler'a. Średnia wartość tych analiz daje: $r_{O_2} = 0,209087$ czyli $r_{N_2} = 0,790913$.

zawartościach pary wodnej. Końcowy mnożnik tego równania zawiera w liczniku i mianowniku ciśnienia cząstkowe suchego gazu przed i po zmianie temperatury i stanu wilgotności gazu. Zatem ogólnie można napisać:

$$V = V_0 \cdot \frac{T}{T_0} \cdot \frac{p_{k_0} - p_{p_0}}{p_{k_0} \cdot \frac{T}{T_0} - p_p} \quad (7a)$$

Z równania (7) widocznym jest, że kompensacja w przypadku kompensatora suchego (i wilgotnej mieszaniny gazowej) tylko wówczas byłaby dokładnie dobra, gdyby:

$$\frac{T}{T_0} (p_{k_0} - p_{p_0}) = p_{k_0} \cdot \frac{T}{T_0} - p_p,$$

czyli gdyby:

$$p_p = p_{p_0} \cdot \frac{T}{T_0} \quad (8)$$

t. zn. gdyby ciśnienie pary wodnej w miernicy zmieniło się z temperaturą według prawa obowiązującego gazy dla $V = \text{const}$.

V.

Rozpatrzmy jeszcze, jak przedstawia się sprawa kompensacji w przypadku wilgotnego naczynia kompensacyjnego i wilgotnej mieszaniny gazowej. Wówczas ciśnienie w kompensatorze wynosi:

$$p_k = (p_{k_0} - p_{p_0}^k) \cdot \frac{T}{T_0} + p_p^k \quad (9)$$

Tu przedstawiają poza znanymi już oznaczeniami:

b mm rt. stan barometryczny,

$p_{p_0}^k$ i p_p^k mm rt. ciśnienia pary wodnej w kompensatorze przed i po absorpcji składnika gazowego (tlenu).

Rozumując analogicznie jak w poprzednim przypadku dochodzimy do następującego związku, odpowiadającego równaniu (7):

$$V_{N_2} = 0,791 \cdot V_0 \cdot \frac{T}{T_0} \cdot \frac{p_{k_0} - p_{p_0}}{(p_{k_0} - p_{p_0}^k) \cdot \frac{T}{T_0} + p_p^k - p_p} \quad (10)$$

lub

$$\frac{V_{N_2}}{0,791 \cdot V_0} = 1 + \frac{\frac{T}{T_0} (p_{p_0} - p_{p_0}^k) - (p_p^k - p_p)}{(p_{k_0} - p_{p_0}^k) \cdot \frac{T}{T_0} + p_p^k - p_p} \quad (10a)$$

$$\text{Ogólnie: } \frac{V}{V_0} = \frac{T}{T_0} \cdot \frac{p_{k_0} - p_{p_0}}{(p_{k_0} - p_{p_0}^k) \cdot \frac{T}{T_0} + p_p^k - p_p} \quad (10b)$$

Kompensacja będzie ścisłą wówczas, gdy [p. równ. (10a)]:

$$p_p^k - p_p = \frac{T}{T_0} \cdot (p_{p_0} - p_{p_0}^k) \quad (11)$$

Wyrażając powyższe równanie słowami: Tylko wówczas kompensacja nie pozostawia nic do życzenia, gdy różnica ciśnień pary wodnej w naczyniu kompensacyjnym i w miernicy zmienia się proporcjonalnie z absolutną temperaturą gazu. W szczególności byłoby dobrze, gdyby w każdej chwili ciśnienie pary wodnej w naczyniu kompensacyjnym równało się ciśnieniu pary wodnej w miernicy.

Aby przekonać się, jakie odchyłki daje kompensator suchy w porównaniu z kompensatorem mokrym, przerobimy przykład. W rachunku tym zakładamy, że para wodna występuje w stanie nasycenia. Niechaj:

$$\begin{aligned} V_0 &= 100 \text{ j}^3, & p_{k_0} &= b = 736 \text{ mm rt.}, \\ t_0 &= 18^\circ \text{ C}, & T_0 &= 291^\circ \text{ K}, & p_{p_0} &= p_{p_0}^k = 15,5 \text{ mm rt.} \\ t &= 24^\circ \text{ C}, & T &= 297^\circ \text{ K}, & p_p &= p_p^k = 22,4 \text{ „ „} \end{aligned}$$

W myśl równania (7a), dla kompensatora suchego:

$$\frac{V}{V_0} = \frac{297}{291} \cdot \frac{736 - 15,5}{736 \cdot \frac{297}{291} - 22,4} = 1,008.$$

W przypadku kompensatora wilgotnego [równ. (10a)]:

$$\frac{V}{V_0} = 1,000.$$

W podanym przykładzie kompensator suchy daje wartości o 0,8% za duże. Gdybyśmy oznaczyli pozostałość azotową powietrza, to znaleźlibyśmy zamiast $V_{N_2} = 79,1 \text{ j}^3$, $V'_{N_2} = 79,8$ dla $V_0 = 100 \text{ j}^3$.

Z powyższego wynika, że kompensator lepiej działa, gdy w naczyniu kompensacyjnym i w miernicy znajduje się woda.

VI.

Aby sprawdzić słuszność powyższych wywodów zostały przeprowadzone pomiary w Laboratorium Stowarzyszenia Dozoru Kociołów w Warszawie (Oddz. Lwów)⁶⁾ na rozszerzonym aparacie Orsat'a także zestawionym. Aparat zaopatrzony był w zamknięcie rtęciowe. W manometrze kompensatora znajdowała się rtęć. Temperaturę gazu w miernicy i kompensatorze przyjmuje się równą temperaturze wody w płaszczu. Tę ostatnią mierzono. Przyjęcie powyższe jest dopuszczalne, ponieważ przyrosty temperatur były nieznaczne, tudzież ponieważ przed każdorazowym ustawieniem mikromanometru temperaturę w płaszczu wodnym wyrównywano przez wzburzanie wody zapomocą powietrza. Analizowano powietrze wyznaczając zawartość tlenu zapomocą alkalicznego roztworu pyrogallolu o składzie: 15 cz. wag. pyrogallolu + 22,5 cz. w. ługu potasowego + 62,5 cz. w. wody destylowanej.

Pomiar 1. Zarówno miernica jak i naczynie kompensacyjne zostały gruntownie osuszone. Do miernicy zassano bardzo powoli powietrze przez chlorek wapnia, tak że: $p_{p_0} = 0$. Odczytano: $b = 730,5$ mm rt.; $t_0 = 18,2^\circ \text{ C}$, $V_0 = 100 \text{ j}^3$; $t = 18,4^\circ \text{ C}$, $V_{N_2} = 80,15 \text{ j}^3$. Zatem pozorna zawartość tlenu w powietrzu wynosiła: $v_0 = 0,1985 = 19,85\%$! Stosując równanie (7):

$$80,15 = 79,1 \cdot \frac{291,4}{291,2} \cdot \frac{730,5}{730,5 \cdot \frac{291,4}{291,2} - p_p}$$

dochodzimy do ciśnienia pary wodnej w miernicy po zaabsorbowaniu tlenu:

$$p_p = 9,6 \text{ mm rt.}$$

Ciśnienie to pochodzi od pary wodnej, która w okresie absorbowania tlenu przedostała się z roztworu pyrogallolu do suchej mieszaniny gazowej. Nadmienić tu należy, że ciśnienie to jest mniejsze od ciśnienia pary wodnej ponad roztworem o podanej powyżej koncentracji ługu.

Pomiar 2. Kompensacja sucha, powietrze suche, a więc $p_{p_0} = 0$. Zmierzono: $b = 730,8$ mm rt.; $V_0 = 100 \text{ j}^3$, $t_0 = 18,9^\circ \text{ C}$; $V = 80,15 \text{ j}^3$ przy $t = 18,95^\circ \text{ C}$. Postępując analogicznie jak poprzednio znajdujemy ciśnienie pary wodnej po zaabsorbowaniu tlenu: $p_p = 9,6$ mm rt.

Pomiar 3. Kompensator suchy; $b = 730,8$ mm rt., $t_0 = 19,1^\circ \text{ C}$. Zassano $V_0 = 100 \text{ j}^3$ powietrza suchego, następnie wprowadzono je do pipety napełnionej wodą destylowaną. Po około 20 minutach cofnięto wilgotne powietrze z powrotem do miernicy i odczytano: $V_0' = 101,5 \text{ j}^3$ przy $t_0' = 19,2^\circ \text{ C}$.

Stosując równanie (7a):

$$101,5 = 100 \cdot \frac{292,2}{292,1} \cdot \frac{730,8}{730,8 \cdot \frac{292,2}{292,1} - p_p}$$

⁶⁾ Za wydatną pomoc w tych pomiarach składam serdeczne podziękowanie P. Dr. J. Jurkiewiczowi.

oblicza się ciśnienie pary wodnej: $p'_{p_0} = 10,8 \text{ mm rt.}$, zaś wilgotność względną powietrza $\varphi = 64,7\%$.

Po zaabsorbowaniu tlenu z powietrza wilgotnego zmierzono: $V_{N_2} = 80,3 \text{ j}^3$ przy $t = 19,3^\circ \text{ C}$. Na podstawie równania (7) wypada: $p_p = 10,9 \text{ mm rt.}$ Następnie wprowadzono azot do pipety z wodą ($t_w = 19,1^\circ \text{ C}$) na przeciąg około 10 minut i odczytano: $V'_{N_2} = 80,4 \text{ j}^3$ więc ciśnienie pary wodnej wzrosło do: $p'_p = 11,8 \text{ mm rt.}$, czyli wilgotność względną azotu podniosła się do $\varphi = 70,5\%$.

Pomiar ten jest bardzo interesujący z tego powodu, ponieważ daje możliwość obserwowania szybkości nawilgacania się mieszaniny gazowej. Wilgotność względną gazu rośnie zrazu szybko, następnie już bardzo powoli. Zastosowanie pipety z wodą do nawilgacania gazu daje w stosunkowo krótkim czasie (około 15 minut) prawie 70% nawilgocenia zupełnego.

Dalszy wniosek, jaki daje się wysnuć jest ten, że przez nawilgocenie powietrza przed analizą zbliżamy się do właściwej wartości składu powietrza. Zamiast $V_{N_2} = 0,791 \cdot 101,5 = 80,3 \text{ j}^3$ zmierzono $V'_{N_2} = 80,4 \text{ j}^3$, przyczem nie trzeba zapominać o tem, że kompensacja sucha — jak to już poprzednio wykazano — daje przy rosnącej temperaturze wartości za duże.

Pomiar 4. Kompensator z wodą; powietrze suche, stąd $p_{p_0} = 0$.

- a) Zmierzono: $b = 731,2 \text{ mm rt.}$; $t_0 = 19,4^\circ \text{ C}$, $V_0 = 100 \text{ j}^3$;
 b) Po zaabsorbowaniu tlenu: $t = 19,4^\circ \text{ C}$, $V_{N_2} = 80,1 \text{ j}^3$;
 c) Następnie podgrzano wodę w płaszczu do $t' = 27,1^\circ \text{ C}$ i odczytano: $V'_{N_2} = 79,1 \text{ j}^3$.

Jeśli weźmie się pod uwagę dwa pierwsze zespoły pomiarowe a) i b), to widać, że wynik analizy jest prawie ten sam, co w przypadku kompensatora suchego (pomiar 1 i 2).

Ciekawem jest tutaj, że podgrzanie gazu w miernicy i w kompensatorze (przez dolanie gorącej wody do płaszcza) spowodowało silną redukcję objętości azotu z $80,1 \text{ j}^3$ na $79,1 \text{ j}^3$, co należy przypisać o wiele silniejszemu wzrostowi ciśnienia pary wodnej w kompensatorze, aniżeli w miernicy. Ciśnienie pary wodnej w kompensatorze wzrosło o wiele silniej dzięki obecności wody (na ścianie) aniżeli wynikałoby to ze stosunku temperatur absolutnych, natomiast w miernicy para wodna (przed podgrzaniem znajdowała się już w stanie przegrzania) zachowywała się jak gaz. Przypadkowo złożyło się tutaj tak, że w stosunku do objętości początkowej V_0 został spełniony warunek wyrażony równaniem (11).

Pomiar 5. Kompensator mokry, powietrze nawilgocono w osobnej pipecie z wodą (jak przed pomiarem 3).

- a) Zmierzono: $b = 733 \text{ mm rt.}$, $t_0 = 20,3^\circ \text{ C}$, $V_0 = 100 \text{ j}^3$, $t = 20,5^\circ \text{ C}$ i $V_{N_2} = 79,0 \text{ j}^3$.

Otrzymano zatem prawie właściwe wartości dla pozostałości azotowej powietrza.

b) Po dodatkowym wprowadzeniu azotu do pipety z wodą wynik analizy nie zmienił się; stąd wynika, że zarówno w pipecie, jak i naczyniu kompensacyjnym proces parowania odbywał się tak, że w rezultacie pomimo przyrostu pary wodnej nie nastąpiła żadna zmiana objętości azotu.

c) Pozostawiając azot w miernicy, obniżono temperaturę wody w płaszczu do $t' = 10^\circ \text{ C}$ i odczytano $V'_{N_2} = 78,9 \text{ j}^3$, co wskazuje na to, że różnica ciśnień pary wodnej w kompensatorze i w miernicy po oziębieniu była większa, aniżeli analogiczna różnica ciśnień przed oziębieniem zredukowana w stosunku temperatur absolutnych [vide równ. (10 a)].

Pomiar 6. Kompensator suchy, stan barometru: $b = 736,3 \text{ mm rt.}$ Do miernicy zassano $V_0 = 100 \text{ j}^3$ wilgotnego powietrza z otoczenia. Zapomocą psychometru

Assmann'a wyznaczono ciśnienie cząstkowe pary wodnej $p_{p_0} = 12 \text{ mm rt.}$ ($\varphi = 68\%$). Temperatura wody w płaszczu $t_0 = 18,8^\circ \text{ C}$. Następnie wprowadzono powietrze do pipety napełnionej stężonym kwasem siarkowym, gdzie przebywało przez 25 minut (co 5 minut zwilżano rurki szklane pipety kwasem). Ostatecznie odczytano: $V_0' = 98,5 \text{ j}^3$ przy $t_0' = 19,3^\circ \text{ C}$. Ciśnienie pary wodnej w miernicy z końcem osuszania obliczyć można z równania (7 a):

$$98,5 = 100 \cdot \frac{273 + 19,3}{273 + 18,8} \cdot \frac{736,3 - 12}{736,3 \cdot \frac{292,3}{291,8} - p'_{p_0}}$$

stąd: $p'_{p_0} = 0,9 \text{ mm rt.}$

Po zaabsorbowaniu tlenu w pyrogallolu odczytano: $t = 19,4^\circ \text{ C}$, $V_{N_2} = 79,1 \text{ j}^3$, a więc w odniesieniu do początkowego odczytu (powietrze wilgotne) właściwą objętość pozostałości azotowej. Ciśnienie pary wodnej w reszcie azotowej — zgodnie z równaniem (8) — wzrosło do: $p_p = 13 \cdot \frac{292,4}{291,8} = 12,45 \text{ mm rt.}$ Dodatkowe nawilgacanie azotu w pipecie z wodą nie zmieniło poprzedniego wyniku.

Następnie osuszano azot w pipecie z kwasem siarkowym przez 25 minut i odczytano: $V'_{N_2} = 77,9 \text{ j}^3$ przy $t' = 19,4^\circ \text{ C}$. Wynik uzyskany jest zupełnie zgodny z rzeczywistością, gdyż: $0,791 \cdot 98,5 = 77,9$. Ciśnienie pary wodnej w azocie po osuszeniu wynosiło:

$$0,9 \cdot \frac{292,4}{292,3} = \approx 0,9 \text{ mm rt.}$$

VII.

Streszczając powyższe wywody, można wyciągnąć następujące wnioski:

a) Zasadniczym warunkiem dobroci analizy gazu, wykonanej aparatem Orsat'a bez kompensacji (bez względu na rodzaj cieczy zamykającej) jest, by ciśnienie cząstkowe gazu suchego podczas każdego odczytu miernicy było to samo. Wynik analizy dotyczy wówczas gazu suchego. Jeżeli skutek zmiany ciśnienia barometrycznego i temperatury płaszcza wodnego, ciśnienie cząstkowe gazu w ciągu analizowania zmienia się, należy odczyty odpowiednio poprawiać.

b) Aby uniknąć rachunkowej poprawy odczytów miernicy, zaopatruje się analizator w urządzenie kompensacyjne. Podczas każdorazowego odczytu powinna istnieć równowaga ciśnień w miernicy i kompensatorze. Prócz tego należy przestrzegać — zwłaszcza w przypadku stosowania rtęci jako cieczy zamykającej — następujących prawideł:

c) Ze względu na dobroć kompensacji należy naczynie kompensacyjne i miernicę zupełnie osuszyć. Do aparatu z zamknięciem rtęciowym należy pobierać suchy gaz, a więc przed miernicą ustawić naczynka z chlorkiem wapnia ewentualnie osuszać gaz w pipecie absorbcyjnej napełnionej stężonym kwasem siarkowym. Po każdorazowym uskutecznieniu absorbcji powinno się gaz osuszać w pipecie z kwasem siarkowym poczem dopiero odczytywać objętości w miernicy. Osuszanie gazu w kwasie siarkowym powinno trwać najmniej 25 minut, skutek czego wykonanie analizy wymaga długiego okresu czasu.

d) Większą oszczędność czasu uzyskuje się przez zastosowanie kompensatora mokrego. W naczyniu kompensacyjnym znajduje się wówczas woda. Obok pipet absorbcyjnych należy umieścić jeszcze pipetę z wodą. Przed każdorazowym odczytem miernicy należy wprowadzić gaz do wspomnianej pipety i pozostawić tam przez pewien czas (5—10 minut). Pomiar wykazały, że po zaabsorbowaniu tlenu w pyrogallolu dowilgacanie gazu jest zbyt szkodliwym. Zakrapianie miernicy (jak

to się zwykle praktykuje) wodą nie jest polecenia godnym, ponieważ obecność wody z jednej strony fałszuje objętość gazu, a z drugiej strony szybkość nawilgacania gazu w miernicy jest znacznie wolniejsza, aniżeli w specjalnej pipecie o dużej powierzchni czynnej.

Jak wynika z przeprowadzonych pomiarów, analiza mieszaniny gazowej nie może podawać (w przypadku kompensatora mokrego) udziału poszczególnych składników (w %) z większą dokładnością jak na 0,1%, nawet gdybyśmy używali idealnie sprawnych odczynników absorbcyjnych tudzież, gdyby konstrukcja aparatu pozwalała na daleko idącą dokładność odczytów, a to z powodu różnych niespodzianek, jakie może sprawiać para wodna zarówno w pipetach absorbcyjnych, jak i w naczyniu kompensacyjnym. Należy pamiętać o tem, że ciśnienia pary wodnej nad poszczególnymi odczynnikami absorbcyjnymi są różne; ponadto redukcja objętości gazu w trakcie absorpcji, tudzież czas trwania absorpcji i nawilgacania mają wpływ na wielkość ciśnienia pary wodnej.

e) W każdym razie wskazanem jest, podczas ana-

lizowania unikać większych zmian temperatury płaszcza wodnego.

Na koniec warto wspomnieć o genezie niniejszego artykułu. Stowarzyszenie Dozoru Kotłów (Oddz. we Lwowie) zestawilo celowo przemysłany rozszerzony aparat Orsat'a z elementów wykonanych w całości w kraju (Fma Adolf Pfützner i Synowie we Lwowie). Próba aparatu (a w szczególności miernicy) odbywała się przez analizę powietrza drogą absorpcji w roztworze pyrogallolu. Dziwnym zbiegiem okoliczności w dniach próby wilgotność powietrza była znacznie mniejsza od 70%, a miernica aparatu była zupełnie sucha. W następstwie tego, zamiast 21% wykryto tylko 20,4% tlenu, pomimo bardzo starannej kilkakrotnej analizy. Ponieważ miernica wykonana była w kraju, więc pierwsze przypuszczenie było, że miernica została niedokładnie skalibrowana. Przypuszczenie to upadło po należytem wycechowaniu miernicy. I sprawa byłaby nadal niewyjaśniona, gdyby Dr. Jurkiewicz nie wprowadził był do miernicy kilku kropel wody, co z miejsca wynik analizy poprawiło.

Wiadomości z literatury technicznej.

Koleje.

— **Projekt wielkiej kolei północnej w Rosji.** Jako muryka niedalekiej przyszłości wylania się u Sowietów myśl budowy wielkiej kolei północnej, łączącej północno-wschodnią Rosję europejską z brzegami oceanu Spokojnego i morza Japońskiego, niezależnie od istniejącej drogi dłuższej Transsyberyjskiej.

Kolej tę nazwano także „Koleją trzech oceanów“. Przewidziana jest dla niej trakcja elektryczna. Koszta budowy wyniosą 1.200 do 2.000 milionów rubli. (*Railway Gazette* 8/1933).

— **Wielki nowoczesny dworzec centralny** został otwarty w pierwszej połowie r. 1933 w Cincinnati, Stanu Ohio Ameryki północnej.

Budowa dworca trwała 3-5 lat, koszta budowy wynosiły 41 milionów dolarów, zastępuje on dotychczasowych pięć dworców. Właścicielem jego jest siedm Towarzystw kolejowych. Nowa stacja posiada wszelkie nowoczesne urządzenia techniczne i odpowiada wszelkim wymogom.

W r. 1928 ilość pasażerów przyjeżdżających i wyjeżdżających z Cincinnati wynosiła dziennie przeciętnie 20.000. Korzystali oni z 100 pociągów z 1100 wagonami. (*Railway Age* 16/1933).

— **Żelazne podkłady kolejowe** wedle „Sprawozdania Szwajcarskich Kolei Związkowych“ konkurują skutecznie z drewnianymi. W Szwajcarii cena podkładu żelaznego wynosi 7-50 franków, zaś drewnianego 21-80 fr. Trwałość drzewa nasyconego wynosi 25 lat, żelaza zaś 35 lat. Koło ostatniej liczby należy postawić znak zapytania.

— **Typ parowozu bez ognia.** W Anglii na jednej 12 km długiej bocznicy, po której przechodziło średnio 15.000 wagonów rocznie, będą kursowały dwa parowozy nowego typu bez paleniska i komina, zamiast dotychczasowej obsługi czterema parowozami przetokowymi.

Ciężar własny parowozu (0-2-0) wynosi 25 ton. Zbiorniki parowe posiadają kształt walca o średnicy 1-52 m, długości 3-66 m. Napełnia się je w parowozowni. Ilość pary potrzebna do jednego napełnienia wynosi 590 kg. Okres pomiędzy dwoma napełnieniami wynosi 2 godziny, czas potrzebny do napełnienia wynosi 15 minut. Obsługuje jeden człowiek. (*Railway Gazette* 26/1932).

— **Nowy sposób przymocowywania szyn do podkładów** zaproponowano w Niemczech. Dotychczasowe sposoby przy-

mocowywania szyn do podkładów zaznaczają się niedomaganiami. Na podkładach drewnianych szyniak lub wkręt sprowadzają mechaniczne zużycie podkładu. Na podkładach żelaznych nawiercanie, a raczej wybijanie otworów daje początek rysom i łamaniu się blachy wierzchniej podkładu. Na żelazno-betonowych przymocowanie szyn do podkładów nie jest dotąd należyście rozwiązane.

Projektowany sposób każe do tego celu używać klamer żelaznych składanych, obejmujących od dołu podkład, od góry zaś podkładki i łapki, chwytające szyny. Klamry dolna i górna są połączone ze sobą przegubowo za pomocą bolców znajdujących się w wysokości górnej powierzchni podkładów. (*Gleistechnik* 5/1933). Co na to powie konserwacja toru?

Inż. A. W. Krüger.

NEKROLOGJA.

† **Śp. Inż. Teofil Dujanowicz.** W dniu 4 grudnia br. zmarł Kolega nasz śp. Inż. Teofil Dujanowicz ur. 3 XI 1861. Członkiem naszego Towarzystwa był śp. Zmarły od r. 1886, należał zatem do Jubilatów, których liczba z dnia na dzień maleje. W latach 1909 i 1910 wchodził również w skład Wydziału Głównego.

Po ukończeniu Politechniki wstąpił w r. 1885 w szeregi państwowej służby budowniczej w b. Galicji, spełniając służbę w szeregu miast powiatowych oraz w Departamencie technicznym ówczesnego Namiestnictwa. W okresie po r. 1918 kierował Oddziałem architektoniczno-budowlanego, następnie zaś Oddziałem wodnym Okręgowej Dyrekcji Robót Publicznych we Lwowie.

Cześć Jego pamięci!

Konkurs na stanowisko kierownika warsztatu.

Komitet Wojewódzki O. O. P. P. we Lwowie zamierza urządzić warsztat budowy i naprawy szyboców i poszukuje kierownika technicznego — z praktyką warsztatową.

Pierwszeństwo będą mieli kandydaci, obznajomieni z konstrukcjami lotniczymi, którzy się wykazą praktycznym wyszkoleniem w dziale obróbki drzewa. Wynagrodzenie wedle umowy.

Podania z załączonymi odpisami świadectw należy wnieść do Biura Komitetu Wojewódzkiego L. O. P. P. we Lwowie (ul. Podleskiego l. 3), do 31. grudnia 1933 r.

CZASOPISMO LOTNICZE

ORGAN LABORATORJUM AERODYNAMICZNEGO POLITECHNIKI LWOWSKIEJ I INSTYTUTU TECHNIKI SZYBOWNICTWA

DODATEK DO „CZASOPISMA TECHNICZNEGO“

KOMITET REDAKCYJNY:

Prof. Inż. STANISŁAW ŁUKASIEWICZ
Naczelny Kierownik I. T. S.

Dr. Inż. ZYGMUNT FUCHS
Kierownik Lab. Aerođ. Politechniki Lw.

REDAKTOR NACZELNY I ODPOWIEDZIALNY: Dr. Inż. ZYGMUNT FUCHS.

TREŚĆ: Dr. Inż. Zygmunt Fuchs: Pomiary usterzeń poziomych. Część druga. — Adam Nowotny: Profile płatów o małej wędrowce środka ciśnień. — Ł.: Znamienne wyczyny niemieckich szybowców o małej rozpiętości w r. 1933. na zawodach w Rhön i na szybowisku pod Królewcem. — Wiadomości z literatury lotniczej. — Paweł Painlevé (nekrolog).

Dr. Inż. Zygmunt Fuchs.

Pomiary usterzeń poziomych.

Część druga.

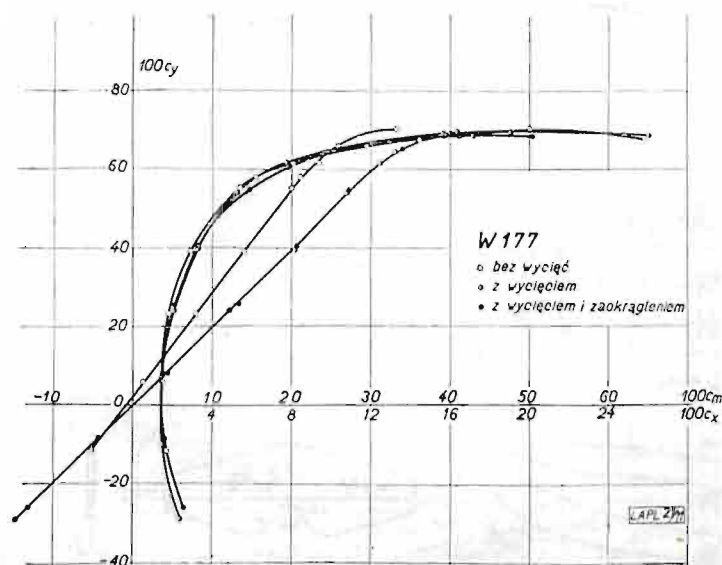
Mesures des empennages horizontaux.

Seconde partie.

Les mesures des empennages horizontaux aux profils: W 177 (Varsovie), G 409 (Göttingen) et M 3 (Amérique) au contour trapézoïdal, comme dans le Nr. 3. de cette édition: a) avec entaille sur l'empennage vertical, b) avec entaille comme sous a et avec l'arrondissement des pointes, — exécutées au Laboratoire Aérodynamique de l'École Politechnique de Lwów.

W nawiązaniu do ogłoszonych pomiarów usterzeń poziomych o obrysie trapezowym i profilach W 177, G 409 i M 3¹⁾ podajemy wyniki pomiarów przeprowa-

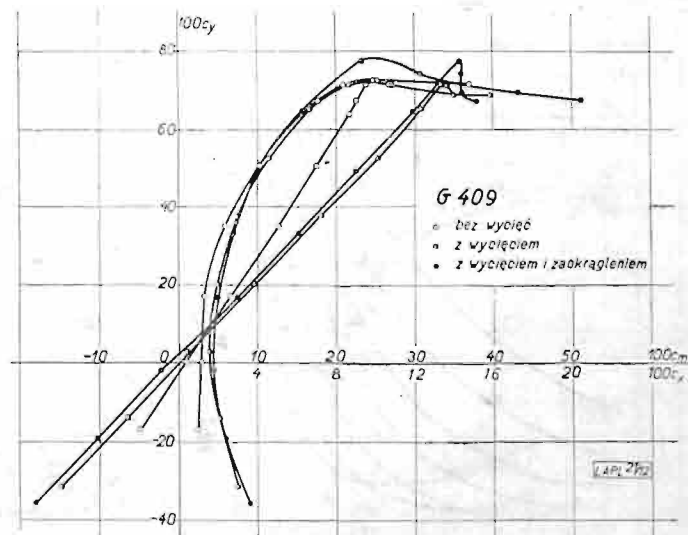
zachowano zgodnie z poprzednią publikacją. Zanalizowanie wyników pozostawiamy na czas późniejszy.



Ryc. 1.

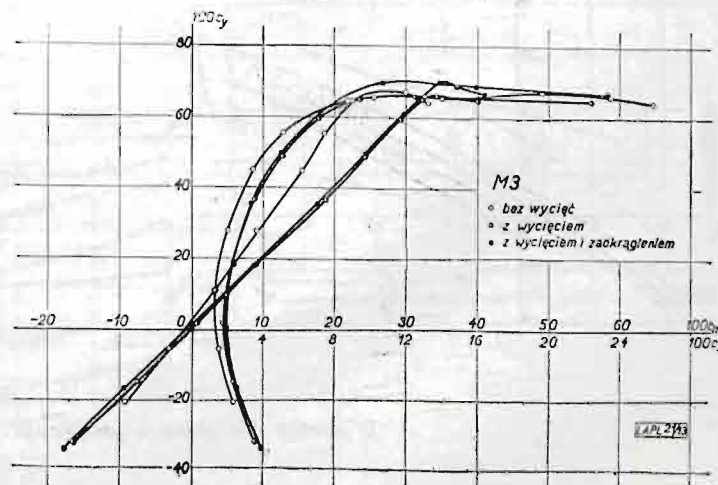
Porównanie biegunowych i wykresów momentów steru o profilu W 177 przy zmianie obrysu.

dzonych w Lab. Aer. P. Lw. na tych samych sterach zmienionych w ten sposób, że najpierw zaopatrzone je w wycięcie na ster kierunkowy, a następnie zaokrąglono końce usterzenia w sposób wskazany każdorazowo na odnośnych rysunkach. Wszelkie określenia i oznaczenia



Ryc. 2.

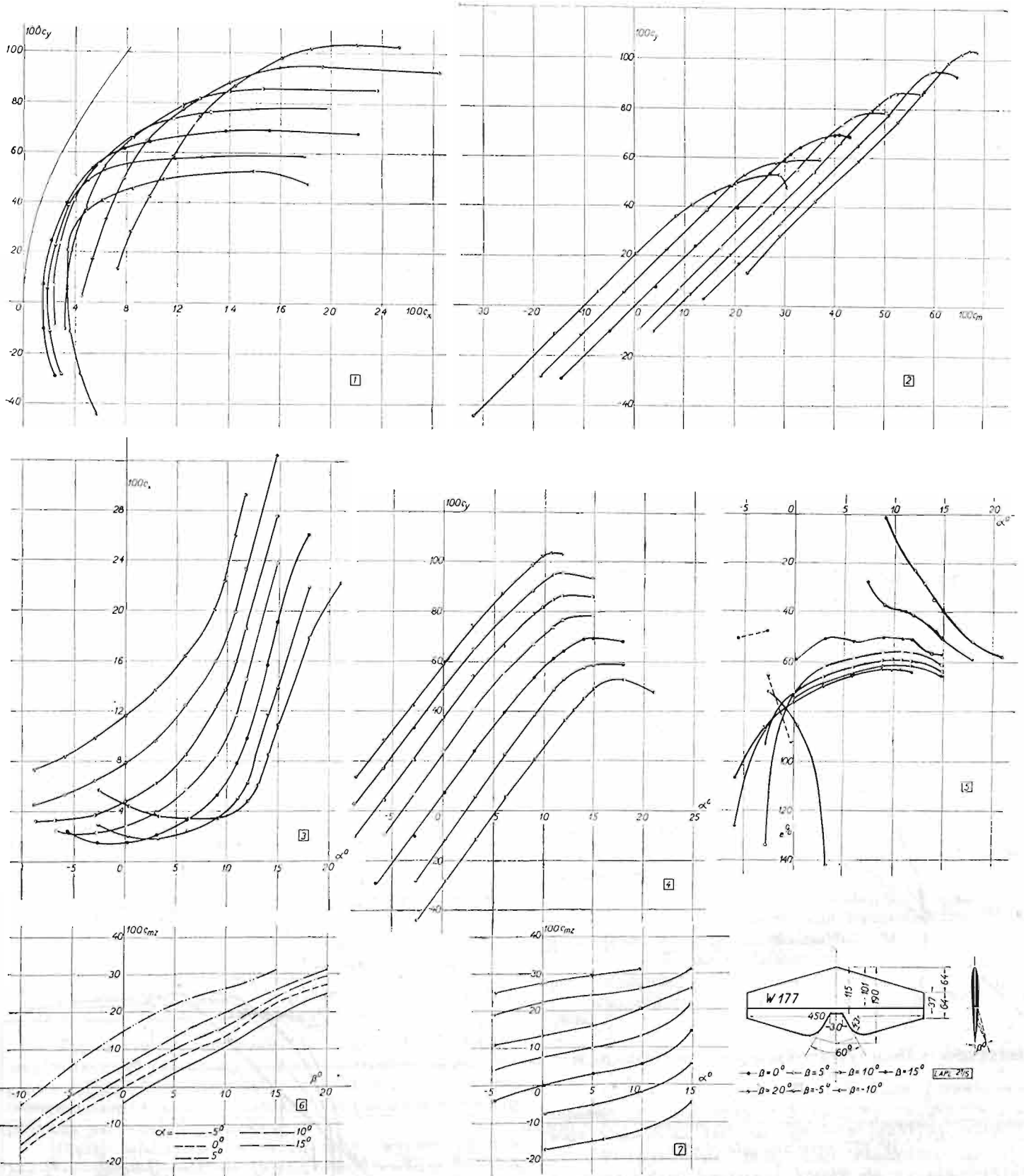
Porównanie biegunowych i wykresów momentów steru o profilu G 409 przy zmianie obrysu.



Rys. 3.

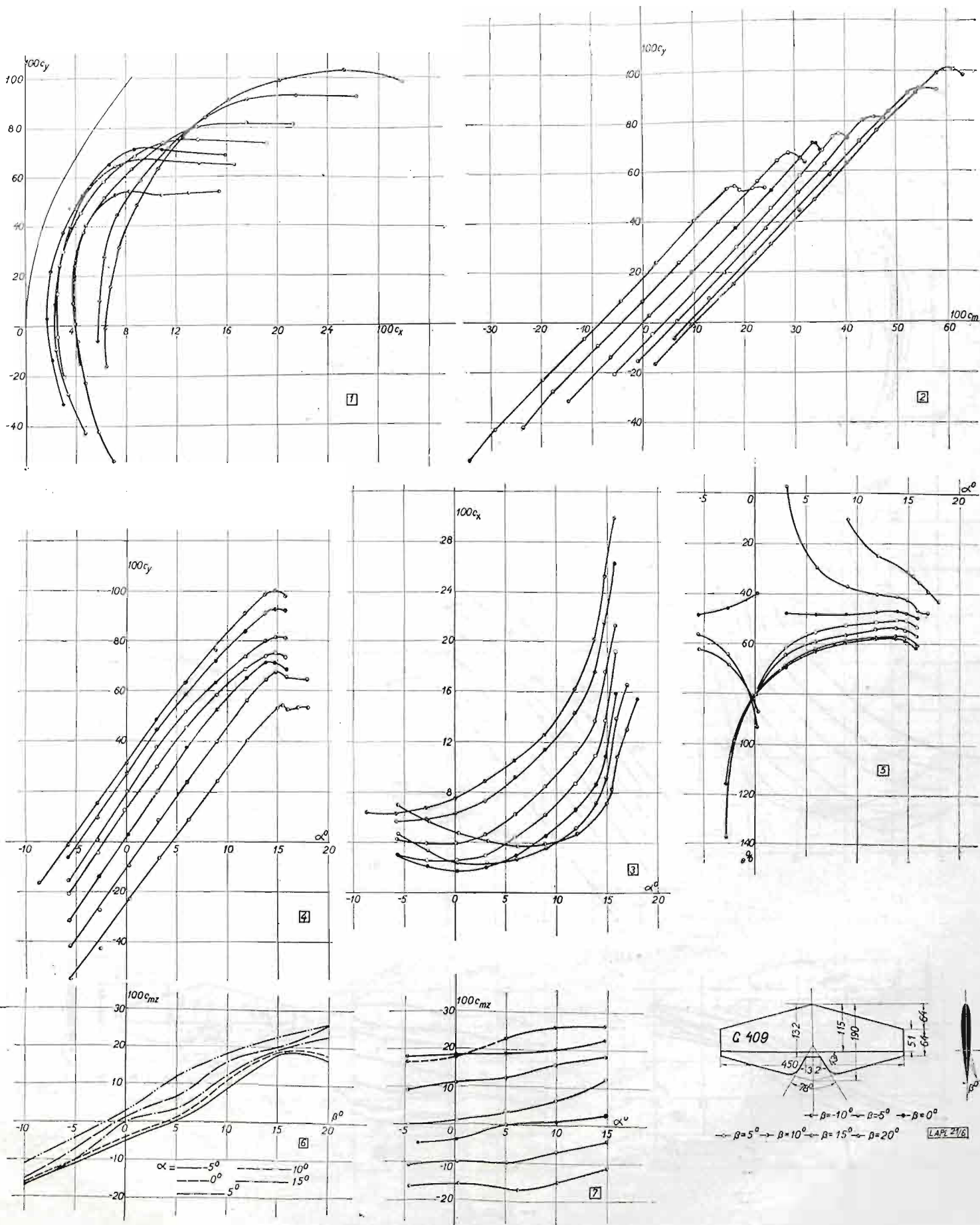
Porównanie biegunowych i wykresów momentów steru o profilu M 3 przy zmianie obrysu.

¹ Czasopismo Lotnicze 1933. Nr. 3. str. 27—32.



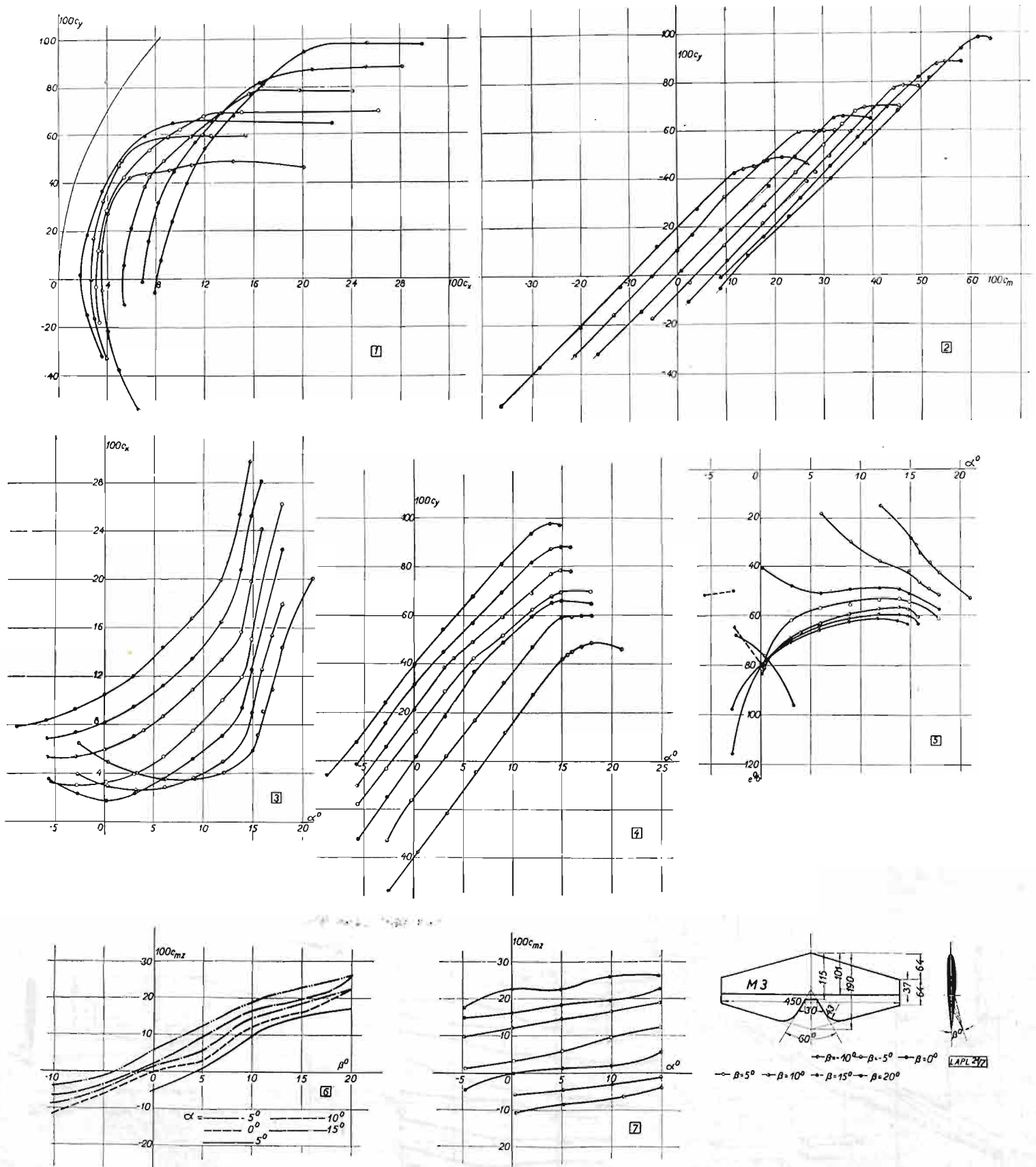
Ryc. 4.

Wykresy dla steru o profilu W 177 z wycięciem na ster kierunkowy.



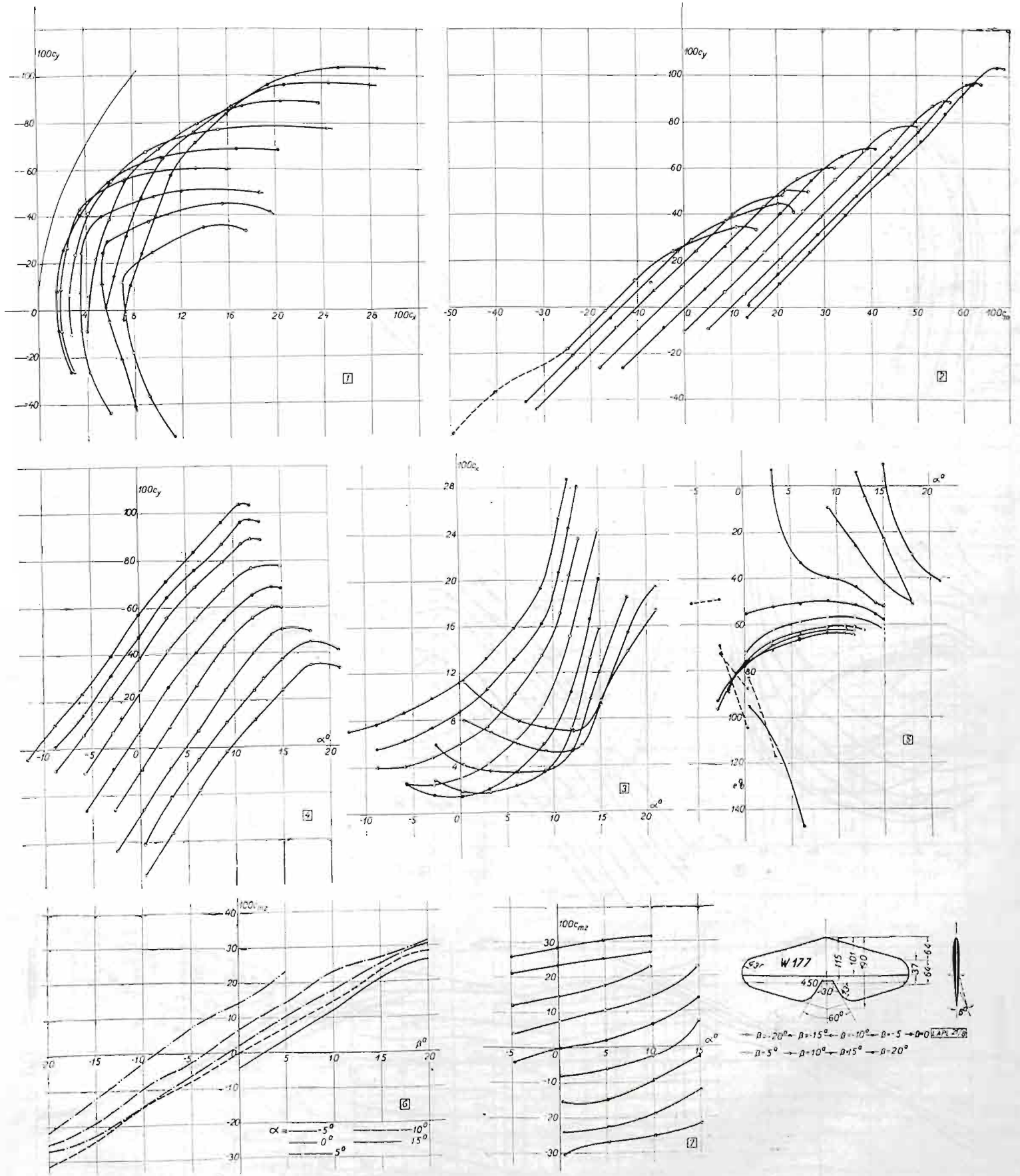
Ryc. 5.

Wykresy dla steru o profilu G 409 z wycięciem na ster kierunkowy.



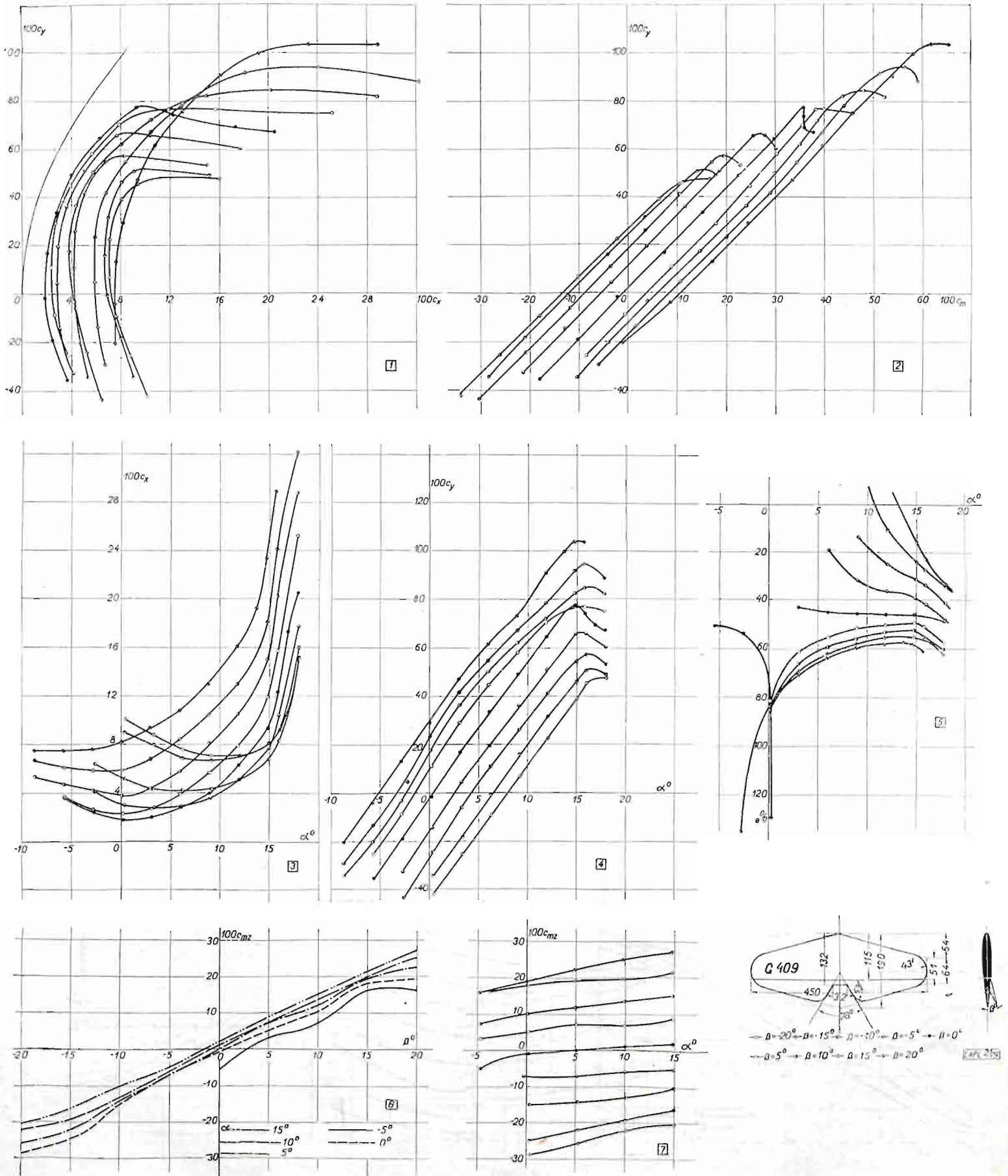
Ryc. 6.

Wykresy dla steru o profilu M 3 z wycięciem na ster kierunkowy.



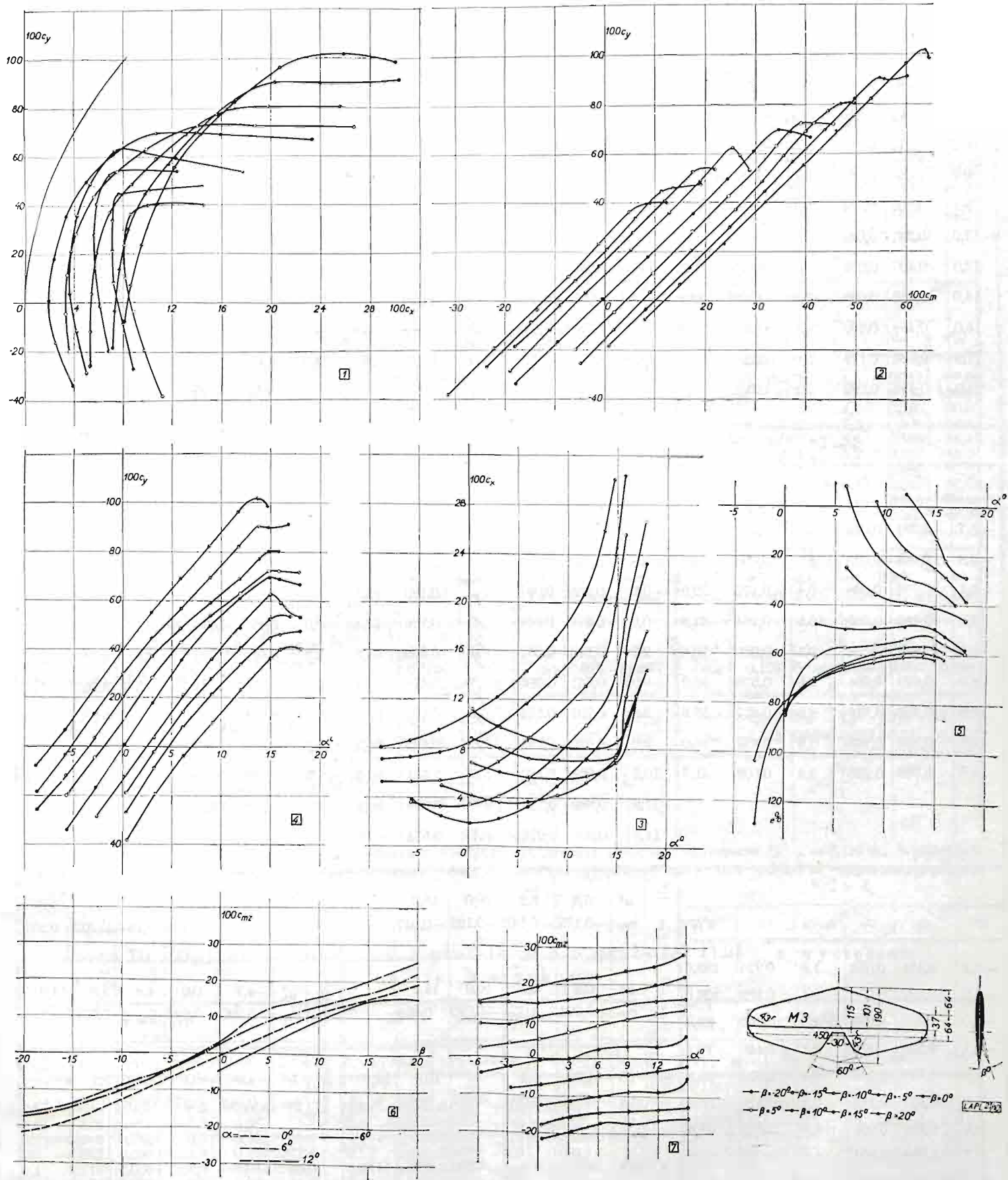
Ryc. 7.

Wykresy dla steru o profilu W 177 z wycięciem na ster kierunkowy i zaokrągleniem końców.



Ryc. 8.

Wylresy dla steru o profilu G 409 z wycięciem na ster kierunkowy i zaokrągleniem końców.



Ryc. 9.

Wykresy dla steru o profilu M 3 z wycięciem na ster kierunkowy i zaokrągleniem końców.

Tabela I. Opierzenie poziome o profilu W 177 o grubości 10‰ z wycięciem na ster kierunkowy.

$\beta = -10^\circ$						$\beta = -5^\circ$						$\beta = 0^\circ$					
α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$
-2,6	-0,444	0,057	-7,8	-0,320	71,9	-2,7	-0,284	0,029	-9,7	-0,186	65,3	-5,7	-0,291	0,024	-12,1	-0,147	50,5
0,3	-0,282	0,044	-6,4	-0,241	85,5	0,2	-0,115	0,020	-5,7	-0,106	92,2	-2,7	-0,102	0,015	-6,8	-0,049	47,6
3,2	-0,114	0,036	-3,2	-0,159	142,0	3,2	0,055	0,018	3,1	-0,021	-37,5	0,2	0,073	0,015	4,9	0,043	58,9
6,2	0,056	0,034	1,6	-0,072	-122,0	6,1	0,226	0,024	9,3	0,063	27,7	3,1	0,240	0,021	11,4	0,122	50,6
9,1	0,207	0,034	6,1	0,003	1,4	9,0	0,385	0,034	11,3	0,144	37,4	6,0	0,396	0,033	12,0	0,205	51,6
12,0	0,361	0,048	7,5	0,033	22,9	11,0	0,487	0,050	9,7	0,194	39,8	8,9	0,538	0,053	10,1	0,270	50,1
13,0	0,407	0,061	6,7	0,115	28,0	11,9	0,530	0,063	8,5	0,220	41,4	10,9	0,615	0,078	7,9	0,312	50,5
14,0	0,453	0,085	5,3	0,162	35,3	13,9	0,579	0,118	4,9	0,282	47,8	11,9	0,644	0,098	6,6	0,332	51,1
15,0	0,494	0,109	4,5	0,201	39,8	14,9	0,586	0,189	4,2	0,303	50,3	13,9	0,692	0,157	4,4	0,401	56,6
17,9	0,530	0,179	3,0	0,289	51,7	17,9	0,593	0,219	2,7	0,370	58,6	14,9	0,696	0,191	3,6	0,410	56,8
21,0	0,479	0,222	2,2	0,304	57,8							17,9	0,685	0,261	2,6	0,431	58,9

$\beta = 5^\circ$						$\beta = 10^\circ$						$\beta = 15^\circ$					
α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$
-5,7	-0,094	0,024	-3,9	0,010	-10,7	-8,7	-0,102	0,032	-3,2	0,038	-35,7	-8,8	0,026	0,045	0,6	0,137	721,0
-2,8	0,068	0,023	3,0	0,090	133,9	-5,8	0,044	0,033	1,3	0,111	270,7	-5,9	0,171	0,053	3,2	0,208	126,1
0,1	0,236	0,028	8,4	0,172	72,9	-2,9	0,205	0,037	5,5	0,189	93,1	-3,0	0,333	0,064	5,2	0,290	87,9
3,0	0,410	0,039	10,5	0,254	61,8	0,0	0,376	0,048	7,8	0,276	73,4	0,0	0,496	0,078	6,4	0,370	74,6
5,9	0,552	0,058	9,5	0,325	58,6	2,9	0,543	0,062	8,7	0,359	65,9	2,9	0,650	0,096	6,8	0,448	68,5
8,9	0,670	0,084	7,9	0,378	56,0	5,9	0,661	0,085	7,8	0,412	61,9	5,8	0,776	0,124	6,3	0,507	64,6
10,8	0,738	0,116	6,3	0,417	55,8	8,8	0,791	0,124	6,4	0,474	59,2	8,8	0,884	0,160	5,5	0,551	61,4
11,8	0,766	0,145	5,3	0,437	56,0	9,8	0,820	0,137	6,0	0,488	58,7	10,7	0,947	0,199	4,8	0,592	61,2
14,8	0,786	0,238	3,3	0,503	61,3	10,8	0,851	0,160	5,3	0,511	59,0	11,7	0,952	0,233	4,1	0,603	61,6
						11,8	0,863	0,186	4,6	0,524	59,4	14,8	0,932	0,325	2,9	0,646	65,6
						14,8	0,859	0,276	3,1	0,574	63,6						

$\beta = 20^\circ$						$\beta = -10^\circ$						$\beta = 10^\circ$						$\beta = 20^\circ$						
α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$	
-8,9	0,135	0,073	1,8	0,224	183,6	$\beta = -10^\circ$	α°	0,3	5,2	10,0	15,0	$\beta = 10^\circ$	α°	-4,7	0,0	4,9	9,8	14,8	$\beta = 20^\circ$	α°	-4,6	-0,1	4,8	9,7
-5,9	0,282	0,083	3,4	0,289	106,6	c_{mz}	-0,173	-0,148	-0,122	-0,047	c_{mz}	0,108	0,133	0,157	0,203	0,257	$\beta = 15^\circ$	α°	-4,7	0,0	4,8	9,8	14,8	
-3,0	0,423	0,098	4,3	0,360	86,3	$\beta = -5^\circ$	α°	0,2	5,1	10,0	14,9	c_{mz}	0,200	0,222	0,241	0,257	0,310	$\beta = 20^\circ$	c_{mz}	0,248	0,273	0,294	0,310	
-0,1	0,588	0,116	5,1	0,448	76,2	$\beta = 0^\circ$	α°	-4,7	0,2	5,0	10,0	14,9	$\beta = 20^\circ$	α°	-4,6	-0,1	4,8	9,7						
2,8	0,747	0,137	5,4	0,526	69,8	c_{mz}	-0,040	0,000	0,027	0,053	0,143		c_{mz}	0,248	0,273	0,294	0,310							
5,8	0,872	0,164	5,3	0,579	65,5	$\beta = 5^\circ$	α°	-4,8	0,1	4,9	9,9	14,8												
8,7	0,986	0,201	4,9	0,628	62,5	c_{mz}	0,040	0,074	0,099	0,130	0,216													
9,7	1,022	0,224	4,6	0,656	62,8																			
10,7	1,038	0,260	4,0	0,673	63,0																			
11,7	1,032	0,293	3,5	0,686	64,2																			

Rozpiętość $b = 0,45 \text{ m}$, powierzchnia opierzenia $F = 0,052 \text{ m}^2$, średnia głębokość opierzenia $t_{br. op.} = 0,115 \text{ m}$, wydłużenie $\lambda = b^2/F = 3,89$, powierzchnia steru $f = 0,020 \text{ m}^2$, stosunek $f/F = 0,38$, średnia głębokość steru $t_{br. st.} = 0,041 \text{ m}$, ciśnienie prędkości $q = 56,25 \text{ mm}$ słupa wody.

Tabela II. Opierzenie poziome o profilu G 409 o grubości 12,7% z wycięciem na ster kierunkowy.

$\beta = -10^\circ$						$\beta = -5^\circ$						$\beta = 0^\circ$					
α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^0/0$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^0/0$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^0/0$
-5,5	-0,552	0,070	-7,9	-0,345	62,0	-5,6	-0,418	0,047	-8,9	-0,237	56,3	-5,6	-0,313	0,030	-10,4	-0,149	47,4
-2,6	-0,427	0,057	-7,5	-0,293	68,4	-2,7	-0,275	0,033	-8,2	-0,178	64,5	-2,7	-0,139	0,021	-6,6	-0,064	45,7
0,3	-0,229	0,047	-4,8	-0,199	87,0	0,2	-0,096	0,024	-4,0	-0,089	93,0	0,2	0,030	0,017	1,8	0,012	39,9
3,2	-0,066	0,041	-1,6	-0,117	132,7	3,1	0,086	0,024	3,6	-0,002	-2,6	3,1	0,202	0,020	10,1	0,097	47,8
6,1	0,090	0,037	2,3	-0,045	-48,0	6,1	0,240	0,027	8,9	0,071	29,5	6,0	0,376	0,030	12,5	0,182	48,3
9,1	0,242	0,039	6,1	0,025	10,4	9,0	0,399	0,036	11,1	0,148	37,0	8,9	0,526	0,046	11,4	0,253	48,1
12,0	0,405	0,047	8,5	0,100	24,7	11,9	0,562	0,052	10,9	0,226	40,3	11,9	0,653	0,067	9,7	0,309	47,3
14,9	0,531	0,072	7,4	0,165	31,1	13,9	0,645	0,072	9,0	0,265	41,2	13,8	0,715	0,087	8,2	0,335	46,8
15,4	0,544	0,083	6,6	0,180	33,0	14,9	0,675	0,092	7,3	0,287	42,5	14,8	0,713	0,109	6,5	0,342	47,7
15,9	0,526	0,109	4,8	0,190	35,5	15,9	0,655	0,139	4,7	0,311	46,6	15,9	0,688	0,159	4,3	0,350	49,6
16,9	0,534	0,130	4,1	0,215	39,1	16,9	0,647	0,166	3,9	0,320	48,0						
17,9	0,536	0,154	3,5	0,241	43,2												

$\beta = 5^\circ$						$\beta = 10^\circ$						$\beta = 15^\circ$					
α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^0/0$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^0/0$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^0/0$
-5,7	-0,207	0,030	-6,8	-0,057	27,4	-5,7	-0,153	0,043	-3,6	-0,010	6,5	-5,8	-0,063	0,057	-1,1	0,062	-89,8
-2,8	-0,046	0,026	-1,8	0,018	-38,7	-2,8	0,007	0,039	0,2	0,068	1700,0	-2,8	0,098	0,059	1,7	0,130	136,8
0,1	0,128	0,025	5,0	0,100	78,2	0,1	0,201	0,039	5,1	0,161	80,1	0,1	0,275	0,063	4,4	0,220	80,0
3,0	0,300	0,030	10,0	0,184	61,4	3,0	0,376	0,047	8,0	0,243	64,5	3,0	0,446	0,073	6,2	0,309	68,8
6,0	0,454	0,045	10,2	0,252	55,3	5,9	0,516	0,063	8,2	0,307	59,1	5,9	0,587	0,092	6,4	0,368	62,1
8,9	0,584	0,062	9,4	0,310	52,6	8,9	0,635	0,086	7,5	0,360	56,2	8,8	0,720	0,114	6,3	0,427	58,6
11,9	0,687	0,087	7,8	0,354	51,3	11,8	0,739	0,111	6,7	0,403	54,0	11,8	0,841	0,143	5,9	0,487	57,2
13,8	0,741	0,110	6,7	0,376	50,4	13,8	0,804	0,137	5,9	0,435	53,4	13,7	0,911	0,176	5,2	0,524	56,5
14,8	0,751	0,137	5,5	0,387	50,9	14,8	0,818	0,176	4,6	0,457	54,7	14,7	0,929	0,215	4,3	0,545	57,2
15,8	0,736	0,192	3,8	0,405	53,2	15,8	0,814	0,213	3,8	0,477	56,7	15,7	0,925	0,263	3,5	0,580	60,3

$\beta = 20^\circ$						$\beta = -10^\circ$						$\beta = 10^\circ$							
α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^0/0$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^0/0$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^0/0$		
-8,7	-0,164	0,064	-2,6	0,024	-13,9	$\beta = -10^\circ$	α°	-4,5	0,3	5,2	10,0	14,9	$\beta = 10^\circ$	α°	-4,7	0,1	5,0	9,9	14,8
-5,8	-0,012	0,063	-0,2	0,095	-527,8	C_{mz}	C_{mz}	-0,165	-0,158	-0,170	-0,151	-0,100	C_{mz}	C_{mz}	0,090	0,109	0,126	0,161	0,182
-2,9	0,154	0,068	2,3	0,178	115,6	$\beta = -5^\circ$	α°	-4,6	0,2	5,1	10,0	14,9	$\beta = 15^\circ$	α°	-4,8	0,1	4,9	9,8	14,7
0,0	0,313	0,075	4,2	0,252	80,5	C_{mz}	C_{mz}	-0,109	-0,100	-0,100	-0,070	-0,039	C_{mz}	C_{mz}	0,178	0,184	0,189	0,200	0,226
3,0	0,486	0,089	5,5	0,338	69,1	$\beta = 0^\circ$	α°	-4,7	0,2	5,0	9,9	14,8	$\beta = 20^\circ$	α°	-4,8	0,0	4,9	9,8	14,7
5,9	0,634	0,106	6,0	0,403	62,8	C_{mz}	C_{mz}	-0,049	-0,040	0,000	0,010	0,029	C_{mz}	C_{mz}	0,165	0,179	0,228	0,261	0,263
8,8	0,764	0,126	6,1	0,462	59,7	$\beta = 5^\circ$	α°	-4,7	0,1	5,0	9,9	14,8							
11,7	0,914	0,162	5,6	0,539	58,1	C_{mz}	C_{mz}	0,000	0,010	0,035	0,067	0,123							
13,7	0,988	0,202	4,9	0,581	57,6														
14,7	1,003	0,253	4,0	0,612	59,2														
15,7	0,982	0,299	3,3	0,632	61,6														

Rozpiętość $b = 0,45$ m, powierzchnia opierzenia $F = 0,0536$ m², średnia głębokość opierzenia $t_{sr.op.} = 0,119$ m, wydłużenie $\lambda = b^2/F = 3,78$, powierzchnia steru $f = 0,015$ m², stosunek $f/F = 0,28$, średnia głębokość steru $t_{sr.st.} = 0,033$ m, ciśnienie prędkości $q = 56,25$ mm słupa wody.

Tabela III. Opierzenie poziome o profilu M 3 o grubości 11,94% z wycięciem na ster kierunkowy.

$\beta = -10^\circ$						$\beta = -5^\circ$						$\beta = 0^\circ$						
α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^0/0$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^0/0$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^0/0$	
-2,5	-0,538	0,065	-8,3	-0,366	67,7	-2,6	-0,329	0,039	-8,3	-0,214	64,8	-5,6	-0,319	0,035	-9,0	-0,166	51,7	
0,4	-0,376	0,049	-7,6	-0,285	75,9	0,3	-0,163	0,029	-5,5	-0,132	81,0	-2,7	-0,149	0,023	-6,4	-0,075	50,0	
3,3	-0,213	0,040	-5,3	-0,202	96,0	3,2	-0,002	0,026	-0,1	-0,053	-1558,8	0,2	0,017	0,017	1,0	0,007	40,9	
6,2	-0,047	0,035	-1,3	-0,119	277,4	6,1	0,167	0,028	5,9	0,031	18,3	3,1	0,184	0,023	7,9	0,089	48,1	
9,1	0,116	0,035	3,3	-0,042	35,0	9,0	0,322	0,036	8,9	0,097	30,0	6,0	0,366	0,035	10,3	0,188	51,1	
12,1	0,273	0,040	6,7	0,041	14,9	12,0	0,470	0,049	9,5	0,178	37,9	9,0	0,490	0,051	9,5	0,243	49,4	
15,0	0,420	0,059	7,2	0,118	28,0	14,9	0,593	0,090	6,6	0,251	42,1	11,9	0,598	0,071	8,4	0,293	48,8	
15,5	0,439	0,072	6,1	0,136	30,7	15,9	0,595	0,125	4,7	0,282	46,5	13,9	0,652	0,094	6,9	0,323	49,3	
16,0	0,451	0,091	4,9	0,157	34,2	16,9	0,598	0,154	3,9	0,304	49,3	14,9	0,660	0,125	5,3	0,343	51,2	
17,0	0,474	0,109	4,3	0,186	38,3	17,9	0,601	0,179	3,3	0,325	51,8	17,9	0,649	0,224	2,9	0,399	58,1	
17,9	0,487	0,143	3,4	0,216	42,6													
21,0	0,461	0,201	2,3	0,266	53,0													

$\beta=5^{\circ}$						$\beta=10^{\circ}$						$\beta=15^{\circ}$					
α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$
-5,7	-0,179	0,033	-5,3	-0,052	28,7	-5,7	-0,102	0,053	-1,9	0,022	-20,7	-5,8	-0,012	0,069	-0,2	0,088	-463,2
-2,8	-0,032	0,030	-1,1	0,025	-53,6	-2,8	0,057	0,053	1,1	0,102	188,9	-2,9	0,156	0,074	2,1	0,176	115,8
0,1	0,119	0,032	3,7	0,096	81,3	0,1	0,211	0,060	3,5	0,176	83,4	0,0	0,316	0,082	3,9	0,253	80,1
3,1	0,286	0,039	7,3	0,178	61,9	3,0	0,384	0,071	5,4	0,267	69,0	3,0	0,449	0,095	4,7	0,316	69,8
6,0	0,424	0,053	7,9	0,244	57,1	4,0	0,424	0,075	5,7	0,285	66,6	5,9	0,570	0,112	5,1	0,372	64,2
8,9	0,537	0,075	7,2	0,302	55,6	6,0	0,492	0,087	5,7	0,314	63,0	8,9	0,696	0,134	5,2	0,433	61,1
11,9	0,625	0,100	6,2	0,341	53,9	8,9	0,594	0,109	5,4	0,358	59,3	11,8	0,818	0,165	5,0	0,498	59,6
13,9	0,680	0,119	5,7	0,367	53,3	11,9	0,694	0,133	5,2	0,405	57,4	13,8	0,871	0,208	4,2	0,536	59,9
14,9	0,696	0,151	4,6	0,387	54,4	13,8	0,772	0,157	4,9	0,447	56,8	14,8	0,879	0,253	3,5	0,552	60,4
17,9	0,699	0,263	2,7	0,458	61,4	14,8	0,786	0,198	4,0	0,467	57,6	15,8	0,879	0,282	3,1	0,586	63,6
						15,8	0,782	0,242	3,2	0,498	60,9						

$\beta=20^{\circ}$						$\beta=10^{\circ}$						$\beta=15^{\circ}$							
α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$	α°	C_{mz}	0,4	5,2	10,1	15,0	α°	C_{mz}	-4,8	0,1	5,0	9,9	14,8	
-8,8	-0,052	0,079	-0,7	0,088	-127,5	$\beta=10^{\circ}$	α°	-0,108	-0,084	-0,065	-0,039	$\beta=15^{\circ}$	α°	0,097	0,121	0,144	0,165	0,188	
-5,8	0,077	0,084	0,9	0,145	213,2	$\beta=10^{\circ}$	C_{mz}	0,3	5,1	10,0	14,9	$\beta=15^{\circ}$	α°	0,148	0,163	0,183	0,194	0,225	
-2,9	0,240	0,093	2,6	0,229	97,4	$\beta=10^{\circ}$	α°	-0,058	-0,046	-0,032	-0,013	$\beta=15^{\circ}$	C_{mz}	-4,8	0,0	4,9	9,8	14,8	
0,0	0,398	0,105	3,8	0,316	79,4	$\beta=10^{\circ}$	C_{mz}	-0,045	0,000	0,013	0,019	0,056	$\beta=15^{\circ}$	α°	-4,9	0,0	4,9	9,8	14,7
2,9	0,543	0,120	4,5	0,387	70,6	$\beta=10^{\circ}$	α°	-4,7	0,2	5,0	9,9	14,9	$\beta=20^{\circ}$	α°	0,175	0,226	0,224	0,259	0,261
5,9	0,681	0,143	4,7	0,455	65,8	$\beta=10^{\circ}$	C_{mz}	-0,045	0,000	0,013	0,019	0,056	$\beta=20^{\circ}$	C_{mz}	-4,7	0,1	5,0	9,9	14,9
8,8	0,813	0,168	4,8	0,519	62,6	$\beta=10^{\circ}$	α°	0,013	0,032	0,057	0,094	0,122	$\beta=20^{\circ}$	C_{mz}	0,013	0,032	0,057	0,094	0,122
11,7	0,985	0,199	4,7	0,586	61,4	$\beta=10^{\circ}$	α°	-4,7	0,1	5,0	9,9	14,9	$\beta=20^{\circ}$	α°	-4,7	0,1	5,0	9,9	14,9
13,7	0,967	0,254	3,8	0,621	62,2	$\beta=10^{\circ}$	C_{mz}	0,013	0,032	0,057	0,094	0,122	$\beta=20^{\circ}$	C_{mz}	0,013	0,032	0,057	0,094	0,122
14,7	0,972	0,298	3,3	0,646	63,6	$\beta=10^{\circ}$	α°	-4,7	0,1	5,0	9,9	14,9	$\beta=20^{\circ}$	C_{mz}	0,013	0,032	0,057	0,094	0,122

Rozpiętość $b=0,45\text{ m}$, powierzchnia opierzenia $F=0,0520\text{ m}^2$, średnia głębokość opierzenia $t_{sr. op.}=0,115\text{ m}$, wydłużenie $\lambda=b^2/F=3,89$, powierzchnia steru $f=0,020\text{ m}^2$, stosunek $f/F=0,38$, średnia głębokość steru $t_{sr. st.}=0,044\text{ m}$, ciśnienie prędkości $q=56,25\text{ mm}$ słupa wody.

Tabela IV. Opierzenie poziome o profilu W 177 o grubości 10% z wycięciem na ster kierunkowy i z zaokrągleniem końców.

$\beta=-20^{\circ}$						$\beta=-15^{\circ}$						$\beta=-10^{\circ}$					
α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$
0,4	-0,543	0,113	-4,8	-0,496	91,5	0,4	-0,409	0,080	-5,1	-0,339	83,0	-2,6	-0,437	0,059	-7,4	-0,317	72,4
3,4	-0,365	0,092	-4,0	-0,405	112,8	3,3	-0,207	0,069	-3,0	-0,238	117,2	0,3	-0,263	0,042	-6,3	-0,230	87,5
6,3	-0,179	0,079	-2,3	-0,249	147,3	6,2	-0,049	0,059	-0,8	-0,158	367,4	3,2	-0,087	0,036	-2,4	-0,146	171,8
9,2	-0,017	0,073	-0,2	-0,168	3360,0	9,1	0,108	0,053	2,0	-0,071	62,3	6,2	0,073	0,035	2,1	-0,064	-84,2
12,1	0,117	0,070	1,7	-0,106	-82,2	12,1	0,242	0,054	4,5	-0,014	-5,9	9,1	0,244	0,036	6,8	0,024	9,7
15,1	0,244	0,096	2,5	-0,024	-9,2	13,1	0,292	0,058	5,0	0,015	5,0	12,0	0,400	0,053	7,5	0,104	25,9
18,0	0,348	0,139	2,5	0,111	29,7	15,0	0,374	0,093	4,0	0,088	22,9	14,0	0,482	0,098	4,9	0,210	42,7
21,0	0,384	0,174	1,9	0,154	41,2	18,0	0,449	0,155	2,9	0,201	42,3	15,0	0,505	0,121	4,2	0,217	41,8
						21,0	0,412	0,195	2,1	0,234	51,4	18,0	0,496	0,186	2,7	0,266	50,3

$\beta=-5^{\circ}$						$\beta=0^{\circ}$						$\beta=5^{\circ}$					
α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$
-2,7	-0,261	0,029	-9,0	-0,181	69,1	-5,7	-0,261	0,026	-10,0	-0,132	50,4	-5,7	-0,104	0,027	-3,8	0,000	0,0
0,2	-0,092	0,019	-4,8	-0,096	104,4	-2,7	-0,087	0,016	-5,4	-0,043	48,9	-2,8	0,066	0,025	2,6	0,086	132,3
3,1	0,087	0,018	4,8	-0,006	-6,8	0,2	0,080	0,015	5,3	0,044	55,0	0,1	0,237	0,031	7,4	0,171	72,1
6,1	0,264	0,024	11,0	0,087	32,9	3,1	0,266	0,021	12,2	0,134	52,1	3,0	0,412	0,042	9,8	0,255	61,7
9,0	0,430	0,035	12,3	0,170	39,5	6,0	0,404	0,035	11,5	0,206	50,7	5,9	0,550	0,062	8,9	0,324	58,6
11,9	0,553	0,072	7,7	0,244	43,9	8,9	0,546	0,059	9,2	0,273	49,8	8,9	0,675	0,091	7,4	0,386	56,7
13,9	0,602	0,133	4,5	0,311	50,5	11,9	0,652	0,104	6,3	0,339	51,4	11,8	0,769	0,152	5,1	0,446	56,9
14,9	0,600	0,159	3,8	0,323	52,0	13,9	0,637	0,167	4,1	0,393	55,6	14,8	0,779	0,244	3,2	0,506	62,1
						1,9	0,684	0,202	3,4	0,411	57,6						

$\beta = 10^\circ$						$\beta = 15^\circ$						$\beta = 20^\circ$					
α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$
-8,7	-0,092	0,040	-2,3	0,051	-52,6	-8,8	0,010	0,066	0,2	0,137	7611,1	-11,8	-0,043	0,071	-0,6	0,134	-239,3
-5,8	0,057	0,041	1,4	0,128	241,5	-5,9	0,144	0,063	2,3	0,200	146,0	-8,8	0,103	0,077	1,3	0,204	226,7
-2,9	0,217	0,048	4,5	0,207	96,3	-2,9	0,313	0,074	4,2	0,286	92,9	-5,9	0,238	0,087	2,7	0,269	118,0
0,0	0,388	0,060	6,5	0,293	75,5	0,0	0,477	0,087	5,5	0,370	77,6	-3,0	0,395	0,099	4,0	0,346	88,9
2,9	0,558	0,074	7,5	0,376	67,0	2,9	0,647	0,106	6,1	0,447	68,7	-0,1	0,574	0,112	5,1	0,438	76,3
5,9	0,689	0,102	6,7	0,443	63,7	5,8	0,760	0,132	5,8	0,504	65,5	2,9	0,715	0,133	5,4	0,510	70,7
8,8	0,797	0,135	5,9	0,492	60,9	8,8	0,870	0,163	5,3	0,553	62,5	5,8	0,837	0,159	5,3	0,563	66,3
10,8	0,870	0,172	5,1	0,536	60,4	10,7	0,962	0,208	4,6	0,609	61,9	8,7	0,962	0,194	5,0	0,622	63,5
11,8	0,893	0,205	4,4	0,558	60,9	11,7	0,971	0,246	3,9	0,627	62,6	10,7	1,039	0,254	4,1	0,675	63,2
12,8	0,887	0,237	3,7	0,573	62,5	12,7	0,964	0,281	3,4	0,641	64,0	11,7	1,035	0,287	3,6	0,690	64,4

$\beta = -20^\circ$	α°	c_{mz}	$\beta = -15^\circ$	α°	c_{mz}	$\beta = 10^\circ$	α°	c_{mz}	$\beta = 15^\circ$	α°	c_{mz}	$\beta = 20^\circ$	α°	c_{mz}		
	0,4	5,3	10,2	15,1			0,2	5,1	10,0	14,9			-4,8	0,0	4,9	9,8
	-0,304	-0,267	-0,252	-0,215			-0,080	-0,061	-0,027	0,073			0,121	0,146	0,176	0,228

$\beta = -15^\circ$	α°	c_{mz}	$\beta = 0^\circ$	α°	c_{mz}	$\beta = 10^\circ$	α°	c_{mz}	$\beta = 15^\circ$	α°	c_{mz}	$\beta = 20^\circ$	α°	c_{mz}		
	0,4	5,2	10,1	15,0			-4,7	0,2	5,0	9,9	14,9		-4,9	0,0	4,8	9,8
	-0,241	-0,226	-0,188	-0,121			-0,040	-0,000	0,020	0,066	0,187		0,212	0,234	0,253	0,269

$\beta = -10^\circ$	α°	c_{mz}	$\beta = 5^\circ$	α°	c_{mz}	$\beta = 10^\circ$	α°	c_{mz}	$\beta = 15^\circ$	α°	c_{mz}	$\beta = 20^\circ$	α°	c_{mz}		
	0,3	5,2	10,1	15,0			-4,8	0,1	5,0	9,9	14,8		-4,9	-0,1	4,8	9,7
	-0,153	-0,148	-0,094	-0,027			0,040	0,074	0,106	0,143	0,228		0,260	0,285	0,305	0,315

Rozpiętość $b = 0,45\text{ m}$, powierzchnia opierzenia $F = 0,0511\text{ m}^2$, średnia głębokość opierzenia $t_{sr. op.} = 0,1135\text{ m}$, wydłużenie $\lambda = b^2/F = 3,96$, powierzchnia steru $f = 0,0195\text{ m}^2$, stosunek $f/F = 0,38$, średnia głębokość steru $t_{sr. st.} = 0,0436\text{ m}$, ciśnienie prędkości $q = 56,25\text{ mm}$ słupa wody.

Tabela V. Opierzenie poziome o profilu G 409 o grubości 12,7% z wycięciem na ster kierunkowy i z zaokrągleniem końców.

$\beta = -20^\circ$						$\beta = -15^\circ$						$\beta = -10^\circ$					
α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$
0,4	-0,421	0,101	-4,2	-0,342	81,4	0,4	-0,344	0,090	-3,8	-0,234	82,7	-2,6	-0,436	0,064	-6,8	-0,304	69,4
3,3	-0,254	0,088	-2,9	-0,262	105,6	3,3	-0,182	0,080	-2,3	-0,208	116,8	0,3	-0,244	0,052	-4,7	-0,209	85,8
6,2	-0,093	0,076	-1,2	-0,180	214,3	6,2	-0,008	0,069	-0,1	-0,123	1230,0	3,2	-0,061	0,043	-1,4	-0,119	201,7
9,2	0,067	0,071	0,9	-0,102	-132,5	9,1	0,158	0,067	2,4	-0,041	-24,5	6,1	0,109	0,042	2,6	-0,036	-32,1
12,1	0,224	0,071	3,1	-0,022	-9,4	12,0	0,315	0,070	4,5	0,035	10,8	9,1	0,259	0,043	6,0	0,036	13,7
15,0	0,391	0,081	4,8	0,064	16,0	15,0	0,463	0,081	5,7	0,113	24,1	12,0	0,413	0,051	8,1	0,104	25,1
16,0	0,455	0,094	4,8	0,106	22,9	15,9	0,509	0,091	5,6	0,142	27,6	14,9	0,546	0,068	8,0	0,170	31,2
18,0	0,476	0,160	3,0	0,167	33,3	18,0	0,492	0,152	3,2	0,178	34,6	15,9	0,574	0,083	6,9	0,194	33,7
												17,9	0,534	0,150	3,6	0,229	41,3

$\beta = -5^\circ$						$\beta = 0^\circ$						$\beta = 5^\circ$					
α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^\circ/\%$
-2,6	-0,327	0,041	-8,0	-0,214	65,0	-5,6	-0,355	0,036	-9,9	-0,181	50,8	-5,7	-0,253	0,037	-6,8	-0,085	33,2
0,3	-0,145	0,030	-4,8	-0,128	88,3	-2,7	-0,190	0,024	-7,9	-0,103	53,9	-2,7	-0,088	0,026	-3,4	-0,006	6,7
3,2	0,042	0,028	1,5	-0,034	-79,1	0,2	-0,017	0,018	-0,9	-0,022	129,9	0,1	0,109	0,023	4,7	0,089	81,6
6,1	0,194	0,029	6,7	0,038	19,4	3,1	0,168	0,020	8,4	0,074	43,8	3,1	0,290	0,027	10,7	0,178	61,4
9,0	0,360	0,036	10,0	0,116	32,1	6,0	0,335	0,028	12,0	0,152	45,2	6,0	0,446	0,039	11,4	0,248	55,5
11,9	0,510	0,051	10,0	0,186	36,5	9,0	0,492	0,040	12,3	0,225	45,7	8,9	0,583	0,057	10,2	0,303	51,8
14,9	0,659	0,077	8,6	0,255	38,8	11,9	0,647	0,063	10,3	0,298	46,1	11,9	0,703	0,079	8,9	0,356	50,6
15,9	0,660	0,104	6,3	0,279	42,1	14,8	0,775	0,093	8,3	0,353	46,3	14,8	0,767	0,119	6,4	0,383	49,7
17,9	0,605	0,177	3,4	0,302	47,9	15,8	0,741	0,123	6,0	0,359	48,1	15,8	0,767	0,157	4,9	0,401	51,3
						16,9	0,694	0,173	4,0	0,360	50,4	17,8	0,761	0,252	3,0	0,457	57,7
						17,9	0,674	0,205	3,3	0,379	53,8						

$\beta=10^{\circ}$						$\beta=15^{\circ}$						$\beta=20^{\circ}$							
α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^{\circ}/\%$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^{\circ}/\%$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^{\circ}/\%$		
-8,6	-0,345	0,053	-6,5	-0,104	29,8	-8,6	-0,293	0,067	-4,4	-0,060	20,0	-8,7	-0,204	0,075	-2,7	-0,012	5,1		
-5,7	-0,202	0,047	-4,3	-0,040	19,4	-5,7	-0,135	0,061	-2,2	0,017	-12,1	-5,8	-0,042	0,075	-0,6	0,087	-177,5		
-2,8	-0,034	0,042	-0,8	0,040	-111,1	-2,8	0,047	0,059	0,8	0,107	248,8	-2,9	0,131	0,076	1,7	0,172	135,4		
0,1	0,175	0,038	4,6	0,147	84,0	0,1	0,234	0,059	4,0	0,200	85,4	0,0	0,291	0,082	3,5	0,244	83,8		
3,0	0,362	0,044	8,2	0,241	66,4	3,0	0,416	0,068	6,1	0,290	69,4	3,0	0,472	0,094	5,0	0,336	70,6		
5,9	0,502	0,058	8,6	0,300	59,4	5,9	0,549	0,084	6,5	0,345	62,2	5,9	0,618	0,108	5,7	0,398	63,6		
8,9	0,623	0,081	7,7	0,352	56,1	8,9	0,674	0,105	6,4	0,397	58,2	8,8	0,755	0,130	5,8	0,459	59,9		
11,8	0,721	0,105	6,9	0,387	53,2	11,8	0,788	0,130	6,0	0,441	55,6	11,8	0,905	0,161	5,6	0,537	58,4		
14,8	0,822	0,150	5,5	0,438	52,6	14,7	0,915	0,181	5,0	0,514	55,2	13,7	0,996	0,192	5,2	0,582	57,4		
15,8	0,846	0,202	4,2	0,482	55,5	15,7	0,942	0,241	3,9	0,565	58,1	14,7	1,036	0,233	4,4	0,618	58,2		
17,8	0,820	0,288	2,8	0,524	60,3	17,8	0,885	0,322	2,7	0,592	62,9	15,7	1,036	0,289	3,6	0,656	61,0		
$\beta=-20^{\circ}$	α°	0,4	5,3	10,1	15,0	$\beta=-15^{\circ}$	α°	-	-0,3	5,1	10,0	14,9	$\beta=10^{\circ}$	α°	-4,7	0,1	5,0	9,9	14,8
$\beta=-20^{\circ}$	c_{mz}	-0,289	-0,258	-0,222	-0,204	$\beta=-15^{\circ}$	c_{mz}	-	-0,071	-0,072	-0,061	-0,050	$\beta=10^{\circ}$	c_{mz}	0,082	0,101	0,119	0,135	0,149
$\beta=-15^{\circ}$	α°	0,4	5,2	10,1	15,0	$\beta=0^{\circ}$	α°	-4,6	0,2	5,1	9,9	14,8	$\beta=15^{\circ}$	α°	-3,8	0,1	4,9	9,8	14,7
$\beta=-15^{\circ}$	c_{mz}	-0,248	-0,222	-0,194	-0,164	$\beta=0^{\circ}$	c_{mz}	-0,051	-0,010	0,000	0,010	0,020	$\beta=15^{\circ}$	c_{mz}	0,162	0,178	0,193	0,195	0,213
$\beta=-10^{\circ}$	α°	0,3	5,2	10,0	14,9	$\beta=5^{\circ}$	α°	-4,7	0,1	5,0	9,9	14,8	$\beta=20^{\circ}$	α°	-4,3	0,0	4,9	9,8	14,7
$\beta=-10^{\circ}$	c_{mz}	-0,151	-0,143	-0,133	-0,102	$\beta=5^{\circ}$	c_{mz}	0,031	0,051	0,071	0,069	0,087	$\beta=20^{\circ}$	c_{mz}	0,158	0,193	0,223	0,249	0,269

Rozpiętość $b=0,45$ m, powierzchnia opierzenia $F=0,0527$ m², średnia głębokość opierzenia $t_{sr. op.}=0,117$ m, wydłużenie $\lambda=b^2/F=3,84$, powierzchnia steru $f=0,0146$ m², stosunek $f/F=0,28$, średnia głębokość steru $t_{sr. st.}=0,0385$ m, ciśnienie prędkości $q=56,25$ mm słupa wody.

Tabela VI. Opierzenie poziome o profilu M 3 o grubości 11,94% z wycięciem na ster kierunkowy i z zaokrągleniem końców.

$\beta=-20^{\circ}$						$\beta=-15^{\circ}$						$\beta=-10^{\circ}$							
α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^{\circ}/\%$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^{\circ}/\%$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^{\circ}/\%$		
0,4	-0,382	0,112	-3,4	-0,315	82,7	0,3	-0,269	0,088	-3,1	-0,237	88,3	0,3	-0,196	0,068	-2,9	-0,180	92,0		
3,3	-0,194	0,097	-2,0	-0,222	117,5	3,2	-0,085	0,080	-1,1	-0,148	182,7	3,2	-0,016	0,061	-0,3	-0,089	684,6		
6,2	-0,038	0,089	-0,4	-0,136	469,0	6,2	0,082	0,072	1,1	-0,059	-66,3	6,1	0,142	0,057	2,5	-0,012	-8,2		
9,1	0,099	0,082	1,2	-0,073	-65,8	9,1	0,213	0,071	3,0	0,004	1,8	9,1	0,279	0,056	5,0	0,055	19,4		
12,1	0,234	0,081	2,9	-0,012	-4,9	12,0	0,338	0,071	4,8	0,061	17,7	12,0	0,406	0,058	7,0	0,119	29,1		
15,0	0,361	0,086	4,2	0,049	13,2	15,0	0,448	0,076	5,9	0,113	25,0	14,9	0,527	0,069	7,6	0,175	38,2		
16,0	0,399	0,100	4,0	0,090	21,9	16,0	0,460	0,101	4,5	0,136	28,9	16,9	0,538	0,124	4,3	0,218	39,6		
18,0	0,399	0,145	2,7	0,128	28,9	18,0	0,475	0,144	3,3	0,191	38,5								
$\beta=-5^{\circ}$	α°	0,4	5,2	10,1	15,0	$\beta=0^{\circ}$	α°	-4,6	0,2	5,1	9,9	14,8	$\beta=5^{\circ}$	α°	-3,8	0,1	4,9	9,8	14,7
$\beta=-5^{\circ}$	c_{mz}	-0,248	-0,222	-0,194	-0,164	$\beta=0^{\circ}$	c_{mz}	-0,051	-0,010	0,000	0,010	0,020	$\beta=5^{\circ}$	c_{mz}	0,162	0,178	0,193	0,195	0,213
$\beta=-5^{\circ}$	α°	0,3	5,2	10,0	14,9	$\beta=5^{\circ}$	α°	-4,7	0,1	5,0	9,9	14,8	$\beta=20^{\circ}$	α°	-4,3	0,0	4,9	9,8	14,7
$\beta=-5^{\circ}$	c_{mz}	-0,151	-0,143	-0,133	-0,102	$\beta=5^{\circ}$	c_{mz}	0,031	0,051	0,071	0,069	0,087	$\beta=20^{\circ}$	c_{mz}	0,158	0,193	0,223	0,249	0,269
-2,7	-0,286	0,050	-5,7	-0,190	66,0	-5,6	-0,388	0,039	-8,7	-0,178	52,3	-5,7	-0,199	0,036	-5,5	-0,059	29,3		
0,2	-0,118	0,042	-2,8	-0,110	93,1	-2,7	-0,166	0,025	-6,6	-0,094	56,3	-2,8	-0,047	0,033	-1,4	0,019	-39,6		
3,2	0,035	0,036	1,0	-0,038	-102,7	0,2	0,007	0,019	0,4	-0,004	-56,6	0,1	0,114	0,034	3,3	0,097	84,9		
6,1	0,208	0,037	5,6	0,052	24,6	3,1	0,180	0,023	7,8	0,086	47,5	3,1	0,283	0,041	6,9	0,174	61,0		
9,0	0,357	0,042	8,5	0,128	35,7	6,0	0,354	0,033	10,7	0,176	49,6	6,0	0,428	0,055	7,8	0,247	57,2		
12,0	0,489	0,053	9,2	0,190	38,8	9,0	0,498	0,050	10,0	0,244	48,8	8,9	0,539	0,075	7,2	0,303	55,7		
14,9	0,625	0,073	8,6	0,254	40,8	11,9	0,611	0,072	8,5	0,297	48,4	11,9	0,633	0,099	6,4	0,341	53,4		
15,9	0,593	0,123	4,8	0,269	44,5	14,9	0,699	0,107	6,5	0,346	49,3	14,8	0,725	0,140	5,2	0,391	53,0		
17,9	0,534	0,177	3,0	0,288	51,1	15,9	0,690	0,159	4,3	0,370	52,3	15,8	0,725	0,187	3,9	0,417	55,7		
						17,9	0,668	0,233	2,9	0,409	57,3	17,9	0,720	0,267	2,7	0,455	59,3		

$\beta = 10^\circ$						$\beta = 15^\circ$						$\beta = 20^\circ$					
α^0	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$	α^0	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$	α^0	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$
-8,7	-0,255	0,053	-4,8	-0,048	18,5	-8,7	-0,182	0,071	-2,6	0,008	-4,2	-8,8	-0,075	0,081	-0,9	0,080	-93,0
-5,7	-0,118	0,053	-2,2	0,019	-15,6	-5,8	-0,035	0,073	-0,5	0,082	-195,2	-5,8	0,068	0,086	0,8	0,150	254,2
-2,8	0,035	0,054	0,6	0,091	284,4	-2,9	0,135	0,077	1,7	0,169	129,0	-2,9	0,234	0,095	2,5	0,237	103,5
0,1	0,208	0,058	3,5	0,172	84,7	0,0	0,300	0,084	3,6	0,249	83,0	0,0	0,402	0,107	3,8	0,321	79,8
3,0	0,371	0,069	5,4	0,261	69,8	3,0	0,446	0,098	4,5	0,319	70,9	2,9	0,555	0,122	4,5	0,397	70,9
6,0	0,486	0,087	5,6	0,313	63,6	5,9	0,569	0,117	4,9	0,374	64,7	5,9	0,692	0,143	4,8	0,462	65,8
8,9	0,593	0,107	5,5	0,356	59,1	8,9	0,699	0,139	5,0	0,439	61,7	8,8	0,824	0,170	4,8	0,530	63,1
11,9	0,692	0,131	5,3	0,401	57,0	11,8	0,824	0,169	4,9	0,498	59,2	11,7	0,963	0,207	4,6	0,599	60,8
13,8	0,774	0,156	5,0	0,445	56,5	13,8	0,904	0,203	4,4	0,547	59,1	13,7	1,018	0,259	3,9	0,637	60,7
14,8	0,803	0,198	4,0	0,470	56,8	14,8	0,900	0,240	3,7	0,556	59,7	14,7	0,985	0,300	3,3	0,645	62,7
15,8	0,803	0,256	3,1	0,497	59,0	15,8	0,911	0,303	3,0	0,601	62,7						

$\beta = -20^\circ$	α^0			0,4	3,3	6,2	9,1	12,1	15,0	$\beta = 5^\circ$	α^0	-5,7	-2,8	0,1	3,1	6,0	8,9	11,9	14,8	
	c_{mz}			-0,216	-0,195	-0,173	-0,175	-0,164	-0,159		c_{mz}	0,025	0,038	0,051	0,069	0,088	0,105	0,122	0,132	
$\beta = -15^\circ$	α^0			0,3	3,2	6,2	9,1	12,0	15,0	$\beta = 10^\circ$	α^0	-5,7	-2,8	0,1	3,0	6,0	8,9	11,9	14,8	
	c_{mz}			-0,179	-0,156	-0,145	-0,140	-0,134	-0,128		c_{mz}	0,089	0,089	0,113	0,124	0,129	0,145	0,154	0,162	
$\beta = -10^\circ$	α^0			0,3	3,2	6,1	9,1	12,0	14,9	$\beta = 5^\circ$	α^0	-5,8	-2,9	0,1	3,0	5,9	8,9	11,8	14,8	
	c_{mz}			-0,126	-0,114	-0,102	-0,089	-0,089	-0,051		c_{mz}	0,145	0,150	0,148	0,158	0,167	0,181	0,199	0,221	
$\beta = -5^\circ$	α^0			-2,7	0,2	3,2	6,1	9,0	12,0	14,9	$\beta = 20^\circ$	α^0	-5,8	-2,9	0,0	2,9	5,9	8,8	11,7	14,7
	c_{mz}			-0,082	-0,070	-0,057	-0,045	-0,044	-0,032	-0,019		c_{mz}	0,149	0,171	0,192	0,212	0,218	0,235	0,249	0,283
$\beta = 0^\circ$	α^0	-5,6	-2,7	0,2	3,1	6,0	9,0	11,9	14,9											
	c_{mz}	-0,044	-0,025	-0,006	0,000	0,025	0,031	0,031	0,062											

Rozpiętość $b = 0,45 \text{ m}$, powierzchnia opierzenia $F = 0,0512 \text{ m}^2$, średnia głębokość opierzenia $t_{dr. op.} = 0,114 \text{ m}$, wydłużenie $\lambda = b^2/F = 3,92$, powierzchnia steru $f = 0,0201 \text{ m}^2$, stosunek $f/F = 0,39$, średnia głębokość steru $t_{dr. st.} = 0,045 \text{ m}$, ciśnienie prędkości $q = 56,25 \text{ mm}$ słupa wody.

Adam Nowotny.

Profile płatów o małej wędrowce środka ciśnień.

Profils des plans porteurs de petit déplacement du centre de pression.

I. Cel badań.

W związku z projektami nowych szybowców, zbadano w oddziale aerodynamicznym Instytutu Techniki Szybownictwa kilka nowych profili o stałym, względnie mało wędrującym środku ciśnień. Profile takie, obecnie bardzo aktualne w związku z zagadnieniem bezogonowca, przedstawiają również dla szybowców normalnych na pierwszy rzut oka znaczne korzyści. Ze względu na pożądaną małą szybkość opadania przyjęły się w budowie szybowców profile o możliwie dużym współczynniku lotności. Własność tą posiadają profile stosunkowo silnie sklepione: Klasycznym ich przedstawicielem jest profil G. 535, bardzo rozpowszechniony w swej formie pierwotnej lub też w różnych odmianach uzyskanych głównie przez zmianę grubości względnej. Profile te posiadają obok dużego współczynnika lotności, również znaczny współczynnik momentu przy wypoście równym zeru, c_{mo} . Tymczasem, wielkość współczynnika c_{mo} charakteryzująca wędrowkę środka ciśnień wzdłuż płata przy zmianie kąta natarcia, wywiera niemały wpływ na lekkość konstrukcji i doskonałość aerodynamiczną całości. Duży c_{mo} wymaga bowiem odpowiednio sztywnych płatów i większych opierzeń, które w bilansie oporów szkodliwych szycowca stanowią wcale znaczny procent.

Wiadomo, że można zmniejszyć dowolnie współczynnik c_{mo} przez odpowiednie podgięcie splotowej części profilu płata. Znamy już cały szereg takich profili, posiadają one jednak stosunkowo małą nośność. Chodziło więc w pierwszym rzędzie o podwyższenie maksymalnego współczynnika wypoście profilów o stałym środku ciśnień. Z drugiej strony, należało sprawdzić, czy przez podgięcie opływu znanych, dobrych profili, można zmniejszyć c_{mo} bez wielkiej szkody dla doskonałości aerodynamicznej profilu.

II. Sposób wyznaczenia kształtu profilu dla danego c_{mo} .

Spółczynnik momentu dowolnego profilu względem rzutu przedniej krawędzi na cięciwę profilu można w zależności od współczynnika wypoście, zgodnie z teorią i doświadczeniem wyrazić równaniem prostej:

$$c_m = c_{mo} + a \cdot c_y$$

gdzie $a \approx 0,25$, jest praktycznie biorąc stałą, niezależną od profilu, natomiast c_{mo} zależy od kształtu profilu.

Obecnie znamy kilka metod pozwalających przewidzieć c_{mo} z kształtu profilu. Wybraлиśmy z nich metodę opracowaną przez Munka, Birnbauma i Glauerta¹⁾, która

¹⁾ Glauert-Holl. Tragflügel u. Luftschraubentheorie.

Tabela I. Spółrzędne profili.

	X	0,00	1,25	2,5	5	7,5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
Nr. 1	Y_g	6,17	9,25	10,7	12,72	14,15	15,3	16,8	17,7	18,00	16,8	14,15	11,1	7,94	4,8	2,08	1,2	0,7
	Y_d	6,17	2,8	1,83	0,75	0,18	0,00	0,08	0,30	0,58	0,83	1,00	0,67	0,31	0,00	0,17	0,37	0,7
Nr. 2	Y_g	7,00	9,85	11,1	12,9	14,25	15,40	16,7	17,4	17,7	16,1	13,68	10,80	7,8	4,67	2,05	1,01	0,42
	Y_d	7,00	3,37	2,47	1,5	0,92	0,51	0,13	0,00	0,08	0,35	0,58	0,3	0,08	0,00	0,17	0,25	0,42
Nr. 3	Y_g	6,7	8,5	11,00	12,9	14,35	15,43	16,6	17,45	17,0	15,90	13,4	10,52	7,6	4,76	2,54	1,84	1,33
	Y_d	6,7	3,36	2,32	1,47	1,00	0,67	0,31	0,00	0,00	0,2	0,345	0,167	0,00	0,06	0,52	0,89	1,33
Nr. 4	Y_g	0,00	2,2	3,3	5,00	6,2	7,2	8,9	9,8	10,5	10,1	8,8	6,8	5,00	3,2	1,6	0,8	0,00
	Y_d	0,00	-1,5	-3,94	-2,4	-2,7	-3,00	-3,18	-3,34	-3,36	-3,2	-2,9	-2,62	-2,2	-1,6	-0,94	-0,50	0,00
Nr. 5	Y_g	0,00	2,1	2,9	4,4	5,5	6,4	7,7	8,5	9,15	8,8	7,6	6,00	4,35	2,8	1,38	0,78	0,00
	Y_d	0,00	-1,3	-1,6	-2,00	-2,3	-2,5	-2,76	-2,84	-2,9	-2,8	-2,6	-2,3	-1,9	-1,4	-0,8	-0,46	0,00
Nr. 6	Y_g	0,00	2,25	3,3	4,8	6,04	7,1	8,5	9,3	10,00	9,5	8,24	6,6	4,8	3,00	1,4	0,7	0,00
	Y_d	0,00	-1,42	-1,76	-2,2	-2,58	-2,8	-3,02	-3,2	-3,16	-3,00	-2,8	-2,5	-2,02	-1,6	-0,9	-0,46	0,00
Nr. 7	Y_g	0,00	2,20	3,1	4,5	5,6	6,4	7,6	8,2	8,56	8,1	7,2	5,8	4,2	2,4	1,18	0,58	0,00
	Y_d	0,00	-1,5	-1,9	-2,5	-2,9	-3,2	-3,3	-4,2	-4,5	-4,36	-3,8	-3,22	-2,7	-2,00	-1,12	-0,55	0,00
Nr. 8	Y_g	0,00	2,8	3,64	5,10	6,2	7,00	8,10	8,9	9,60	9,60	8,68	7,30	5,6	3,32	2,10	1,2	0,3
	Y_d	0,00	-1,9	-2,34	-3,00	-3,4	-3,7	-3,8	-3,7	-3,78	-3,7	-3,58	-3,25	-3,00	-2,5	-1,6	-1,00	0,3

Tabela II.

W y n i k i l i c z b o w e													
Nr. 1	100 C_y	-22	-4,14	16,6	38,1	58,1	80,5	102	121,5	133,5	136,7	—	—
	100 C_x	6,36	2,36	2,2	2,74	3,98	6,09	8,92	11,95	16,7	20,8	—	—
	100 C_m	-5,81	0,19	5,2	10,1	15,5	21,5	28,3	33,7	37,8	40,8	—	—
	α^0	-8,6	-5,8	-2,9	-0,1	2,8	5,7	8,5	11,4	14,3	17,3	—	—
Nr. 2	100 C_y	-18,3	0,92	20,83	40,5	61,6	81,4	102,3	121,00	135,6	141,3	139,6	
	100 C_x	2,70	2,05	2,23	3,00	4,52	6,5	9,38	12,8	16,88	20,36	22,3	
	100 C_m	-2,87	1,82	6,66	11,5	17,4	22,5	28,6	34,15	38,65	41,4	41,8	
	α^0	-8,67	-5,8	-2,94	-0,07	2,78	5,65	8,51	11,38	14,23	16,25	17,76	
Nr. 3	100 C_y	-26,6	-7,27	12,2	31,8	53,8	75,8	95,1	113,8	128,5	134,2	—	
	100 C_x	3,07	2,10	1,98	2,55	3,63	5,69	7,9	11,09	14,81	19,67	—	
	100 C_m	-6,7	-2,27	2,20	7,12	13,05	19,31	24,73	29,8	35,38	38,88	—	
	α^0	-8,62	-5,75	-2,88	0,01	2,84	5,69	8,65	11,44	14,34	17,3	—	
Nr. 4	100 C_y	-21,36	-2,41	14,8	37,4	57,2	76,00	94,2	111,26	121,5	116,2	118,8	
	100 C_x	2,28	1,42	1,23	1,95	3,32	5,13	7,33	10,45	14,28	19,07	16,78	
	100 C_m	-1,98	1,83	5,66	11,9	16,83	21,6	26,4	32,8	34,3	34,8	34,4	
	α^0	-5,65	-2,63	0,1	2,54	5,51	8,28	11,16	14,05	16,98	20,01	18,49	
Nr. 5	100 C_y	-19,12	-1,05	18,44	39,72	60,57	80,86	99,61	113,5	108,5	109,6	—	
	100 C_x	2,3	1,36	1,22	1,98	3,37	5,38	7,86	13,41	9,26	19,9	—	
	100 C_m	-3,01	2,38	7,04	12,91	17,81	21,52	27,87	32,4	29,72	34,98	—	
	α^0	-5,67	-2,8	0,08	2,94	5,8	8,66	11,53	15,94	12,97	18,97	—	
Nr. 6	100 C_y	-30,79	-14,04	4,75	24,4	47,2	67,2	87,4	107,0	119,5	117,5	—	
	100 C_x	3,68	2,05	1,4	1,6	2,6	4,05	6,31	9,03	12,3	15,16	—	
	100 C_m	-3,96	-0,42	3,92	8,36	14,7	18,85	24,1	29,2	32,52	33,4	—	
	α^0	-8,68	-4,88	-3,11	0,14	2,89	5,76	8,63	11,48	14,42	15,92	—	
Nr. 7	100 C_y	-28,6	-10,7	-8,56	29,1	48,7	72,8	87,4	97,00	105,4	111,4	108,2	
	100 C_x	2,42	1,56	1,25	1,77	3,27	5,58	7,54	8,58	10,22	14,66	15,46	
	100 C_m	-6,34	-1,95	2,75	7,64	12,92	18,86	24,9	25,18	27,3	30,74	32,7	
	α^0	-5,62	-2,73	-1,95	3,01	5,88	8,72	11,63	13,07	14,51	17,47	18,99	
Nr. 8	100 C_y	-22,65	-5,12	13,70	37,09	60,61	77,83	98,28	106,35	111,90	111,04	—	
	100 C_x	2,18	1,72	1,82	2,67	4,13	5,82	8,23	10,88	13,88	17,04	—	
	100 C_m	-1,96	1,68	5,9	13,17	19,22	22,9	25,92	27,70	29,19	31,37	—	
	α^0	-5,64	-2,76	0,1	2,95	5,79	8,67	11,57	14,48	17,44	20,45	—	

jakkolwiek ważna ściśle jedynie dla płatów ideałnie cienkich (płytek zakrzywionych), posiada zaletę prostoty i przejrzystości, a da się również z łatwością stosować nawet wówczas, jeżeli profil jest dany tylko przez rysunek, a nie da się przedstawić żadnym wyrażeniem analitycznym.

Dla znalezienia c_{mo} danego profilu, zastępujemy go szkieletem, który otrzymamy jako linię środkową, połowiącą w każdym punkcie odstęp między spodem,

a grzbietem profilu. Jeżeli, jak w ryc. 1 A, obierzemy początek układu współrzędnych prostokątnych x, y , w początku szkieletu, a koniec szkieletu przyjmujemy za punkt $x=1$, wówczas:

$$c_{mo} = -2 \left(\mu_0 - \frac{\pi}{4} \varepsilon_0 \right)^2$$

¹⁾ Glauert-Holl. Tragflügel u. Luftschraubentheorie.

gdzie :

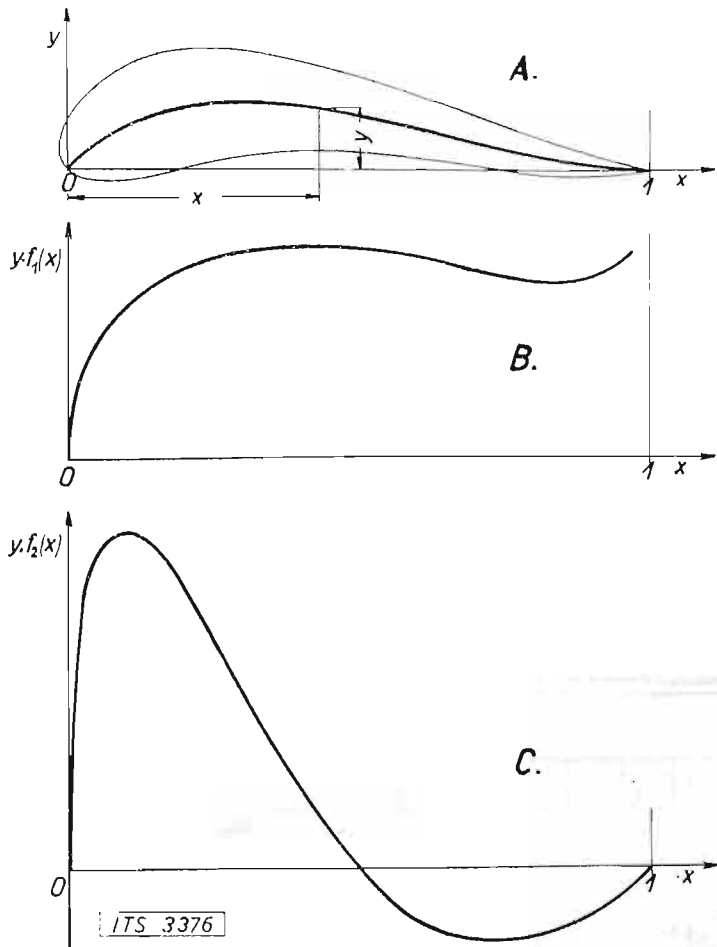
$$\epsilon_0 = \int_0^1 y \cdot f_1(x) dx$$

$$\mu_0 = \int_0^1 y \cdot f_2(x) dx$$

zaś :

$$f_1(x) = \frac{1}{\pi \cdot \sqrt{x(1-x)} \cdot (1-x)},$$

$$f_2(x) = \frac{1-2x}{\sqrt{x(1-x)}}$$



Ryc. 1.

Jeżeli kształt szkieletu określony jest prostym równaniem, wówczas możliwe jest całkowanie analityczne. Jeżeli natomiast kształt szkieletu jest dany tylko przez rysunek, wówczas łatwo wykonać całkowanie graficzne. W tym celu dla szeregu odciętych x tworzymy iloczyny odpowiednich rzędnych szkieletu y i przynależnych im funkcji $f_1(x)$ i $f_2(x)$: iloczyny te nanosimy w układzie $y \cdot f_1(x) = f'(x)$ i $y \cdot f_2(x) = f''(x)$. (Ryc. 1 B i C). Powierzchnie uzyskanych w ten sposób wykresów, przedstawiają w odpowiedniej skali ϵ_0 i μ_0 ¹⁾.

III. Dane geometryczne pomierzonych profili.

Profile Nr. 1 do 3 uzyskano przez nawinięcie konturu Żukowskiego o grubości równej 17,7% cięciwy, na szkielecie o równaniu :

$$y = h \cdot x(1-x)(1-\lambda x).$$

Dla tej zależności możliwe jest bezpośrednie rozwiązanie całek na ϵ_0 i μ_0 , przyczem otrzymamy :

$$c_{mo} = -\frac{\pi}{32} \cdot h(7\lambda - 8).$$

Dla poszczególnych profili obrano następujące wartości stałych :

Profil Nr.	1	2	3
$h =$	0,362	0,29	0,29
$\lambda =$	8/7	8/7	9/7

Maxymalna rzędna szkieletu w % cięciwy	5	4	3,74
Obliczone $c_{mo} =$	0	0	-0,03

Profile Nr. 4 do 7 uzyskano przez odpowiednie podgięcie profilu $G.549$ (profil szybowca „Wien“⁴⁾ i zmiany grubości względnej. Spółczynnik c_{mo} wyznaczono graficznie.

Profil Nr. 8 zbudowano na szkielecie o równaniu :
 $y = 0,2 \cdot x(1-x)^2$.

W tym wypadku jest teoretycznie $c_{mo} \approx 0,02$. Jako konturę, użyto profilu $G.693$ zgrubionego do 13%.

Spółrzędne profili w % cięciwy podaje tabela 1.

IV. Własności pomierzonych profili.

Wyniki pomiarów, wykonanych w Laboratorium Aerodynamicznym Politechniki Lwowskiej, podaje tabela 2, biegunowe zestawiono w ryc. 2 do 9.

W odróżnieniu od znanych profili o stałym środku ciśnień, które są albo stosunkowo cienkie (profile Munka), albo też, o ile nawet są grube, posiadają stosunkowo wysmukłe noski (profile Instytutu Aerodynamicznego w Warszawie), zastosowano w profilach Nr. 1 do 3 kontury Żukowskiego odznaczające się stosunkowo pełnymi kształtami nosków. Doświadczenie uczy bowiem, że wysokie współczynniki wyporu posiadają właśnie profile o szczególnie pękających noskach (np. $G.652$). Istotnie, w profilach Nr. 1 do 3 uzyskano wysokie $c_{y_{max}} = 1,35$ do 1,4. Pod względem doskonałości aerodynamicznej profile te, nie ustępują wiele innym profilom o tej samej grubości względnej.

Przez podgięcie opływu profilu $G.549$, o doskonałości aerodynamicznej $(c_y/c_x)_{max} = 21$, i o współczynniku momentu $c_{mo} = 0,09$, zmniejszył się współczynnik momentu dla profilu Nr. 4 do $c_{mo} \approx 0,03$ przyczem obniżyła się również doskonałość aerodynamiczna do $(c_y/c_x)_{max} = 19$: równocześnie $c_{y_{max}}$ spadło z 1,32 do 1,2. Zmiana grubości względnej z 13,85% na 12% w profilu Nr. 5, zwiększyła nieco doskonałość aerodynamiczną (do 20), obniżając równocześnie $c_{y_{max}}$ (do 1,15). Podniesienie noska profilu Nr. 6, pogorszyło doskonałość aerodynamiczną profilu Nr. 7, obniżając równocześnie jeszcze wybitniej c_{mo} . Profil Nr. 8 posiada zgodnie z równaniem szkieletu małe c_{mo} , natomiast również małą doskonałość.

Porównanie współczynników c_{mo} obliczonych z kształtu szkieletu profilu i pomierzonych, podaje tabela 3.

Tabela III.

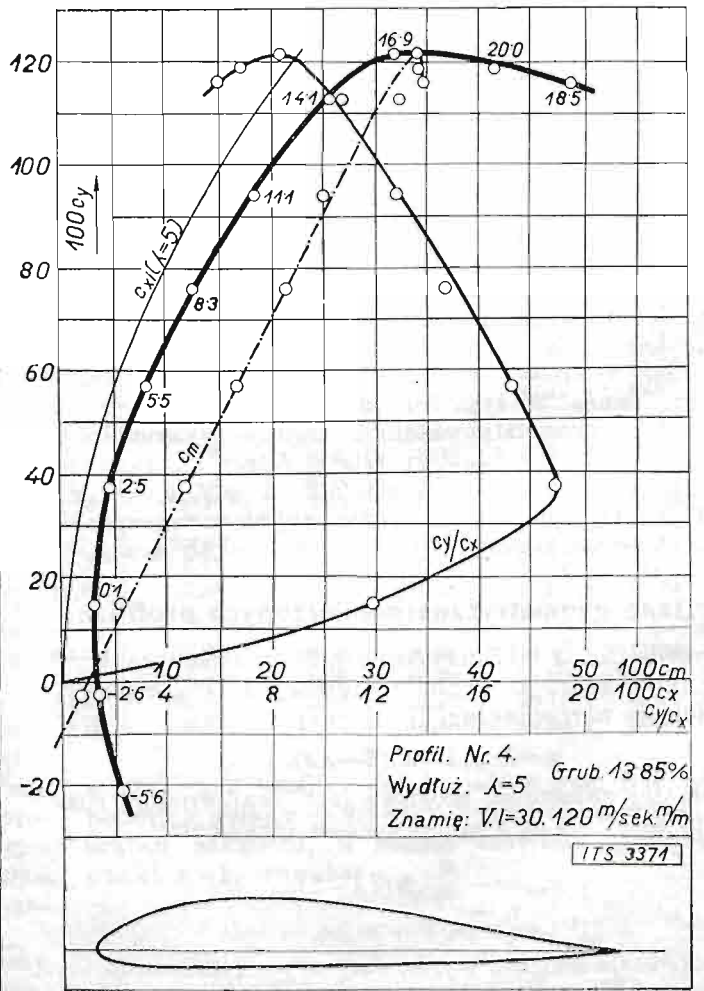
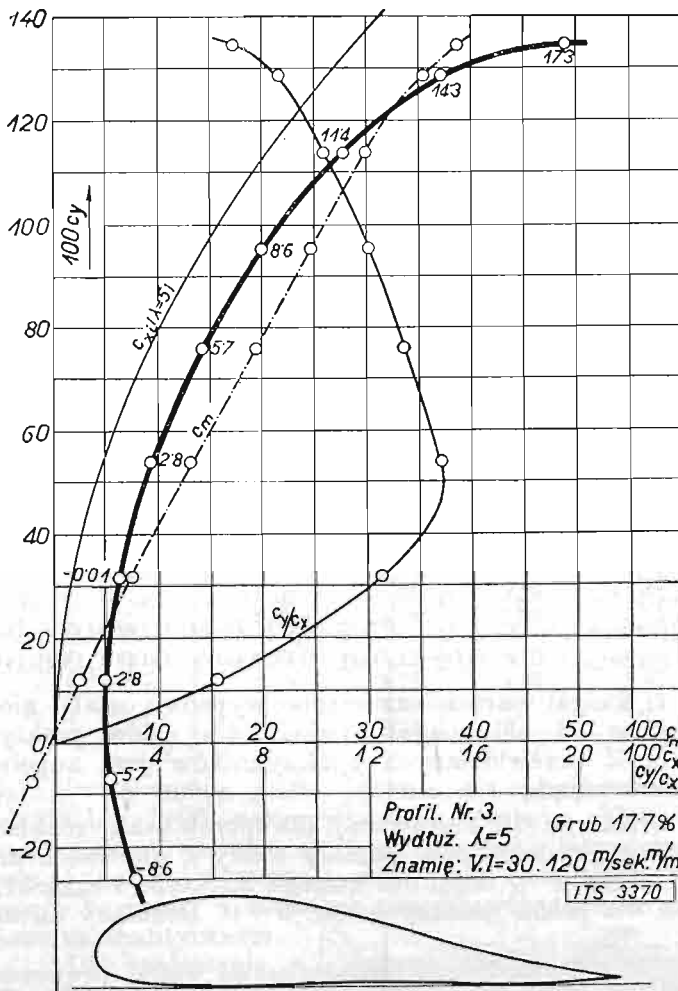
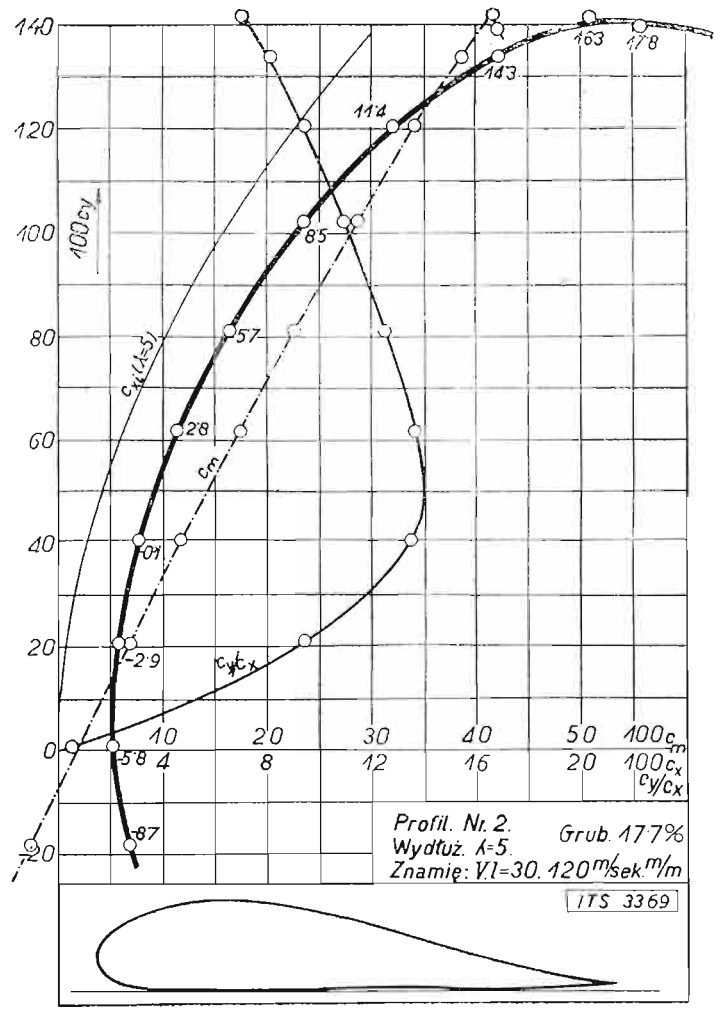
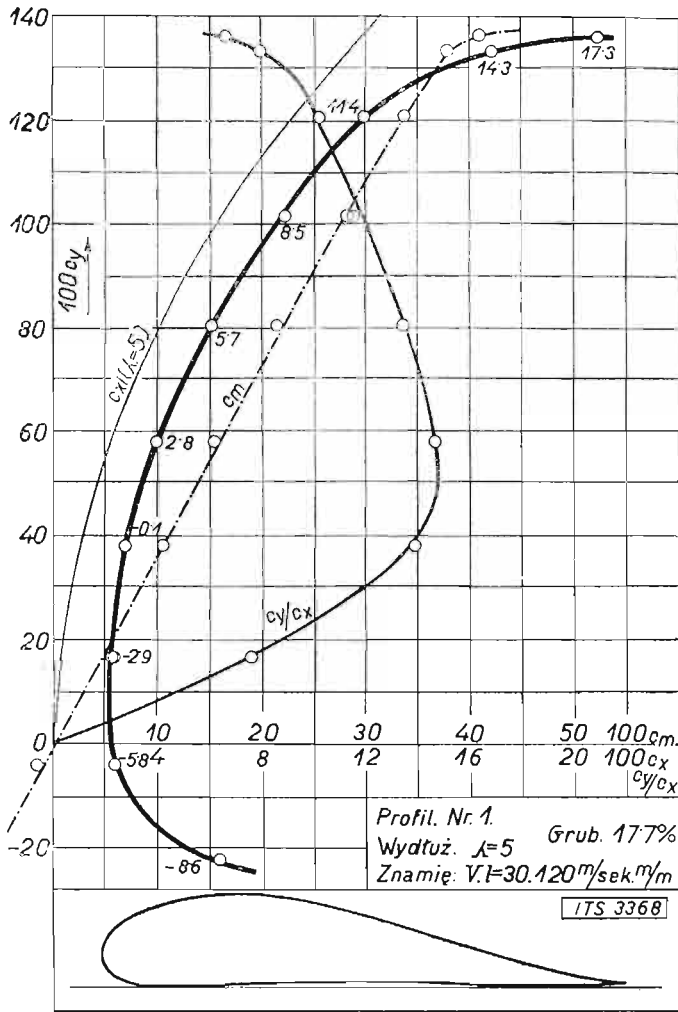
Profil Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
obliczone	0	0	-0,03	0,03	0,02	0,02	0,002	0,02
zmierzone	0	0,02	-0,01	0,03	0,03	0,03	0,006	0,03

Naogół wartości zmierzone wypadają stale nieco większe od obliczonych, jednak dla celów praktyki trafność przewidzianych współczynników jest zupełnie wystarczająca.

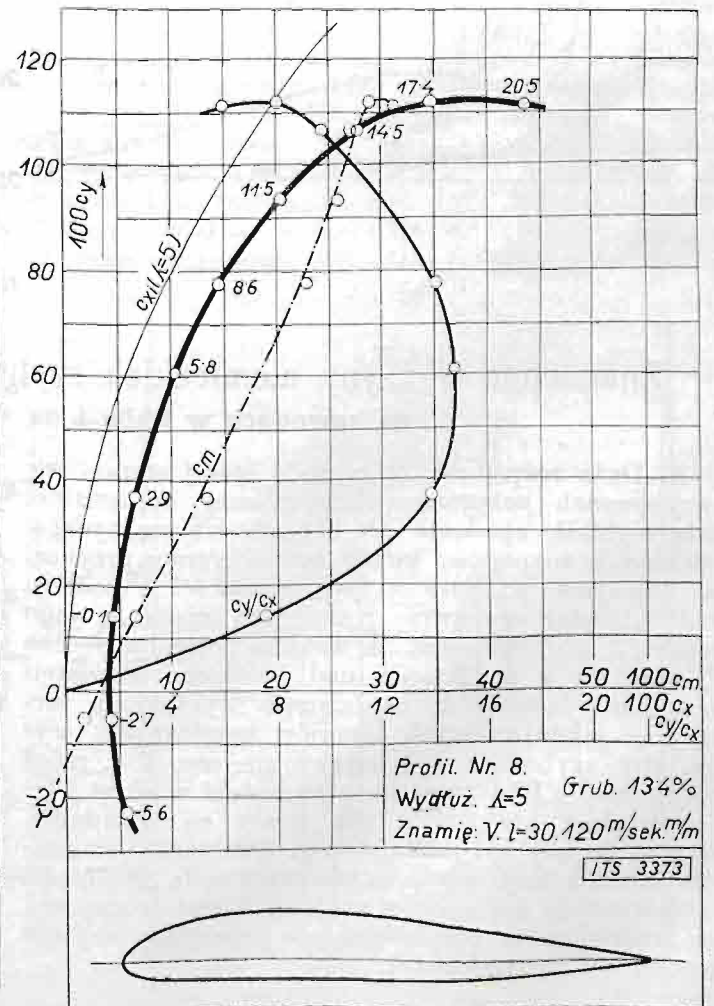
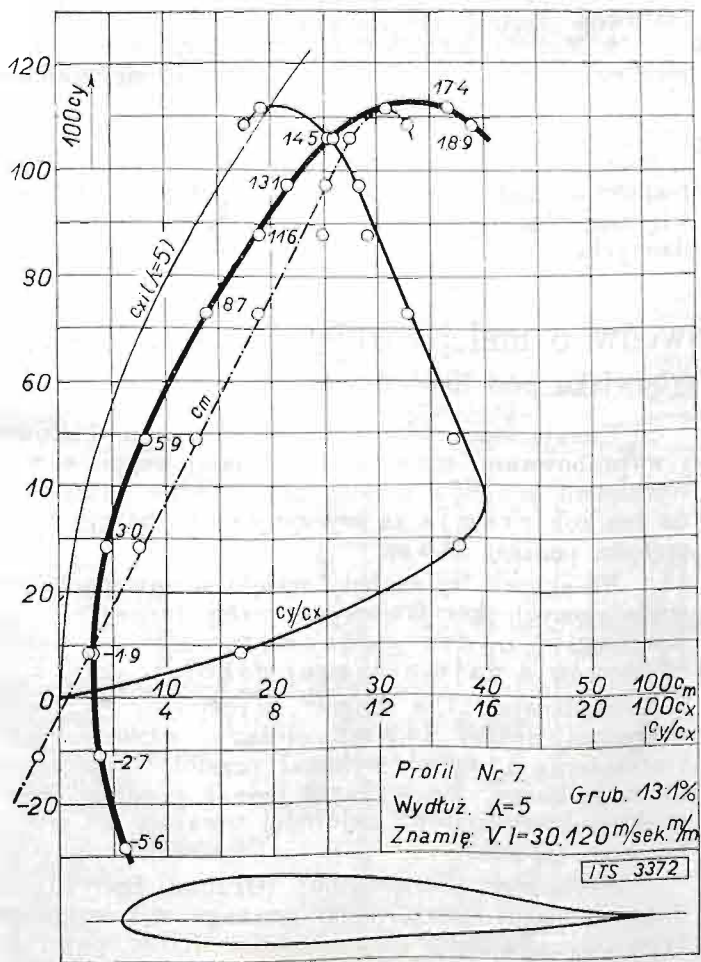
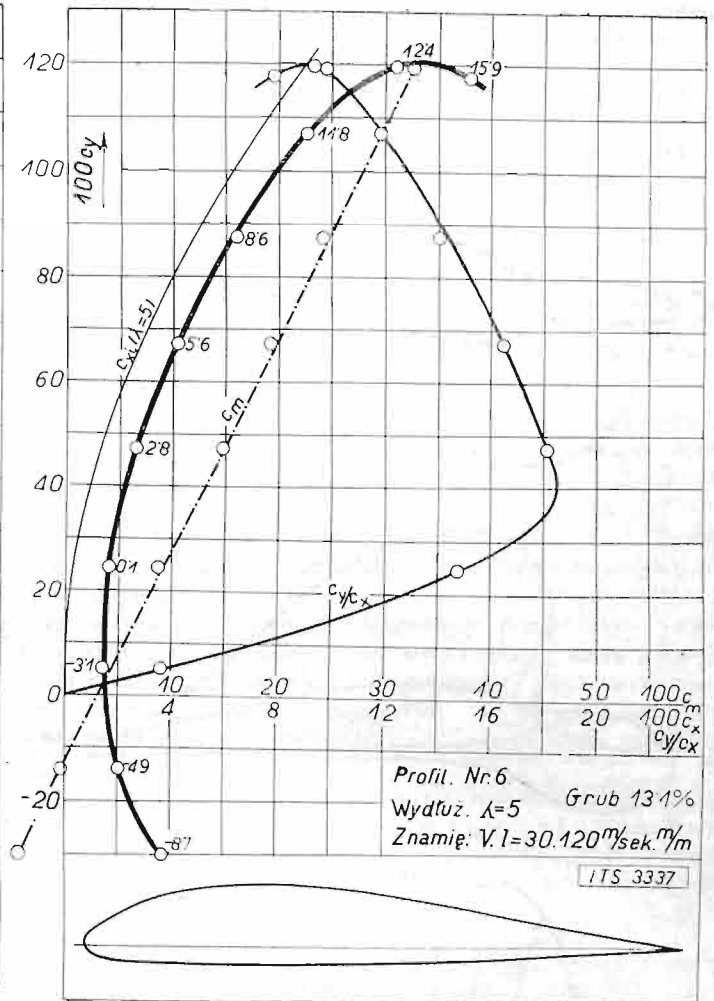
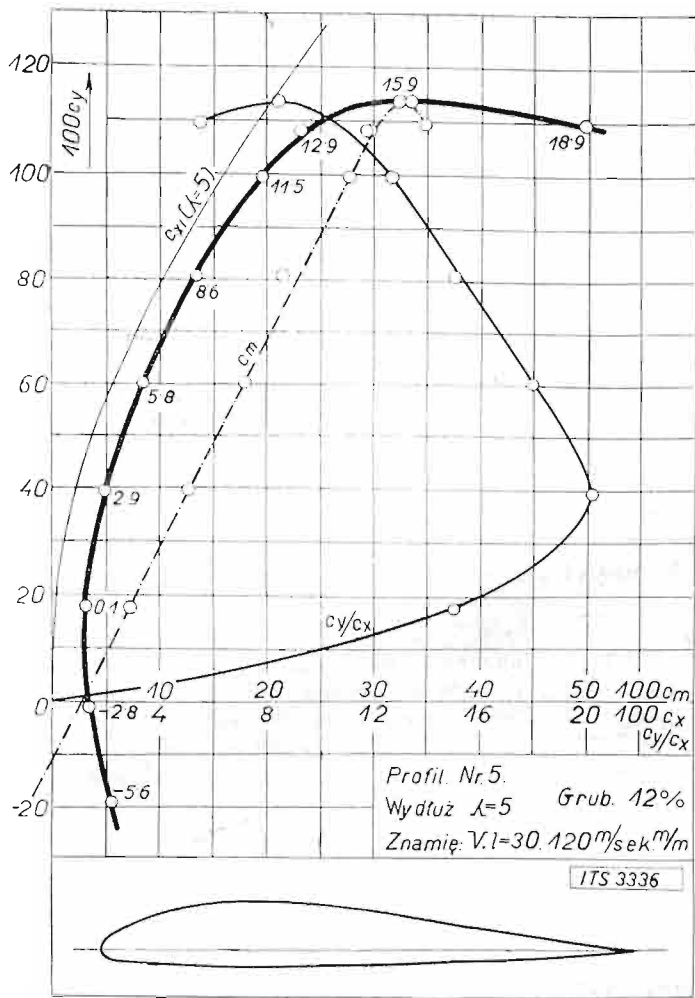
Na ryc. 10 zestawiono dla porównania rozkłady ciśnień uzyskane przy pomocy sondy¹⁾, dla trzech profili: Profilu $G.652$, dla którego $c_{mo} \approx 0,20$ i $c_{y_{max}} \approx 1,8$, oraz dla profili badanych Nr. 3 i 6. Rozkłady ciśnień

¹⁾ Na końcu szkieletu $y \cdot f_1(x)$ dąży do ∞ : Planimetruje się zatem do $x = 0,95$, resztę zaś oceniamy przyjmując $\int_{\epsilon_0} = 2,9 \cdot y'$, gdzie y' jest rzędną wykresu dla $x = 0,95$.

¹⁾ Z. Fuchs. Pomiar rozkładu ciśnień wzdłuż powierzchni przy pomocy sondy ciśnieniowej statycznych, Czasopismo Lotnicze Nr. 1 1933.

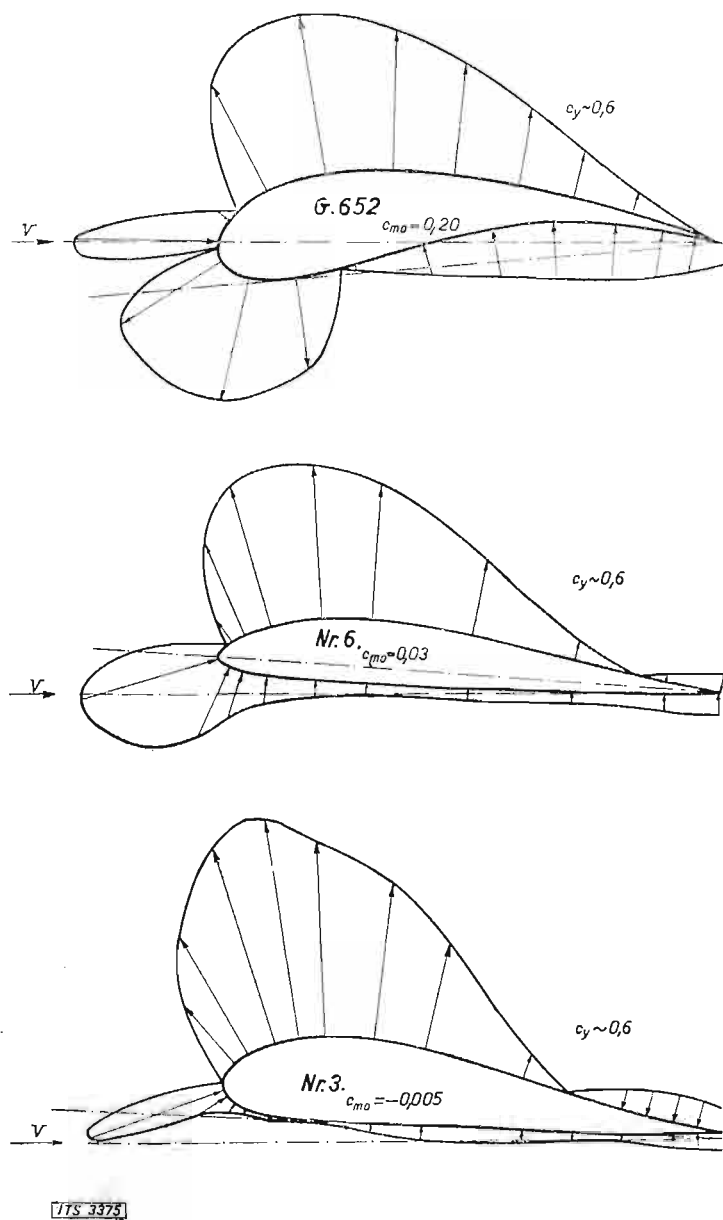


Ryc. 2, 3, 4, 5.



Ryc. 6, 7, 8, 9.

wyznaczono każdorazowo dla kąta natarcia odpowiadającego $c_y \approx 0,6$. Jak łatwo zauważyć, profil o dużym



Ryc. 10.

Znamienne wyczyny niemieckich szybowców o małej rozpiętości w r. 1933. na zawodach w Rhön i na szybowisku pod Królewcem.

A. Duża rozpiętość, za pomocą której starano się w szybowcach osiągnąć jaknajwiększą doskonałość i małą szybkość opadania nie okazała się praktyczną. Powiększanie rozpiętości ponad pewną granicę przynosi coraz mniejsze polepszenie tych własności a podnosi poważnie ciężar szybowca, pomniejsza znacznie jego zwrotność i podnosi koszt. A właśnie potrzeby obecne szybownictwa a m. latanie nad krótkimi zboczami i szczególnie dążność do najdalszego wyzyskania termiki, więc jaknajwyższych kominów termicznych, wymaga, aby szybowiec był najzwrotniejszy, t. j. mógł jaknajrychlej z lotu prostego przechodzić w skręt i latać w wąskiej krzywiźnie bez straty na wysokości. Ważne także, aby był jaknajtańszy. Zwrotność i zmniejszenie kosztów daje się osiągnąć przez małą rozpiętość. W zmniejszeniu zaś oporów czołowych jest droga, aby przez zmniejszenie rozpiętości nie ucierpiały zbytnio własności aerodynamiczne¹⁾.

¹⁾ Wyjaśnienie w pracy p. A. Nowotnego „Własności szybowców i wyczyny w locie żaglowym” *Czasop. Lotn.* 1933. nr. 2.

$c_{y_{max}}$ ale i dużym c_{mo} , „niesie” wzdłuż całej swej długości, przyczem wypadkowa ciśnien przechodzi w danym wypadku, około połowy głębokości płata. Dla profilu o małym c_{mo} (Profil Nr. 6), wypadkowa ciśnien przechodzi w przedniej połowie długości profilu, natomiast koniec ogona profilu, nie „niesie”. W profilu Nr. 3, dla którego jest pryncypalnie biorąc $c_{mo} \approx 0$, wypadkowa ciśnien przesuwa się jeszcze więcej do przodu ($1/4$ głębokości płata), natomiast ogon profilu na znacznej długości (w danym wypadku równej 30% głębokości płata), służy tylko dla „ustatecznienia” profilu. Można więc przypuszczać, że profile o stałym, względnie małym wędrującym środku ciśnien muszą zawsze posiadać mniejszą doskonałość aerodynamiczną w porównaniu z profilami o dużym c_{mo} ; część bowiem powierzchni płata służąca do ustatecznienia profilu, nie daje żadnego wyporu a przedstawia co najmniej opór z powodu tarcia. Ponadto, silniejsze obciążenie przedniej części, musi również spowodować zwiększenie oporu szkodliwego tej części płata.

V. Wnioski.

1. Zwiększenie maksymalnego współczynnika wyporu profilu o stałym środku ciśnien, można uzyskać przez pełniejsze ukształtowanie nosków.

2. Przez odpowiednie podgięcie części splywowej znanych, dobrych profili, można zmniejszyć znacznie współczynnik momentu przy wyporze równym zero c_{mo} , bez wielkiej szkody dla doskonałości aerodynamicznej, natomiast podniesienie nosa profilu jakkolwiek zmniejsza również c_{mo} , pogarsza znacznie doskonałość aerodynamiczną.

3. Zmniejszenie współczynnika momentu c_{mo} przez odpowiednie podgięcie ogona profilu, pogarsza zawsze jego doskonałość aerodynamiczną. Rozstrzygnięcie korzyści profili o małej wędrowce środka ciśnien, możliwe jest więc tylko z uwzględnieniem konstrukcji całego płatowca.

4. Metoda Munka dla wyznaczenia c_{mo} z kształtu profilu, ważna ściśle dla profili idealnie cienkich, daje dla praktyki zadawalniające wyniki również dla profili grubych.

5. Wnioski powyższe, wyciągnięte z kilkunastu pomiarów, należy sprawdzić i uzupełnić na podstawie większej ilości pomiarów, systematycznie przeprowadzonych.

Uznając potrzebę poparcia dążności budowania i wypróbowania szybowców o małej rozpiętości kierownictwo zawodów niemieckich w Rhön przeznaczyło na ten rok premje za wyczyny na szybowcach o rozpiętości poniżej $16,5 m$.

Na skutek tej zachęty wzięło w zawodach udział wiele nowych konstrukcyj o małej rozpiętości. Znamiennymi i nader godnymi uwagi są wyczyny szybowców o najmniejszej rozpiętości.

Szybowiec „Die Weper”, o rozpiętości $12,5 m$ powierzchni nośnej $14,2 m^2$, ciężarze własnym $120 kg$ i obciążeniu $14 kg/m^2$ wykonał przelot długości $78 km$ na czole burzy, nie wykazał jednak pozatem żadnych większych wyczynów: najdłużej trwający lot jego nad zboczem $46 min$.

Szybowiec „Sorgenkind” (Grunau Baby II), będący dalszym rozwinięciem znanego z roku zeszłego typu „Grunau Baby”, o rozpiętości $13,5 m$, pow. $14 m^2$, c. w. $130 kg$, obc. $15 kg/m^2$ wykonał przelot $96,5 km$ (bezkonkurencyjny przelot w tym dniu) i parę lotów

nad zboczem, z których najdłuższy 2 godz. 32 min. (w tym dniu najdłużej trwający lot miał szybowiec „Pommernland“ o rozp. 20 m — 5 godz. 28 min., jednak „Marabu“ o rozp. 14 m prawie tyle — 5 godz. 12 min.).

Szybowiec „Rhönbussard“ o rozpiętości 14 m, pow. 14 m², c. w. 130 kg, obc. 15 kg/m² wykonał przelot 26,4 km, osiągając wysokość 369 m, i parę lotów nad zboczem, z których najdłuższy 3 godz. 3 min. (w dniu tym najdłużej trwający lot 3 g. 26 m. wykonał WGA o rozp. 16,4 m).

Szybowiec „Marabu“, przerobiony z samoskrzydłowca przez dodanie ogona, o rozpiętości 14 m, pow. 14,8 m², c. w. 115 kg i obc. 13,2 kg/m² wykonał w tym samym dniu, co „Rhönbussard“, przelot 53,1 km osiągając wysokość 542 m. (W dniu tym najdłuższe przeloty miały: 80,1 km „Thermikus“ o rozpiętości 22 m, osiągając wysokość 771 m i „Condor“ o 17,25 m rozp. osiągając odległość 67,8 km i 966 m wysokości).

Bardzo małą szybkość opadania, rzekomo 0,55 m/s, i nader dużą doskonałość 23 posiada szybowiec darmstzacki „Windspiel“ (znamienny ze względu na pomysły konstrukcyjne, dzięki którym osiągnięto nader mały ciężar własny i małe opory), o 12 m rozpiętości 11,4 m², pow. 55,5 kg ciężaru własnego i 11,75 kg/m² obc. Dzięki wielkiej zwrotności i małej szybkości opadania mógł się on utrzymywać w powietrzu w bardzo wąskim pasie prądów wznoszących, jaki występuje nad południowym zboczem Wasserkuppe przy słabym wietrze, wtedy gdy inne szybowce po pierwszym zwrocie wypadały z tego pasa lub traciły znacznie na wysokości i zmuszone były lądować.

Szybowiec ten wykonał przelot 25 km i wiele lotów nad zboczem (startował najczęściej ze wszystkich: 27 razy w przeciągu 14 dni) i w lataniu nad zboczem osiągnął lot 6 godz. 22 min. przy 753 m wysokości.

W dniu tego lotu przewyższony został co do czasu przez „Pommernland“ o 20 m rozp. (8 g. 6 min.), a co do wysokości przez „Niederrhein“ o 17,2 m rozp. (1445 m).

Dla porównania z temi wyczynami szybowców o małej rozpiętości przytoczyć należy, że najdłuższy przelot 176 km wykonał wytrawny i doświadczony as szybowcowy niemiecki Hirth na „Moazagotl“ (20 m, 20 m², 178 kg, 12,8 kg/m²) i drugi as Riedel — 164 m na szybowcu „Fafnir“ (19 m, 19 m²). Najwyższą wysokość osiągnął „Niederrhein“: 1445 m. Największą sumę wysokości 4016 m w 7 lotach osiągnął „Thermikus“ (22 m, 22 m², 10,6 kg/m²), tenże osiągnął drugą po „Fafnirze“ sumę dystansu przelotów: 256,8 km w 4 przelotach.

B. Na szybowcu „Grunau Baby“¹⁾ szybownik Schmidt osiągnął na szybowisku Korschenuh pod Królewcem wybitny rekord długotrwałości lotu. Żeglował on powyżej 36½ godzin od 7²⁵ dn. 3. VIII. do 20²⁰ dn. 4. VIII. tam i zpowrotem nad jednym i tym samym odcinkiem o długości do 2 km, dochodząc najwyżej do 315 m wysokości. Wyczyn ten, zdumiewający wytrzymałością pilota, mógł być osiągnięty oczywiście dzięki sprzyjającym warunkom wiatrowym, ale także niewątkliwie dzięki zwrotności i sterowności szybowca. Lot bowiem, jak wyraził się pilot, nie był odczuwany przez niego w żadnym z momentów jako specjalnie męczący.

Wyczyny osiągnięte na szybowcach małej rozpiętości, za sługiwałyby na uwagę naszych konstruktorów i instytucyj popierających rozwój szybownictwa. (VDI nr. 44, *Flugsport* nr. 16, 17, 18, *Der Segelflieger* nr. 9). Ł.

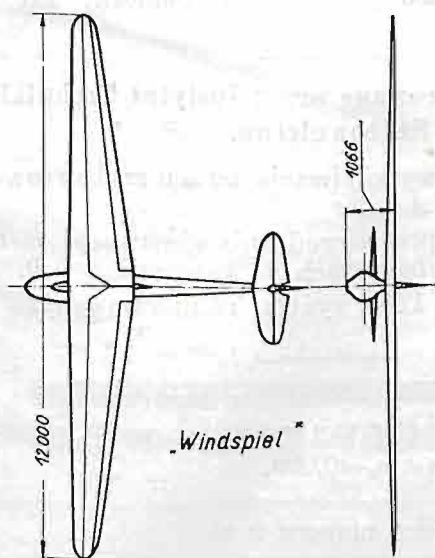
¹⁾ *Flugsport* nie podaje, czy jest to Grunau Baby I z roku zeszłego (12,7—13 m), czy nowy poprawiony Grunau Baby II.

Wiadomości z literatury lotniczej.

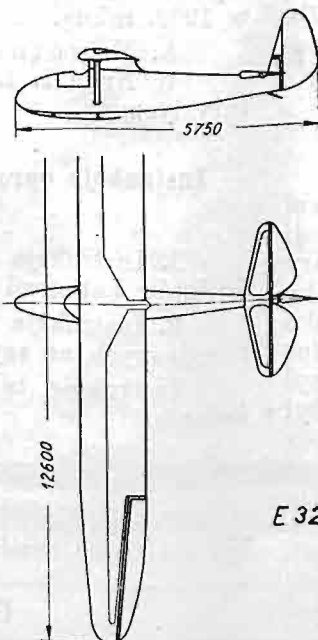
Szybowiec „Windspiel“ D. 28. Wyczynowy szybowiec o 12 m rozpiętości płata.

Płat wolnonośny, jednodźwigarowy, nie dzielony. Profil zasadniczy G. 535. Lotki zajmujące niemal całą rozpiętość płata, wykonane z lautału. Stosunkowo długi kadłub o przekroju owalnym i największej powierzchni

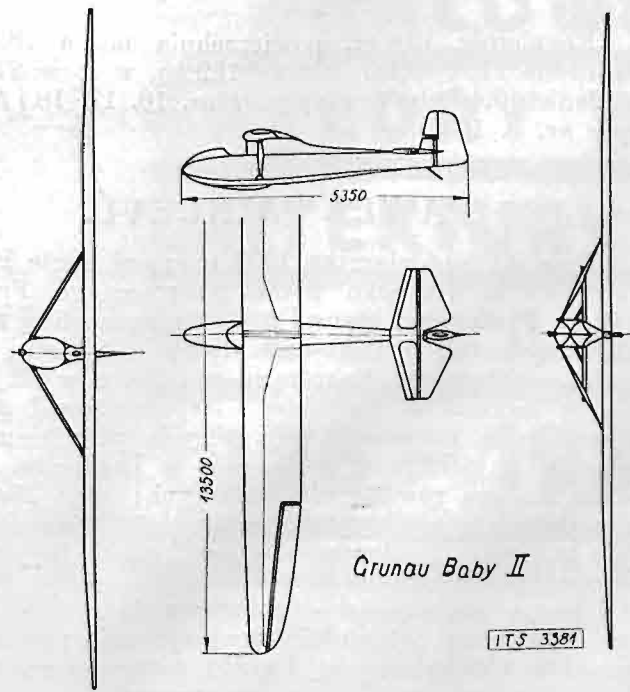
przekroju = 0,3 m², skorupowy, klejony na szablonach z pasków fornieru o grubości 0,3 m/m i sklejki brzozej w trzech warstwach: 2 dolne na krzyż, trzecia zewnętrzna — wzdłuż kierunku lotu. Opierzenie kierunkowe posiada ruchomy statecznik, wychylający się równocześnie ze sterem kierunkowym. Wychylenia steru są 2,8 razy większe w stosunku do wychyleń statecznika. Sterowanie lotek różnicowe, którego przeniesienie



Ryc. 1.



Ryc. 2.



Ryc. 3.

zależne jest od wychylenia steru kierunkowego. Przez podniesienie lub opuszczenie całego mechanizmu sterowego, możliwe nadto opuszczenie lub podniesienie lotek (zmiana profilu w locie). Wyjątkowo niski ciężar własny szybowca 56 kg uzyskano przez sumienne przekonstruowanie każdego szczegółu i precyzyjne wykonanie warsztatowe, nie licząc się z kosztami budowy.

Spółczynnik wytrzymałości $n_1=8$, współczynnik wytrzymałości płata na skręcanie $n_{11}=2$ przy szybkości 180 km/h, liczba drgań na minutę 250, ciężar płata 29 kg t. j. $\sim 2,5$ kg/m².

Rozpiętość 12 m, powierzchnia nośna 11,4 m², wydłużenie 12,6, powierzchnia lotek 2,6 m², odległość środka opierzenia poziomego od środka ciężkości 4 m, powierzchnia opierzenia poziomego 1,4 m², powierzchnia opierzenia kierunkowego 0,7 m², ciężar własny 56 kg, ciężar w locie 136 kg, obciążenie powierzchni 11,9 kg/m².

Szybowiec „Grunau Baby II“ różni się tylko nieznacznie od znanego „Gr. B. I“ rozpiętością płata, która została zwiększona z 12,8 m do 13,5 m.

Płat na długości równej $\sim 1/2$ rozpiętości prostokątny o stałym profilu G. 535, końce trapezowe silnie zwichrzone. Jeden dźwigar podparty pojedynczym zastrzałem w 30% połowy rozpiętości. Kadłub sześciokątny kryty sklejka.

Rozpiętość 13,5 m, powierzchnia nośna 14 m², ciężar własny 130 kg, ciężar w locie 210 kg, obciążenie powierzchni 15 kg/m², wydłużenie płata 13.

Na szybowiec ten wbudowany został ostatnio silnik Köller'a, dwutaktowy o mocy maksymalnej 16 KM przy 2800 obr/min, o pojemn. 600 cm³. Silnik umieszczony nad płatem na konsoli z rur stalowych napędza śmigło pchające. Zbiornik paliwowy o pojemności 15 l na 2 1/2 godziny lotu umieszczony jest w kadłubie. Przy silniku znajduje się zbiornik opadowy na 20 minut lotu, zasilany ze zbiornika głównego za pośrednictwem pompki umieszczonej w kabinie pilota. Ciężar całego urządzenia napędowego wynosi 40 kg. Celem ułatwienia startu zamontowano dodatkowe podwozie z dwóch kół o średnicy 25 cm.

Długość startu 80 m, szybkość maksymalna 90 km/h, szybkość lądowania 42 km/h, szybkość wznoszenia 1,2 m/sek, szybkość opadania przy wyłączonym silniku 1,05 m/sek.

Szybowiec E. 32. Budowa zupełnie podobna do „Grunau Baby“, jedynie kadłub posiada przekrój owalny.

Rozpiętość 12,6 m, powierzchnia nośna 13,8 m², wydłużenie 11,5, ciężar własny 132 kg, w locie 212 kg, obciążenie 15,4 kg/m². (*Flugsport* nr. 16. 17, 18 i *Segel-Flieger* nr. 9. 1933).

† PAWEŁ PAINLEVÉ.

Dnia 29. października 1933 r. zmarł nagle Paweł Painlevé w 70. roku życia poświęconego Francji i Nauce. Wielki mąż stanu i uczyony niepospolitej miary pochowany został w Panteonie. Już jako 23-letni młodzieniec wykładał na Fakultecie w Lille, a w 28. roku życia w Sorbonnie paryskiej. Reprezentował grupę „klasycznych“ matematyków, których przodkiem był Descartes, a następnie d'Alembert i Lagrange. Był wielkim znawcą równań różniczkowych; jego „Leçons sur la théorie analytique des équations différentielles“ (1897) zawierają fundamentalne przyczynki. Rewolucja światopoglądu we fizyce współczesnej — teoria kwantów i teoria względności — poruszyła do żywego wielkiego wyznawcę „ciągłości“ w przyrodzie posłusznej równaniom różniczkowym. Czyżby z tego powodu os-

stanowił rzucić się we wir polityki, aby zagłuszyć bóś świadomości rozpadania się tak pięknego gmachu geometrii Descartes'a i mechaniki d'Alembert'a? — Nie poddał się bez walki — mury Collège de France były świadkiem wielkiej rozprawy pomiędzy Nim i Einsteinem, po której przeobraził się w szczerego zwolennika teorii względności.

Ogromne usługi oddał Painlevé Francji na polu lotnictwa, zwłaszcza w czasie wojny światowej. Znakomity uczyony z ogromnym zapalem poświęcił się wiedzy lotniczej w samem jej zaraniu, podkreślając stale niezmiernie ważny i tak mało przedtem w hydromechanice respektowany postulat ścisłej współpracy teorii z praktyką, bez której nie do pomyslenia jest jakkolwiek poważny rozwój tej nauki. Był też jednym z pierwszych profesorów lotnictwa i opublikował wykłady już z r. 1909/10. W r. 1908 był on pierwszym pasażerem W. Wright'a. Czy chciał może w ten sposób wyrazić, że lotnictwo opiera się o trwałe podstawy mechaniki cieczy rzeczywistej wbrew paradoksowi d'Alembert'a lub zaznaczyć przeciwieństwo do Lionardo da Vinci, który swemu wychowankowi przywiązał skrzydła i kazał skoczyć z wieży, podczas gdy sam pozostał na wieży?

Jako długoletni minister wojny i minister lotnictwa Painlevé opracował szereg poważnych reform wojskowych, mających doniosłe znaczenie dla obrony kraju.

Cześć Jego pamięci!

Z. Fuchs.

Prace pracowników Instytutu Techniki Szybownictwa ogłoszone w latach 1932 i 1933 w innych czasopiśmie.

W Skrzydlatej Polsce.

Inż. W. Czerwińskiego:

W Nr. 10—11 r. 1932 „I. Sprawozdanie z pomiarów przyspieszeń występujących w lotach szkolnych na szybowcu“.

W Nr. 2 r. 1933 „Niemieckie szybowce odznaczone i nowe celniejsze konstrukcje szybowców niemieckich na zawodach w Rhön 1932 r.“

Inż. W. Jaworskiego:

W Nr. 12 r. 1932 „II. Sprawozdanie z pomiarów przyspieszeń na szybowcu w lotach szkolnych ślizgowych i żaglowych“.

Dr. A. Kochańskiego:

W Nr. 4—5 r. 1933 „O prądach wstępujących na szybowisku w Bezmiechowej na podstawie pomiarów w 1932. roku“.

A. Nowotnego:

W Nr. 1 r. 1933 „O tani i ekonomiczny samolot turystyczny“.

Instrukcje opracowane przez Instytut Techniki Szybownictwa.

1. Instrukcja wyszukiwania terenu szybowcowego do lotów kategorii A i B.

2. Instrukcja przeprowadzania obserwacji meteorologicznych na szybowiskach do kategorii A i B.

Instrukcje te ITS wysyła zainteresowanym na żądanie.

Zauważone błędy druku w numerze 3.

Na stronie 31. w tabeli I. dla $\beta=0^\circ$, $\alpha=6,0^\circ$ ma być $c_x=0,029$ zamiast $c_x=0,039$.

Cena numeru 2 zł.

ZESZYT ARCHITEKTONICZNY

**PROJEKTY
STUDENTÓW
WYDZIAŁU
ARCHITEKTO
NICZNEGO PO
LITECHNIKI
LWOWSKIEJ
WYKONANE
W PRACOWNI
KATEDRY AR
CHITEKTURY II
W LATACH
1926 – 1932**

CZASOPISMO TECHNICZNE ROCZNIK LI. NR. 24. 25 GRUDNIA 1933

**ZESZYT WYDANY PRZY POMO-
CY FUNDUSZÓW ZAKŁADU AR-
CHITEKTURY II. POLITECHNIKI
LWOWSKIEJ. UKŁAD GRAFI-
CZNY I WINIETA: INŻ. ARCH.
TADEUSZ TEODOROWICZ-
TODOROWSKI. KLISZE WY-
KONAŁ ZAKŁAD REPRODUK-
CYJNY J. BRODZISZ, LWOW,
UL. CHORAŹCZYŻNA L. 27. TŁO-
CZONO CZCIONKAMI PIERWSZEJ
ZWIĄZKOWEJ DRUKARNI WE
LWOWIE, UL. LINDEGO L. 4.**

PROF. WITOLD MINKIEWICZ

WIEDZA TECHNICZNA I SZTUKA

Wykład wygłoszony podczas inauguracji roku naukowego 1928/29 w Auli Politechniki Lwowskiej.

Temat, który poruszam jest w murach Uczelni naszej tematem jakgdyby symbolicznym, albowiem na frontowej attyce gmachu głównego od lat pięćdziesięciu zgórą widnieje napis „Litteris et Artibus“ świadczący, iż tym właśnie dwom dziedzinom twórczej pracy ludzkiej, gmach ten został poświęcony. Złączone razem w napisie pojęcia wiedzy i sztuki przyzwyczailiśmy się w czasach ostatnich uważać za dwa bardzo odległe, a może nawet przeciwległe bieguny, — rozdział ten jednak jest stosunkowo dość świeżej daty i czasy dawne nie znały go, przynajmniej w takim stopniu.

W wiekach dawnych, obcych współczesnej specjalizacji, przeważającą część ówczesnej wiedzy technicznej określano pojęciem budownictwa, jako umiejętności wznoszenia z pewnych materiałów budowli i konstrukcji odpowiadających pewnemu przeznaczeniu. Pojęciem tym określano nie tylko umiejętność wznoszenia domów i świątyń, — lecz również fortyfikacji, dróg, budowli wodnych, maszyn, wodociągów, — a zatem szereg dziedzin wiedzy technicznej dziś tak od siebie oddalonych.

Pierwszy znany nam rzymski teoretyk budownictwa Marcus Pollio Vitruvius w dziele „De Architectura Libri Decem“ bardzo wiele miejsca poświęca zagadnieniom urbanistyki, fortyfikacjom, budowiom wodnym i t. p. Architektura, jak świadczy o tem ogólny tytuł dzieła, uważaną jest przez niego jedynie za wyraz doskonałości technicznej.

„Magna est res Architectura!“ woła również w monumentalnej pracy, obrazującej wiedzę i zamierzenia budowlane okresu odrodzenia Leone Baltista Alberti. On też nie odróżnia inżyniera od architekta, uważając tego ostatniego za króla wszelkiej wiedzy konstrukcyjnej i budowlanej.

Nie znając różnic współczesnej nam specjalizacji, wieki ubiegłe jednoczą szereg najrozmaitszych specjalności w rękach jednego fachowca budowniczego, który z reguły nieomal jest wybitnym artystą. Zastanawiające śmiałością roboty inżynieryjne Babilonu, Egiptu, Grecji nadewszystko zaś Rzymu stoją w ścisłym związku z architekturą. Te same zasady konstrukcyjne, ten sam materiał do nich używany, wytwarzają analogiczne formy budowlane. Niesposób również rozróżnić nazwisk twórców, — imiona inżynierów są równobrzmiące z imionami architektów.

Budowle portowe Grecji oraz miast przybrzeżnych, podlegających jej wpływowi kulturalnym, cechuje charakter wybitnie architektoniczny; budowa miast greckich odznacza się również niezwykle wysokim poziomem artyzmu.

Greków nie zadawała regularny schemat założenia, charakterystyczny dla miast wschodu. Ich zaostrzony zmysł artystyczny szuka piękna w świadomym grupowaniu mas budowli, właściwym rozmieszczaniu w obrazie miasta budynków publicznych, uderza przytem szeroki gest, nieliczący się zupełnie z robotami ziemnymi w trudnym skalistym terenie dla osiągnięcia doskonałego założenia. To też sztuka budowy miast w Grecji stoi godnie obok architektury i rzeźby, podnosząc miasta greckie do poziomu jednolitych dzieł sztuki.

To samo zjawisko obserwujemy u Rzymian szczególnie w koloniach. Rozróżnianie w planie miasta ulic o rozmaitem przeznaczeniu, zakładanie nader kosztownych placów i ulic reprezentacyjnych, np. zdobnej kolumnami ulicy w Antiochji, lub podobnej w Palmyrze, charakteryzuje dostatecznie artystyczny stosunek Rzymian do zagadnienia budowy miast.

Znane powszechnie budowle wodne starego Rzymu i kolonji budzą podziw nie tylko swoim wysokim poziomem technicznym, lecz w równej mierze architektonicznym opracowaniem. Aquedukty Rzymu, w Segowji, Tarragonie, Pont du Gard w Nimes, stanowią monumentalne dzieła o wysokich walorach artystycznych. Są one typowym przykładem ścisłego związku sztuki inżynierskiej z architekturą i wzajemnego przenikania się form i motywów. Elementem o cechach wybitnie architektonicznych jest również most rzymski o łuku pełnym. Wpływ form wytworzonych w budownictwie da się stwierdzić niejednokrotnie na formach machin, wozów i okrętów ówczesnych.

Tendencje artystyczne w technice, podobne, jakie obserwujemy w świecie klasycznym trwają w Europie do wieku XVIII-go włącznie.

Budowa miast okresu odrodzenia włoskiego, szczególnie zaś niezrealizowane pomysły urbanistyczne Michała Anioła, Scamozzi'ego Vasari'ego charakteryzują najlepiej ducha czasu i wybitnie architektoniczne nastawienie tej dziedziny wiedzy technicznej. Analogiczne tendencje architektoniczno - dekoracyjne kierują zabudową placów - salonów w późniejszym okresie baroku.

To samo zresztą dzieje się w budownictwie mostowym. Wśród autorów napotykamy bardzo często nazwiska wybitnych architektów. Genialny budowniczy późnego odrodzenia, rasowy architekt Andrea Palladio buduje mosty, a pisząc o architekturze, trzeci tom swojego dzieła poświęca wyłącznie mostom. Wpływ architektów na budowę mostów panuje aż po wiek XVIII-y czemu w dużym stopniu sprzyja konserwatyzm panujący w tej dziedzinie. Od czasów rzymskich, a więc przez blisko 2.000 lat most, jako obiekt konstrukcyjny, pozostaje właściwie bez zmian większych; postęp wyraża się jedynie w coraz to doskonalszym ustosunkowaniu części i powiększaniu światła otworów w granicach stosunkowo nieznacznych, zakreślonych przez doświadczenie.

Nowy impuls w tej dziedzinie wprowadza dopiero ufundowana przez Ludwika XIV-go we Francji École nationale des Ponts et Chaussées. Pod jej wpływem powstają doskonałe konstrukcje mostowe, tem nie mniej jednak objekty o cechach wybitnie architektonicznych, jak świadczą np. prace genialnego Perronet'a. Perronet z równą swobodą i maestrią projektuje śluzy i objekty techniczne wodne, jak i dekoracyjne mosty parkowe. W pracach tych podobnie jak i w okresach poprzedzających uderza z reguły znakomite pod względem architektonicznym związanie mostu z wybrzeżem, tak niestety zaniedbane przez inżynierów wieku XIX-go.

Miarą artystycznego ustosunkowania się do zagadnienia mostów w przeszłości jest również wybitny wpływ, jaki na budowle mostowe wywiera swoimi rysunkami fantastyczny, lecz konsekwentny sztycharz architektury Giovanni Battista Piranesi. Motywy jego monumentalnych pomysłów odnajdujemy w budowlach mostowych wieku XVIII-go niejednokrotnie.

Taksamo wybitne architektoniczne nastawienie napotykamy w budownictwie portowym i innych dziedzinach techniki. Pułkownik infanterji J. Kr. M. króla Francji Belidor, wydając w połowie wieku XVIII monumentalne dzieło o budowlach wodnych nazywa je „Architecture hydraulique“. Treść dzieła, w którym autor z równą erudycją omawia urządzenia i maszyny wodne, jak i dekoracyjne ujęcia źródeł i wodotrysków, zresztą wygląd samego dzieła świadczą wybitnie o architektonicznych tendencjach autora.

Analogiczne tendencje wyciskają piętno na budowlach wojskowych wszystkich czasów. Zamki obronne renesansowe, wspaniałe barokowe rezydencje obronne są równocześnie z reguły wybitnymi dziełami architektury.

Wreszcie wielkie dzieła dokonane przez Francję w wieku XVIII-ym i z początkiem XIX-go w dziedzinie regulacji i rozbudowy miast: monumentalna sieć ulic i placów Paryża oraz miast prowincjonalnych, wspaniale przemyślane założenie Nancy, czyż nie świadczą najlepiej o wielkiej idei architektonicznej, która je kształtowała?

Tych kilkanaście dorywczo zebranych przykładów ilustruje dostatecznie ścisły związek, jaki zachodził dawniej między twórczością w różnych dziedzinach techniki i sztuką. Objekty inżynierji i techniki mimo, iż decydującym czynnikiem ich powstawania były względy utylitarne i konstrukcyjne, odczuwane były równocześnie i kształtowane jako dzieła sztuki. Artystyczny pogląd na dzieła techniki przejawiał się nie tylko w kształtowaniu samego obiektu, lecz w wyższym jeszcze stopniu wynikał z ustosunkowania obiektu do otoczenia, to jest ze sposobu, w jaki umieszczony był w krajobrazie. W przeciwstawieniu do czasów ostatnich, dawne dzieła inżynierji stanowią zawsze skomponowany przy pomocy środków architektonicznych element krajobrazu wsi lub miasta. Objektów źle umieszczonych nie spotyka się z reguły zupełnie.

Architektoniczna podstawa kształtowania obiektów techniki w wiekach dawnych jest wręcz uderzająca. Znakomita znajomość materiału i operowanie konstrukcjami w granicach empirycznie ustalonych, umożliwiało wydobyć z nich największego wyrazu doskonałości — artyzmu.

To też pogląd na dzieło techniki, jak na dzieło sztuki jest aż po wiek XIX. poglądem najzupełniej naturalnym.

Pogląd powyższy załamuje się jednak w wieku XIX. pod wpływem epokowych wynalazków, które zmieniając tempo życia naruszają dotychczasową równowagę składników życia kulturalnego. Dzięki olbrzymiemu skokowi, jaki na polu technicznym dokonać potrafił człowiek wiekn XIX-go umysł, ludzki zapanował jak nigdy dotąd nad przyrodą. Dążenie do uniezależnienia się od przypadkowości i podporządkowanie rozumowi i woli wszelkich przejawów życia, staje się dominującym motywem umysłowości tego okresu. Nadmierna przewaga jednych czynników powoduje jednak zanik innych i dawna harmonja pierwiastków uczuciowych i rozumowych zanika.

Odbija się to na produkcji technicznej wieku XIX-go. Wprowadzone na rynek nieznanne dotychczas w budownictwie materiały jak żelazo i żelazo-beton, wywołują przewrót w dotychczasowych metodach budowlanych. Przewrót ten potęgują zdobycze mechaniki. Po raz pierwszy bowiem w dziejach cywilizacji ścisła analiza matematyczna i obliczenia teoretyczne wprowadzone zostały do budownictwa jako czynnik decydujący, stwarzając nowe podstawy i możliwości dla twórczości technicznej.

Matematyką wprawdzie posługiwano się w budownictwie od bardzo dawna, Problemy mechaniki zajmowały już Arystotelesa i Archimedes; Vitruwius w dziele swoim wyprowadza istotę architektury a dwóch źródeł: praktyki i teorii. Lecz prace uczonych greckich były raczej matematycznym zobrażeniem wyników doświadczenia i na budownictwo owego czasu wpływu nie miały, u Vitruwius'a „*ratiocinatio*“ odgrywa rolę zgoła podrzędną i uważane jest conajwyżej za pożądane uzupełnienie praktyki.

Podobnie traktują teorię autorowie odrodzenia Leone Battista Alberti i Palladio. I dopiero na początku wieku XIX-go w ogniu zaciętych walk i sporów teoretyków-konstruktorów i praktyków-architektów zdobywa prawo obywatelstwa w budownictwie teoria, oraz zasada rozwiązywania zagadnień budowlanych drogą rachunku. Wiąże się to z nazwiskami francuzów Rondelet'a oraz Ludwika Navier'a.

Zdobycze teorii i nowe, oparte na nich, sukcesy konstrukcyjne działają oszałamiająco, — to też twórczość techniczna lat 1840—1890 porusza się wybitnie w kierunku rachunkowo-konstrukcyjnym. Zagadnienia inżynierji traktowano jako problem wyłącznie techniczny z pominięciem lub lekceważeniem wszelkich kryterjów estetycznych, ongiś tak miarodajnych.

Dlatego też pojęcia sztuki i wiedzy technicznej nigdy nie były od siebie tak odległe, jak właśnie w latach 80-tych ubiegłego wieku, kiedy na attyce gmachu Politechniki lwowskiej kuto w kamieniu napis „*Litteris et Artibus*“!

Zbyt świeże są wspomnienia tych czasów, by trzeba je było ilustrować przykładami. Technika odsunięta od sztuki tworzy rzeczy celowe, lecz niedoskonałe. Zaprzątnięci analizą matematyczną inżynierowie zatracają pogląd ogólny na obiekt, oraz zdolność dopasowania dzieła do tła na jakim powstaje. Powoduje to liczne szkody, że wspomnę chociażby most Kierbedzia w Warszawie, przekreślający piękno panoramy Zamku królewskiego.

Z architekturą w owym czasie było jeszcze gorzej: architektom brakło realnych problemów konstrukcyjnych i ekonomicznych, jakie życie samo stawiało przed inżynierami, natomiast tradycja była silniej-

sza, zbyt silna, by skierować twórczość ich na nowe tory. To też architektura drugiej połowy XIX-go wieku, mimo szeregu wybitnych nazwisk architektów, stanowi obraz bezideowości i błąkania się wśród przeżytków stylowych. Wlokąc za sobą stare arystokratyczne przyzwyczajenia, zasklepia się ona w rutynie, odosobniając coraz bardziej od pozostałych dziedzin wiedzy technicznej.

Ten nieznan dotychczas rozdźwięk powoduje, iż mimo olbrzymich zdobyczy na polu technicznym, obraz wieku XIX-go nie jest kompletny, — brak mu pełni harmonji i zaokrąglenia, cechującego poprzednie okresy historyczne, których wyrazem zarówno w sztuce jak w życiu jest styl danej epoki. Wiek XIX-y nie wytworzył w sztuce swojego stylu!

Jednostronny rozwój wywiera ujemny wpływ na ludzi. Jakże dalekim jest człowiek wieku XIX-go od entuzjazmu, cechującego twórcze okresy kultury np. okresu odrodzenia!

Gdy dawne dzieła techniki zaspakajając potrzebę, budziły u współczesnych zadowolenie estetyczne, były przedmiotem zachwyty i dumy obywateli, przechodziły do tradycji, aż wreszcie czas spowijał je żywą legendą, — dzieła wieku XIX-go rodzą pesymizm, a często działają wręcz odpychająco. To też tak charakterystyczną dla ludzi tego wieku staje się ucieczką od dzieł własnych. Człowiek wieku XIX-go ucieka z „uregulowanych“ ulic nowoczesnego miasta, z zadymionych dzielnic przemysłowych i szuka zadowolenia i wypoczynku w zaniedbanych uliczkach miast dawnych, wchłaniając w siebie piękno przeszłości. Rodzi się wybujały sentymentalizm w stosunku do przeszłości i kult zabytków, — jako przeciwstawienie szarej i bezbarwnej współczesności.

Maszyna wynaleziona przez człowieka pochłonęła go i przestał być panem swego dzieła, stając się elementem poruszonym w niewiadomym kierunku.

Stan taki budzi zrozumiały pesymizm i zniechęcenie, a stając się nieznośnym dla umysłów wrażliwszych, rodzi pod koniec wieku XIX-go w sztuce i architekturze zdecydowaną reakcję. Z drugiej znowu strony życie samo, narzucając inżynierom coraz śmielsze zadania, zmuszało ich do logicznego doskonalenia konstrukcji, tworzenia nowych form i systemów. Okazało się niespodziewanie, iż projektant, który drogą ścisłych obliczeń dążył do celowego i ekonomicznego wyzyskania właściwości materiału, posiadał przytem pewien wrodzony zmysł estetyczny, tworzył naogół rzeczy z punktu widzenia artystycznego dobre.

Dzieła czystej inżynierji jak wiadukt Garabit we Francji, betonowy most na Rhonie w Genewie, niektóre mosty żelbetowe, wreszcie tyle sprzecznych opinji wywołująca w swoim czasie wieża Eiffla, stanowią rzeczy dobre o nowych i wysokich nieraz walorach estetycznych.

Przez opanowanie materiału drogą nagromadzonych doświadczeń, doszedł w nich do głosu twórczy czynnik intuicji artystycznej, który pod wpływem zaambarasowania nowością znikł poprzednio pod przyniatającym wpływem balastu obliczeniowego.

Bogaty spadek odziedziczony po wiekach ubiegłych i siła tradycji, jak już wspomniałem, utrudniały architekturze przez czas długi wejście na racjonalną drogę twórczości współczesnej. Gdy w ciszy i bez rozgłosu inżynierja torowała drogę nowym twórczym poglądom, — architektura tkwiła wciąż w błędnem kole sporów, prób i rozczarowań. Brak jej było silnych bodźców konstrukcyjnych, któreby ją zmusiły tak jak inżynierję do realnego zetknięcia się z życiem nowoczesnem. Drogę tą utrudniała zresztą bogata tradycja, której logika mimo wszystko przez postęp wieku XIX-go została silnie nadwyrężona. Przed architektami końca wieku XIX-go otwarło się pole do nieograniczonej fantazji. To też liczne kierunki i próby reform, przedsiębrane w tym okresie, naogół zdecydowanych rezultatów nie dały, zgromadziły natomiast wielką ilość doświadczeń i wytworzyły ferment sprzyjający przyjęciu nowych bodźców i haseł. Z tych najsilniejszym i w skutkach najtrwalszym okazał się impuls, jaki na architekturę na przełomie wieku XIX-go wywarły konstrukcyjne zdobycze, dokonane przez inżynierję. Role na pewien czas uległy zmianie!

Pod wpływem tych impulsów, jako wyraz reakcji przeciwko skostniałości architektury wieku XIX-go zjawia się architektura nowa, której hasłem szczerłość i konstrukcyjność, skrajnie pojęta celowość i bezwzględna ekonomja środków. Początków jej szukać należy jeszcze przed wojną. Wielka wojna przewrotem dokonany w życiu społecznym przyspieszyła krystalizację.

Architektura współczesna odrzuca wszystko, co nie jest wywołane koniecznością. Jest odpowiednikiem wytycznych cywilizacji współczesnej, zmierzającej do jak najbardziej drobiazgowego wyzyskania właściwości przyrody, dla spotęgowania poziomu powszechnego życia. Miejsce dawnych form zastępują problemy budowlane.

Rytm powtarzających się, znormalizowanych elementów budowy, monumentalność prymitywnych form budowli fabrycznych działają na wyobraźnię artystyczną silniej, niż szablonowe przeżytki stylowe.

Naturalny urok materiału, użytego zgodnie z jego strukturą i właściwościami, zastępuje nieszczerzy przeważnie efekt form dawnych.

Na tem tle powstaje budownictwo bez form: domy - pudełka, przypominające nieraz pomosty okrętowe — architektura wieku XX-go o bezsprzecznie własnym, swoistym obliczu stylowym!

Purytanizm plastyczny, jako wyraz wyrzeczenia się wszelkiego sentymentalizmu i z góry narzuconych formułek dekoracyjnych stwarza, powiedzmy szczerze, zdrową podstawę rozwoju architektury w przyszłości. Ścisły związek z konstrukcją i współczesnym materiałem tworzy realny grunt, z którego wyrosłe podniety artystyczne dadzą wyniki realne.

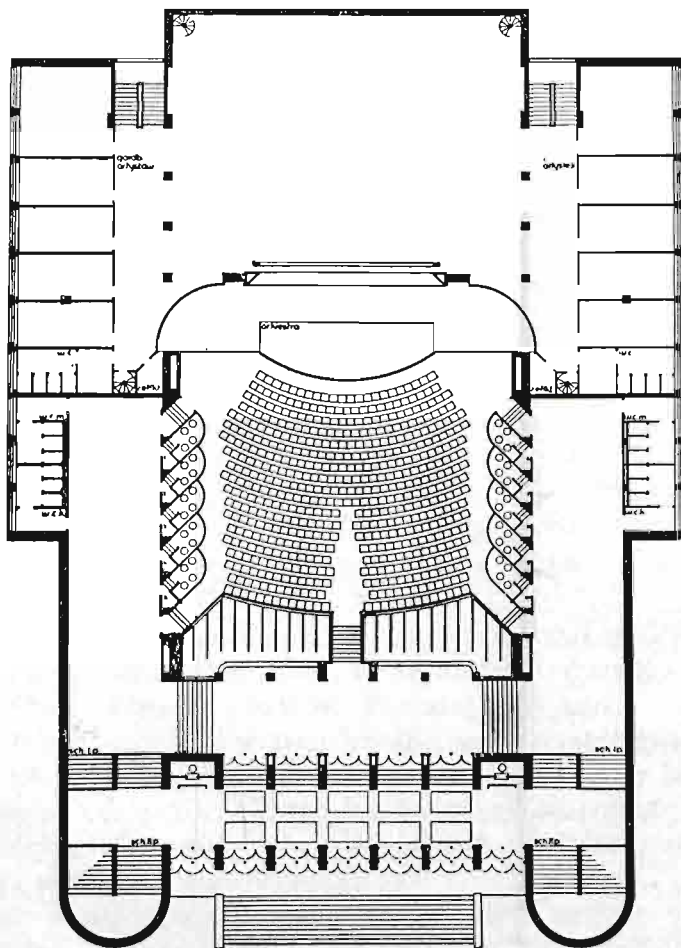
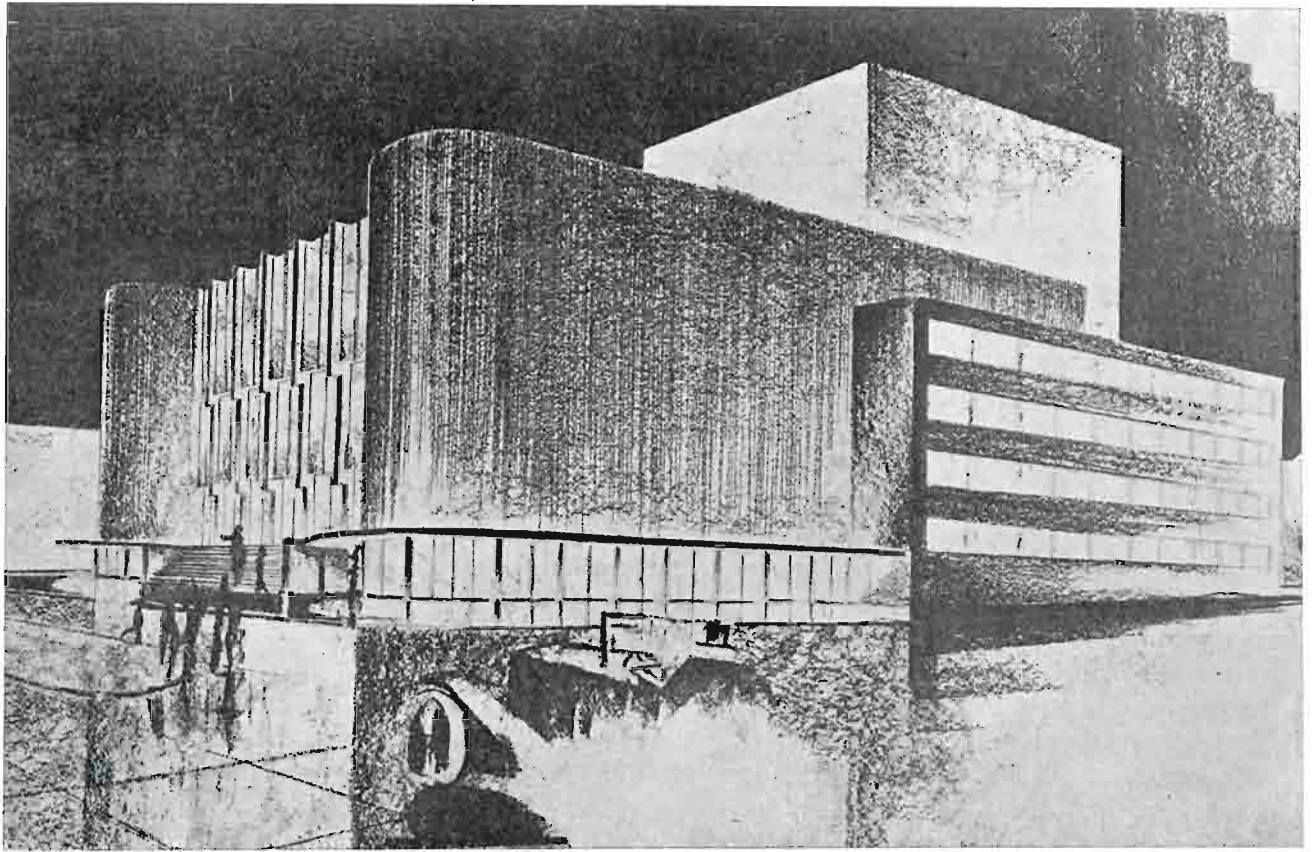
Na tem tle znika arystokratyczne odosobnienie, cechujące do niedawna architekturę w stosunku do innych dziedzin techniki: coraz częściej w publikacjach architektonicznych obok obiektów budownictwa napotkać można fotografię limuzyny lub transatlantyku, z wielką zresztą słuszością, gdyż współczesna limuzyna lub szybkobieżny parowóz o doskonałych formach wynikłych z opanowania materiału, dla umiającego patrzeć oka, są tak samo piękne, jak budynek, na tych samych zasadach konstrukcyjności oparty.

Ożywczy prąd szczerości i celowości pchnął usiłowania architektów na nowe tory.

Oczyszczony z pretensjonalnych naleciałości budynek sprowadzony zostaje do formy jak najprostszego elementu, odpowiednika „kubizmu“ w architekturze. Punkt ciężkości współczesnej architektury przenosi się na zagadnienia urbanistyki. Wzajemny układ prostych elementów, jakimi są domy współczesne, wytwarza na wielką skalę kompozycję przestrzenną — miasto nowoczesne.

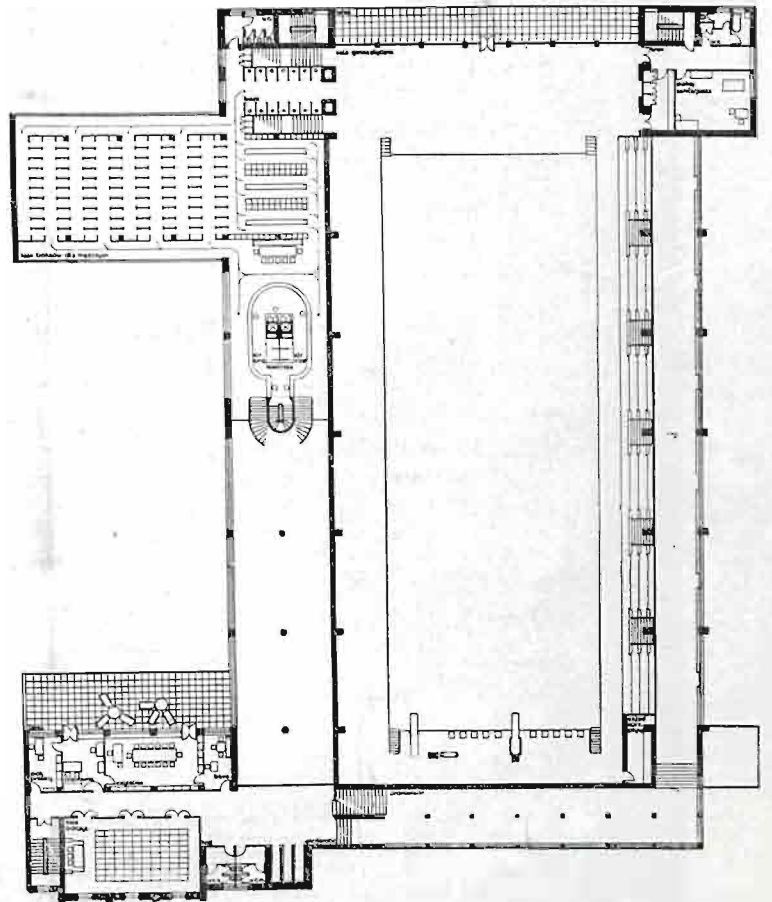
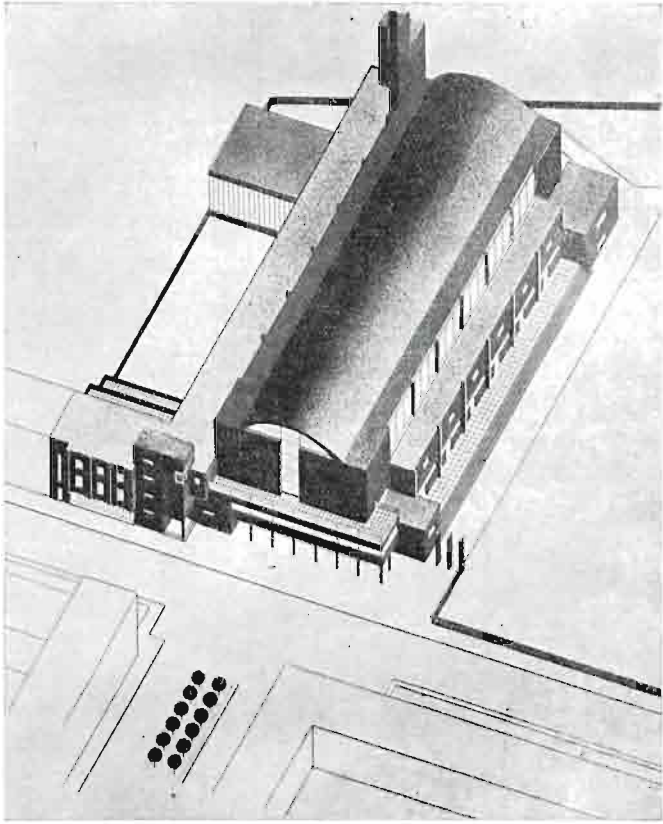
I na tem tle objawiają się najsilniej zalety nowego kierunku. Wspaniała wizja miasta przyszłości Le Corbussier'a, szereg twórczych pomysłów opanowania przez budownictwo rozmaitych potrzeb organizmu współczesnego miasta-olbrzyma, świadczą, iż architektura współczesna wyszła ze stadjum odosobnienia i martwoty i wspólnie z innymi gałęziami techniki zdąża na spotkanie narastających problemów współczesnego życia. Nie ulega wątpliwości, że tendencje rozwojowe architektury współczesnej prowadzą ją na drogi, któremi kroczy współczesna wiedza techniczna. Z drugiej zaś strony wiedza techniczna wkroczyła w dziedzinę, będącą do niedawna uprzywilejowaną domeną architektury. Przez coraz doskonalsze opanowywanie materiału i jego właściwości, przez współpracę artystów w rozmaitych dziedzinach techniki inżynierskiej i maszynowej, zmierza ona do form coraz doskonalszych, a tem samem do artyzmu i sztuki.

Wzajemne przenikanie się w życiu współczesnym tych dwóch niedawno tak odległych dziedzin, oraz coraz częściej nieodzowna współpraca teoretyka-konstruktor z artystą twórcą, prowadzi konsekwentnie do wytworzenia niebawem ideału podobnego, jaki w czasach dawnych obserwowaliśmy wielokrotnie.

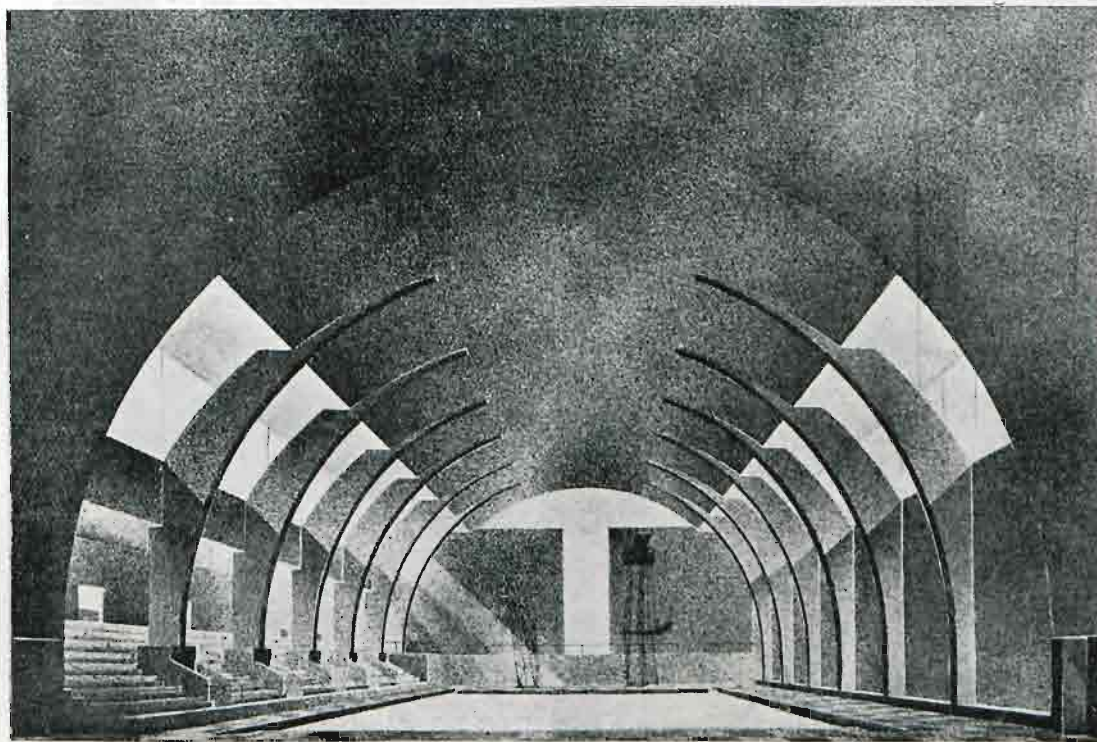


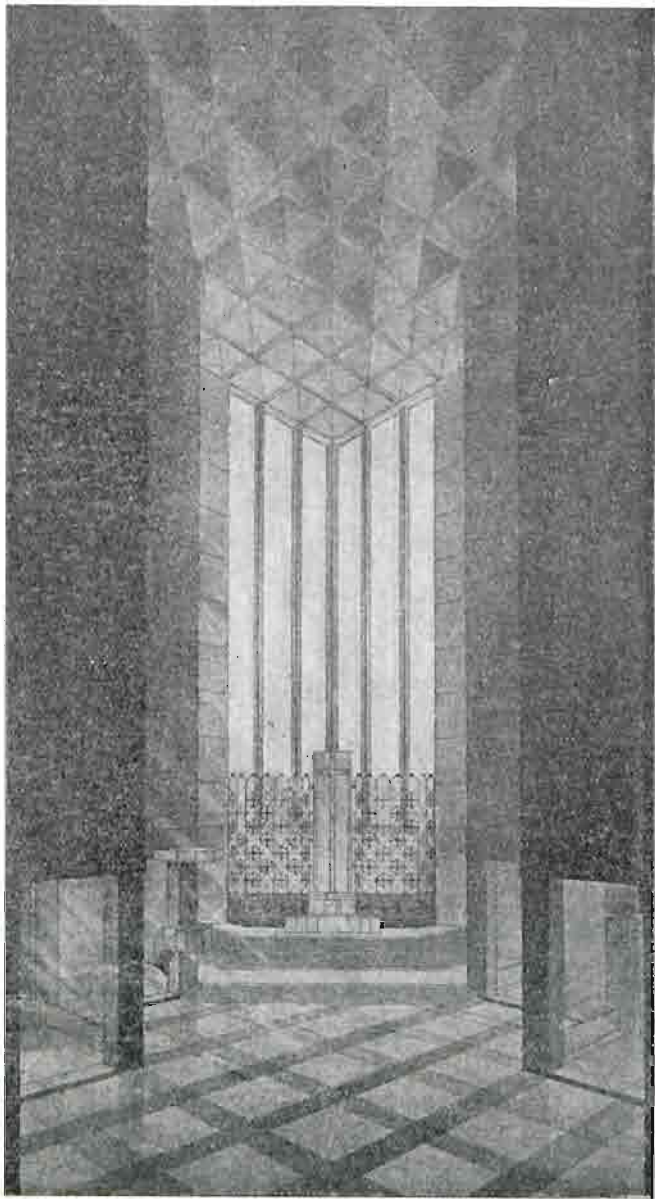
1:500

ANDRZEJ FRYDECKI 1926-27 TEATR

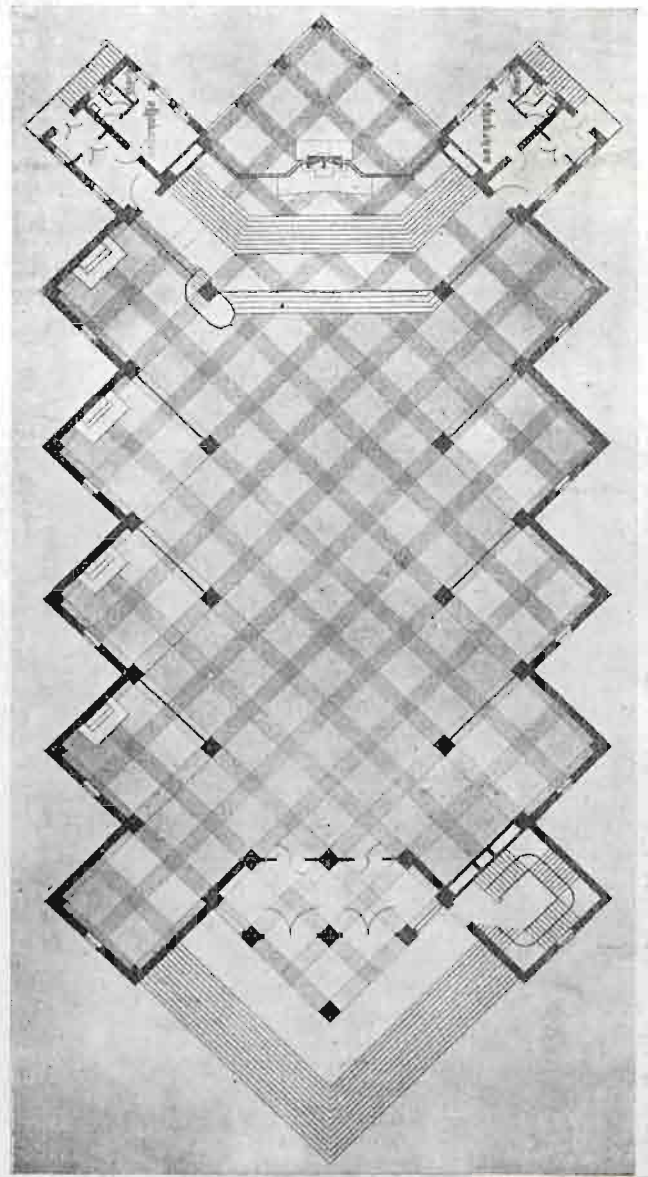


1 : 750

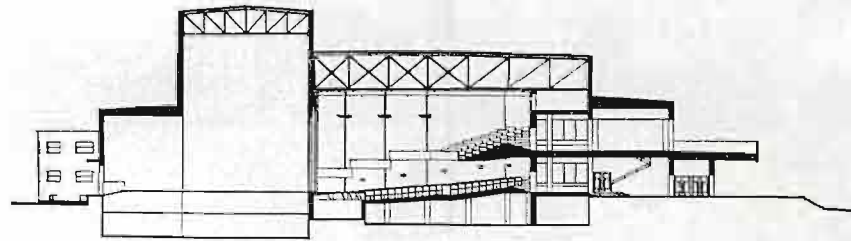
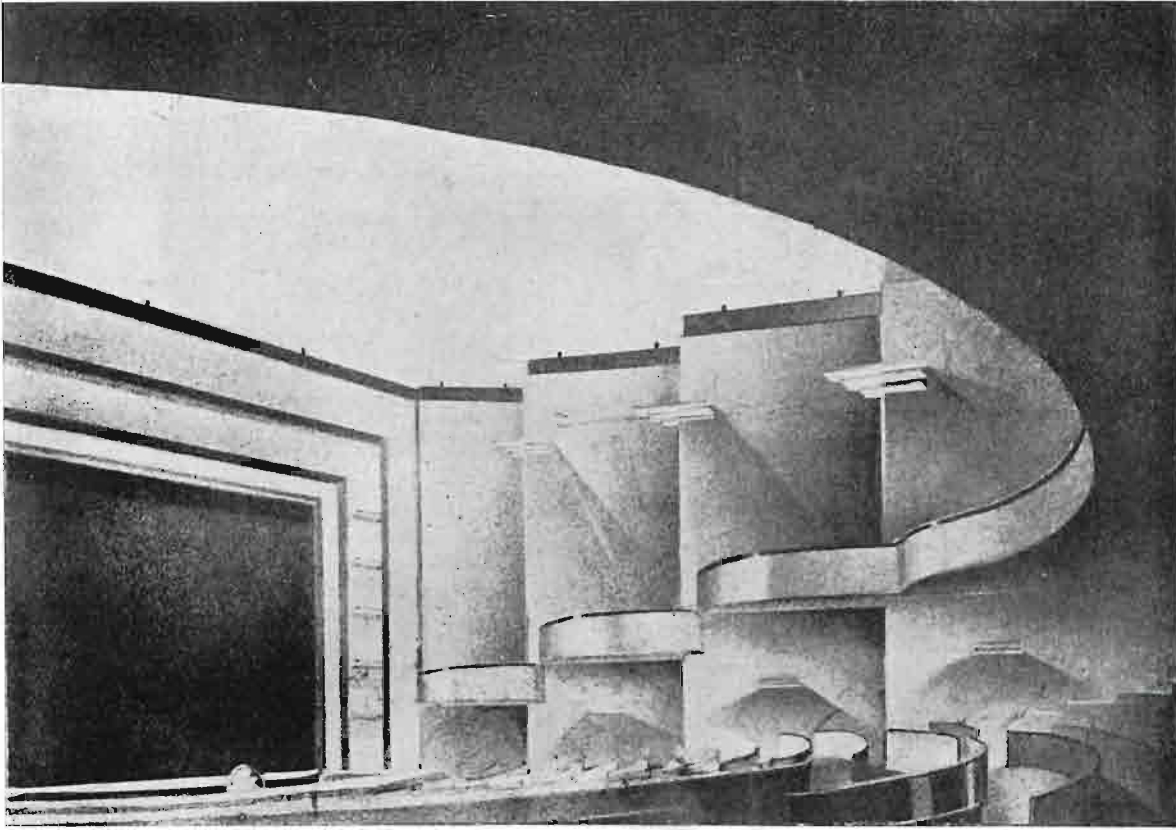




1:500.

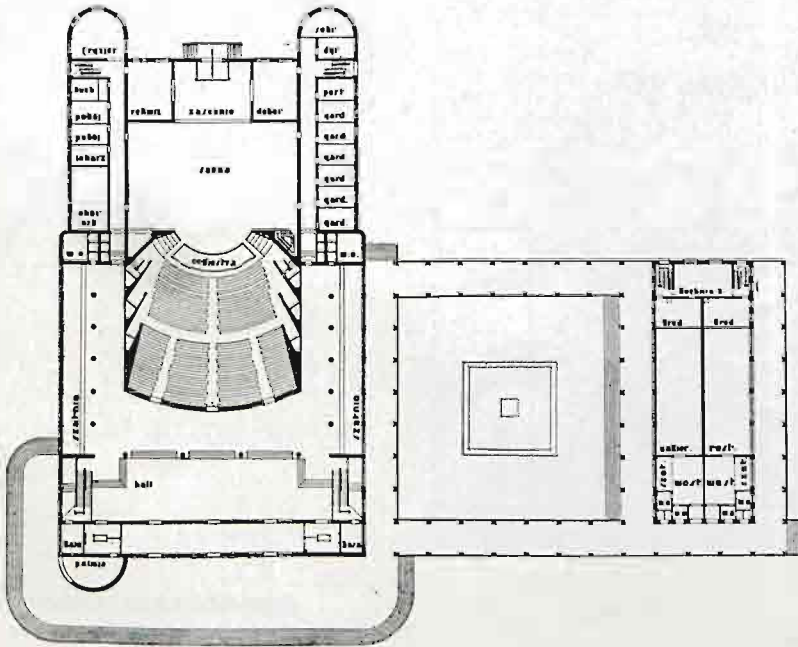


TADEUSZ KARASIŃSKI 1929 - 30 KOŚCIÓŁ

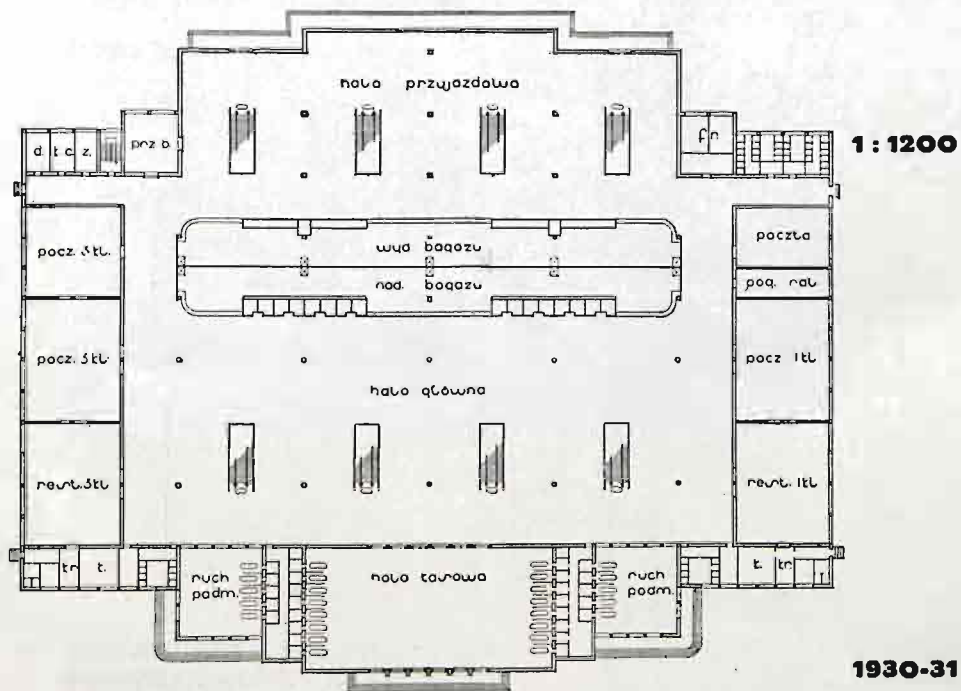
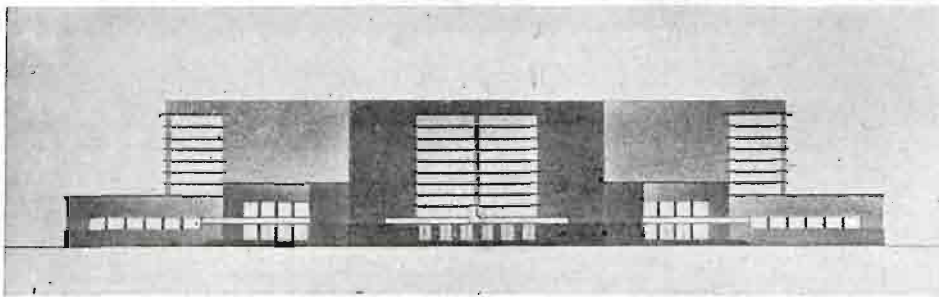
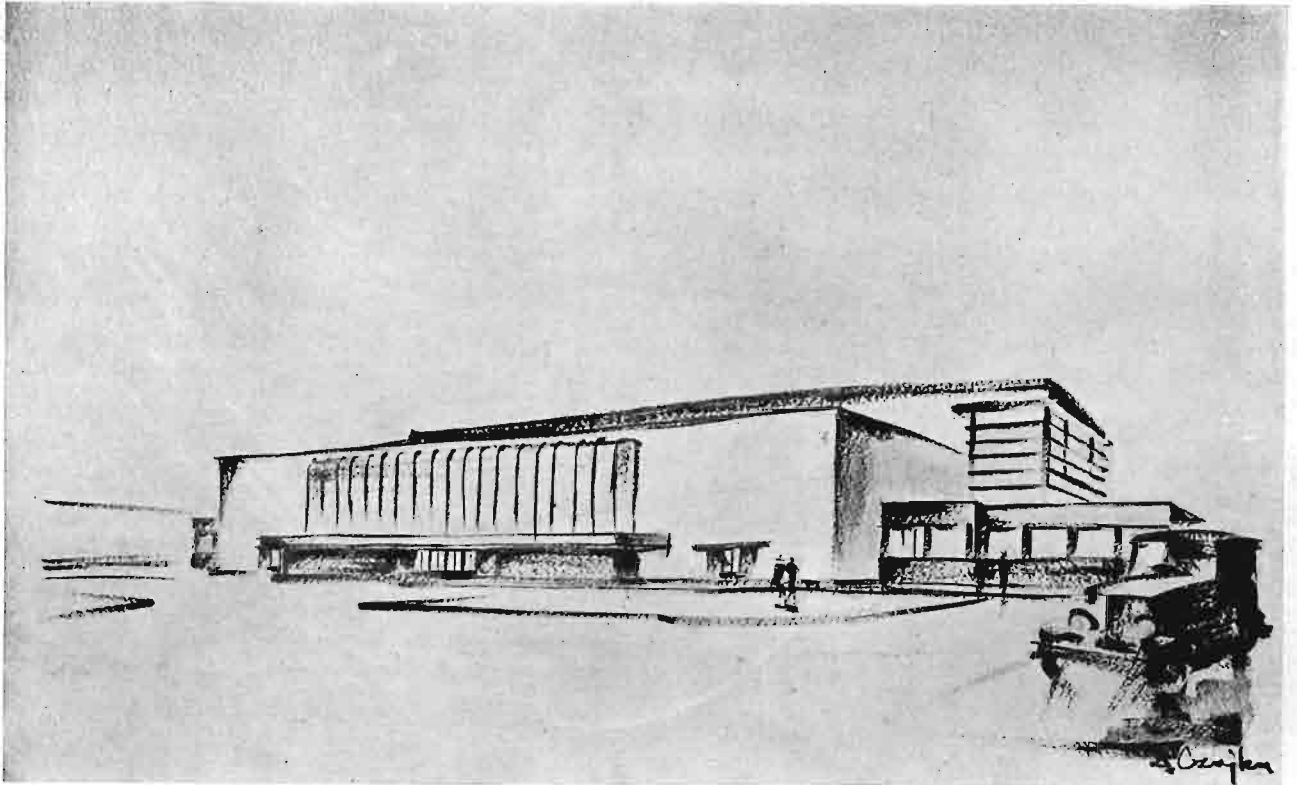


1:1000

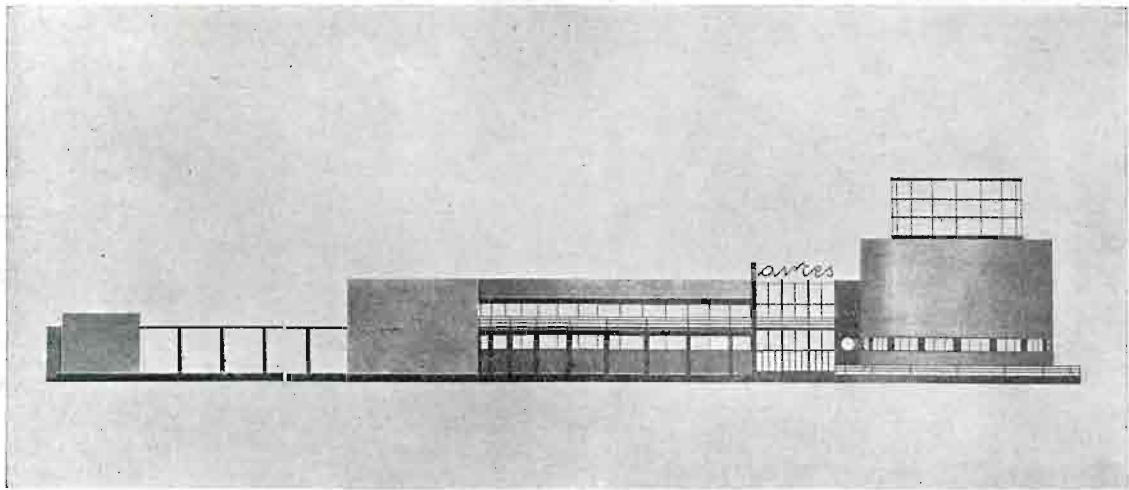
1:800



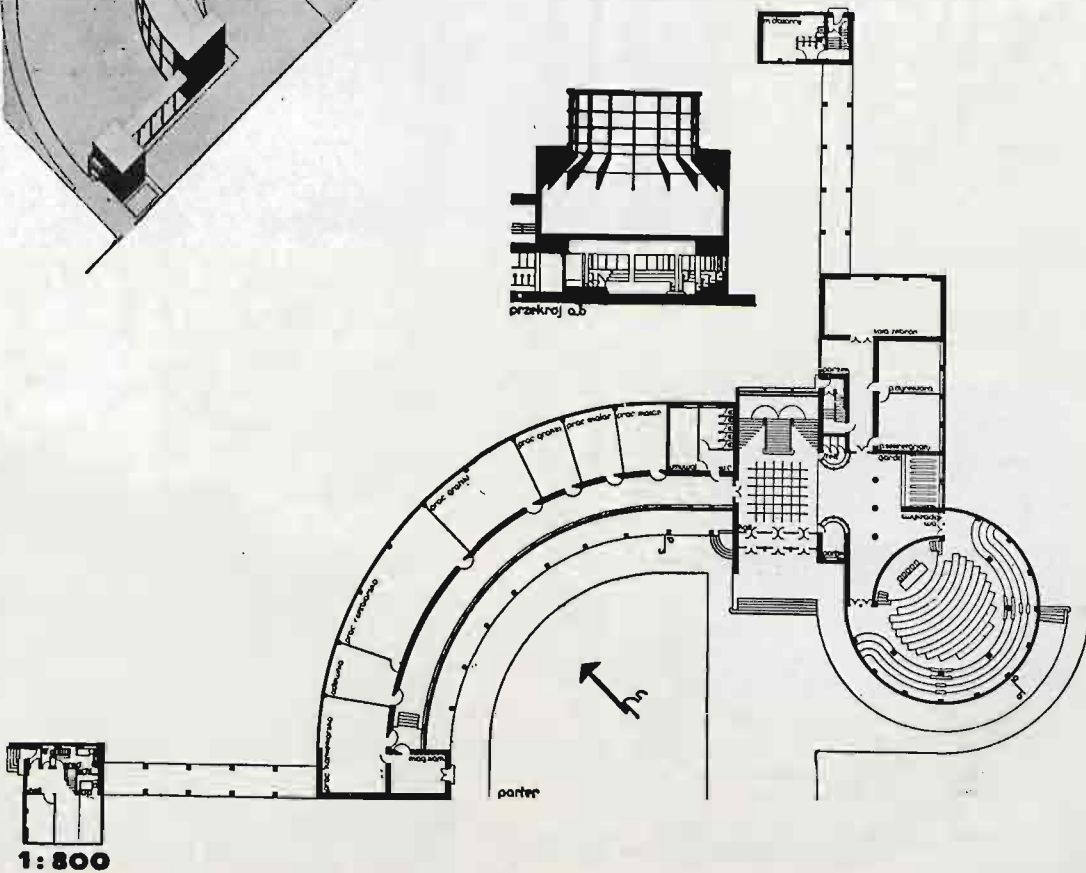
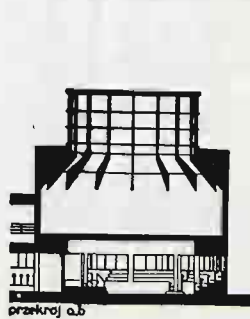
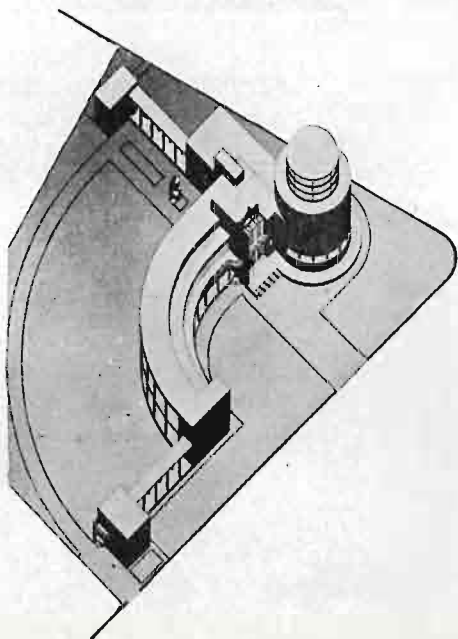
MARCIN RYBARKIEWICZ
1929-30 TEATR REWJOWY

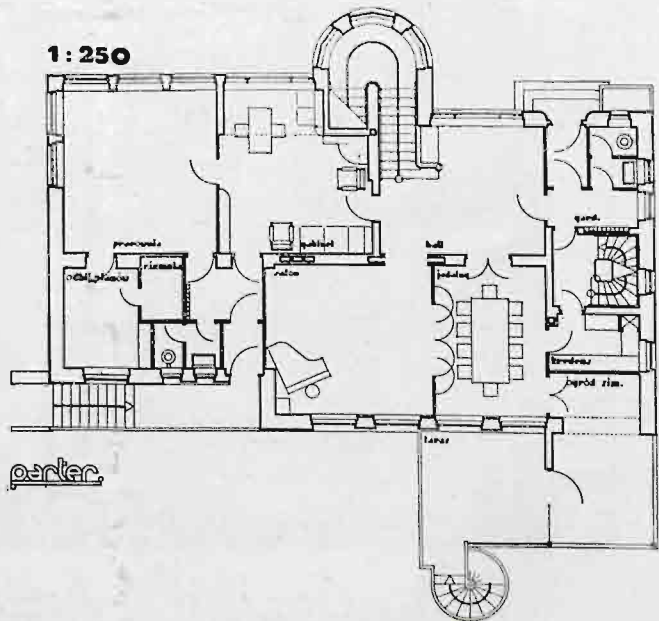
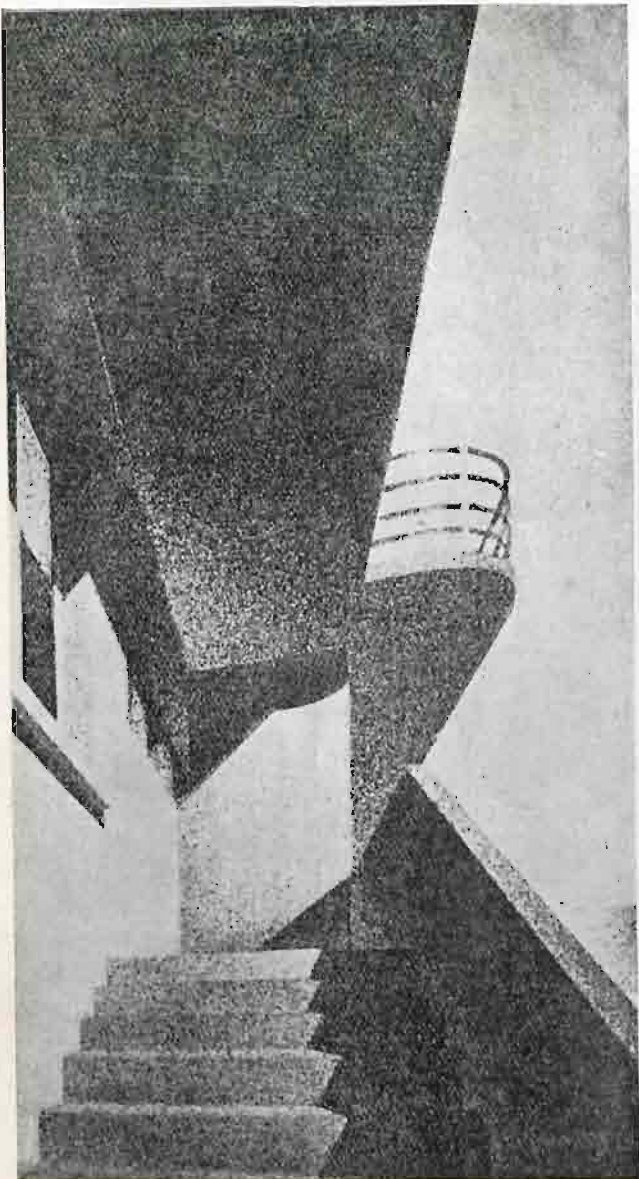
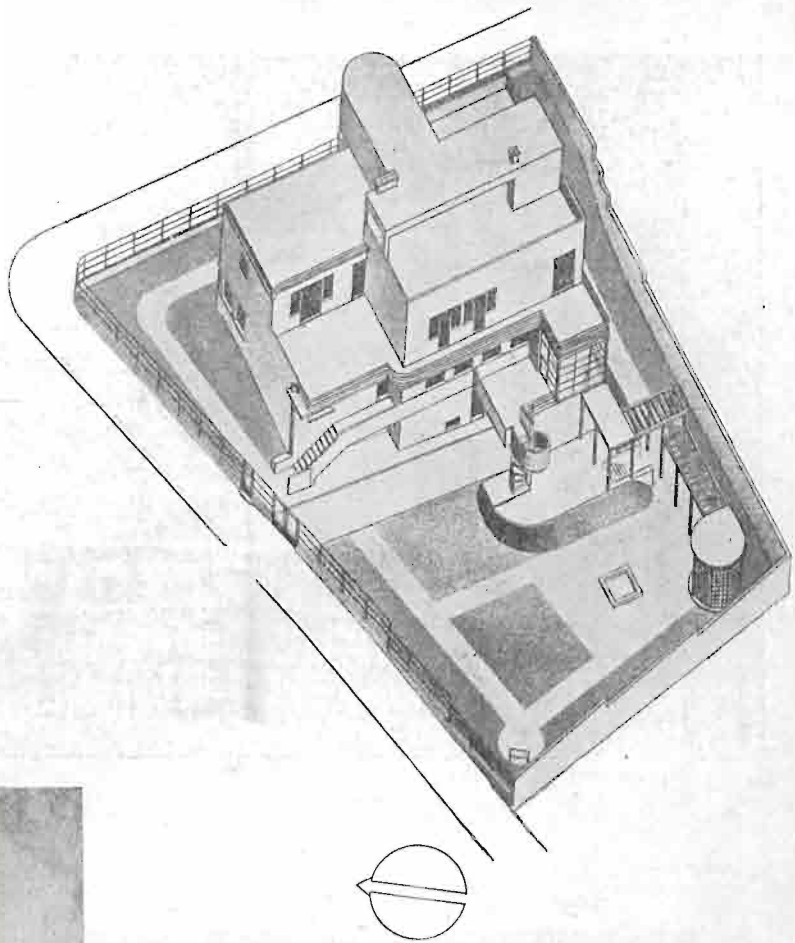


**DOBROŚLAW CZAJKA
1930-31 DWORZEC KOLEJOWY**

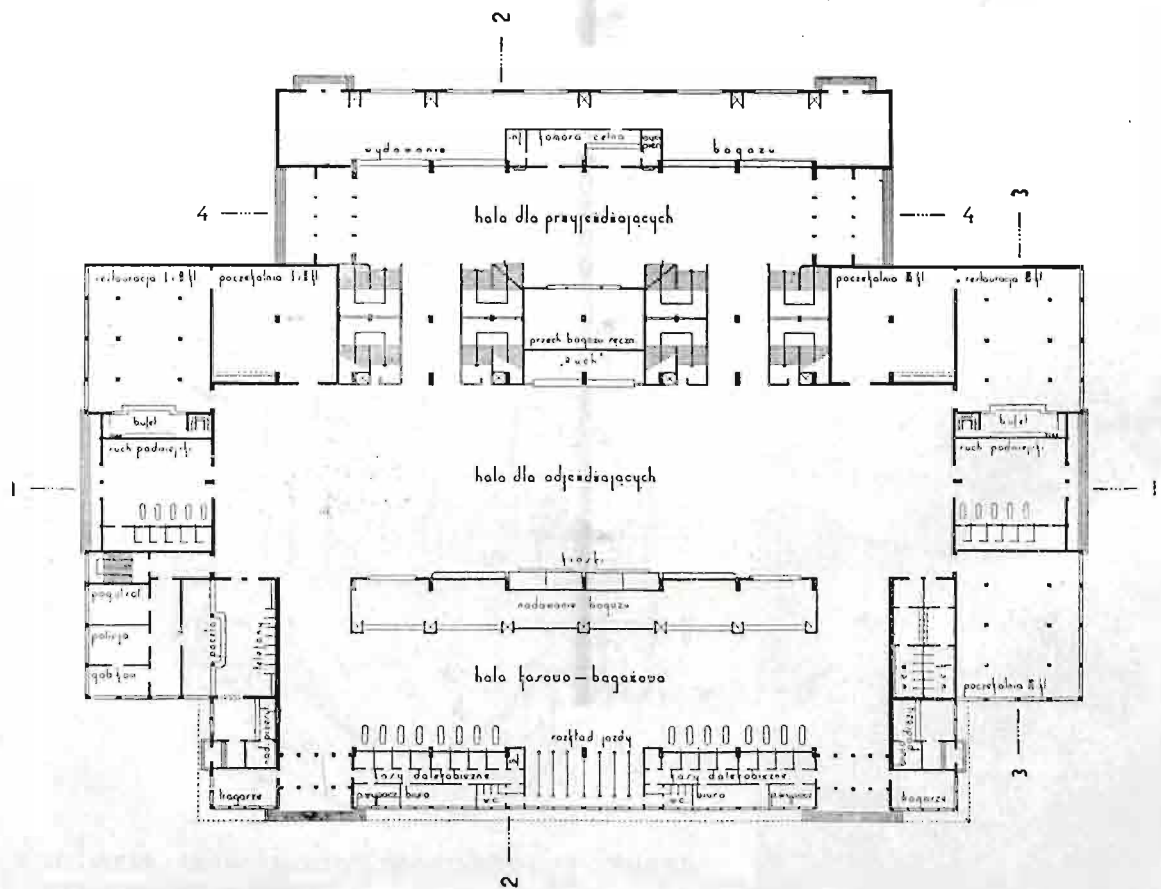
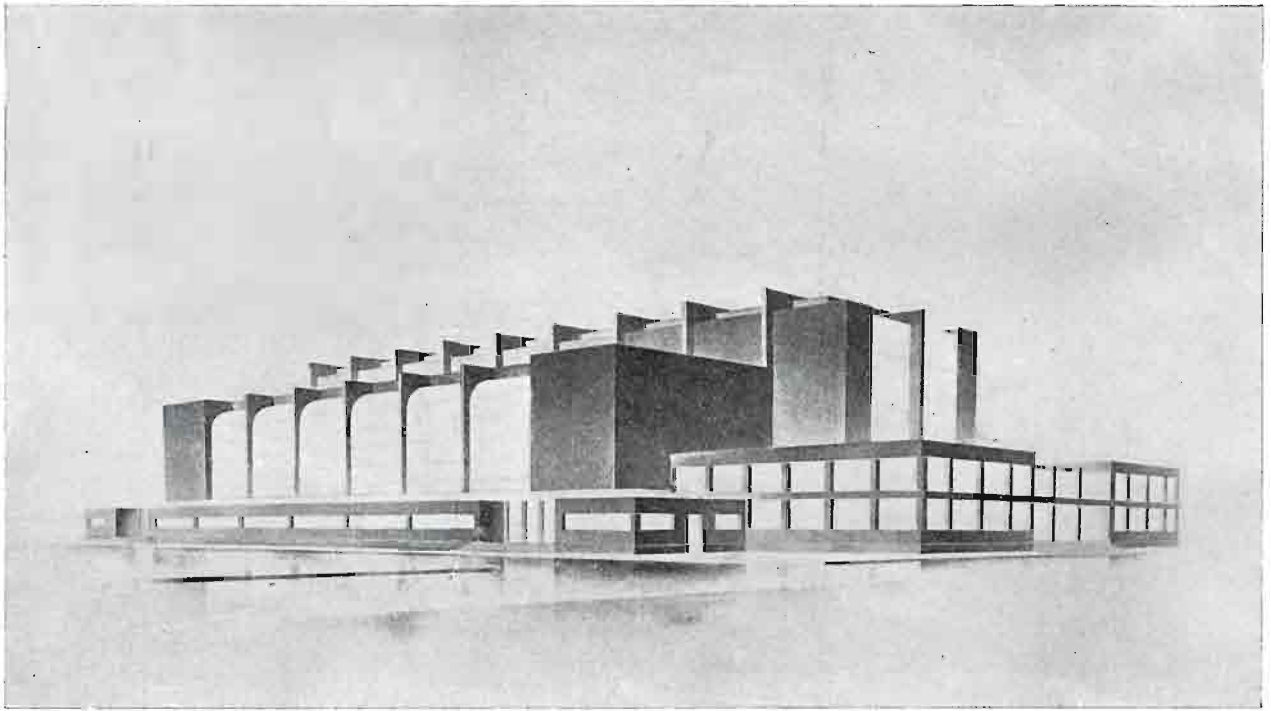


**KAROL KOCIMSKI AKADEMIA
SZTUK PIĘKNYCH 1929-30**

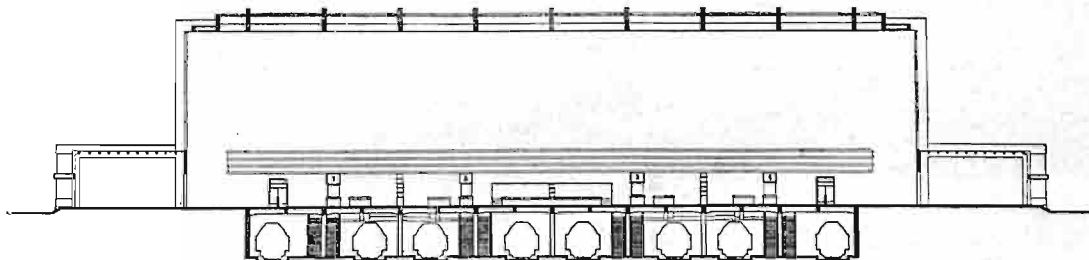
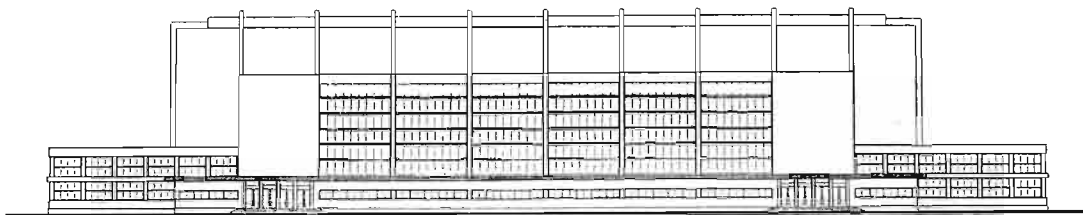




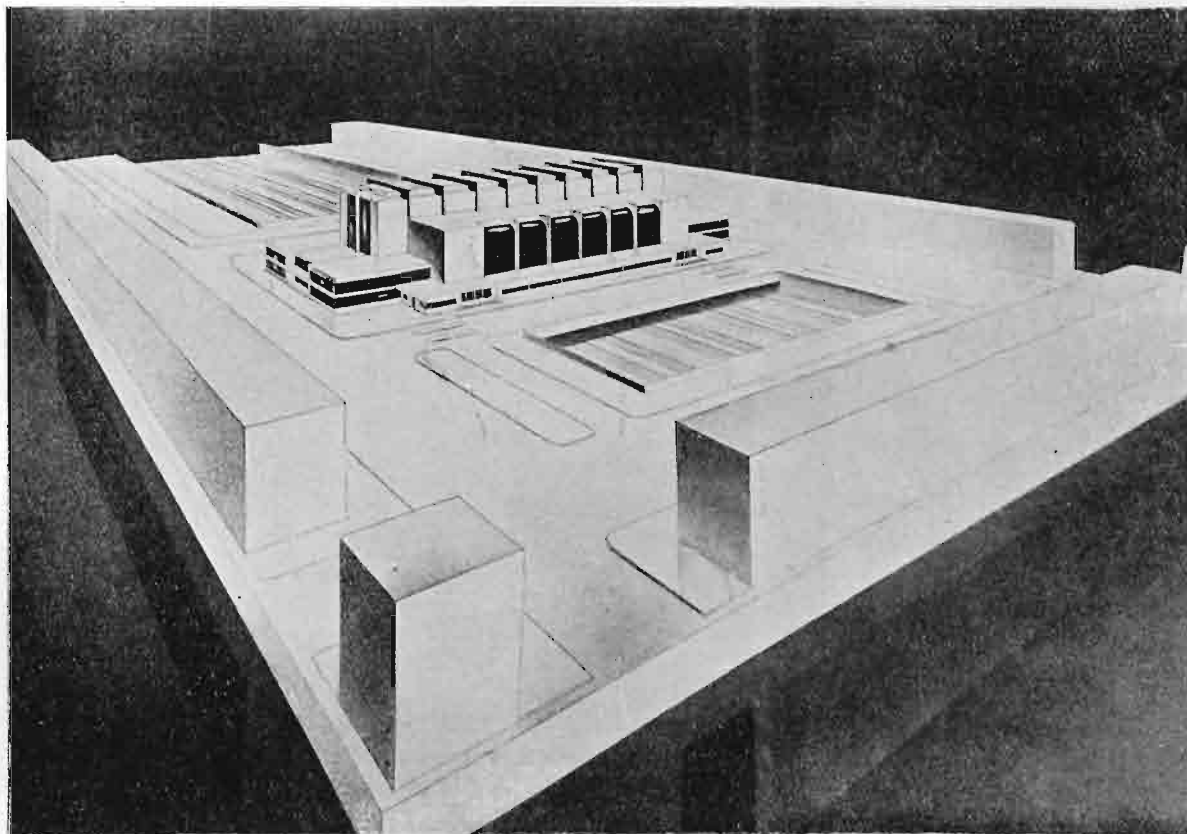
TADEUSZ TEODOROWICZ-TODOROWSKI 1930 - 31
WILLA ARCHITEKTA



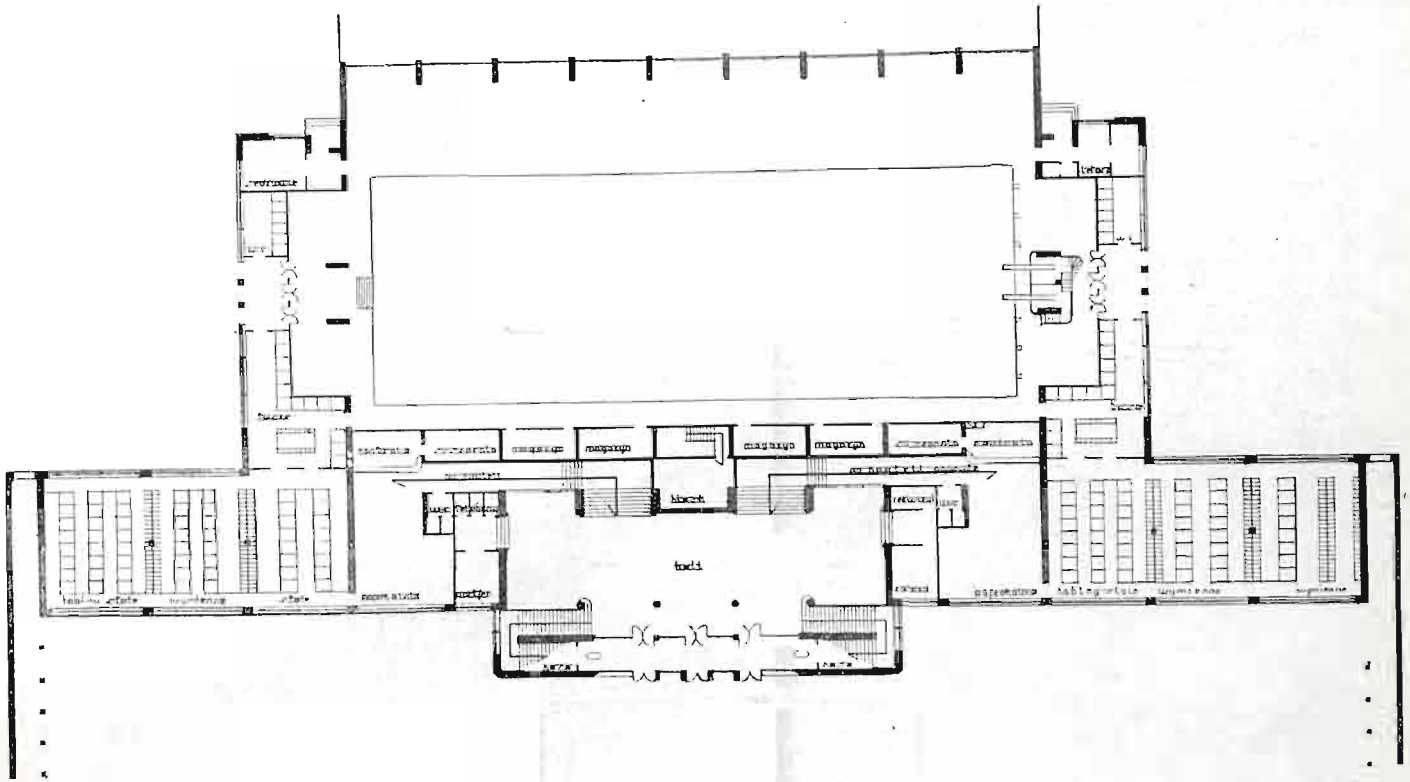
1:1000



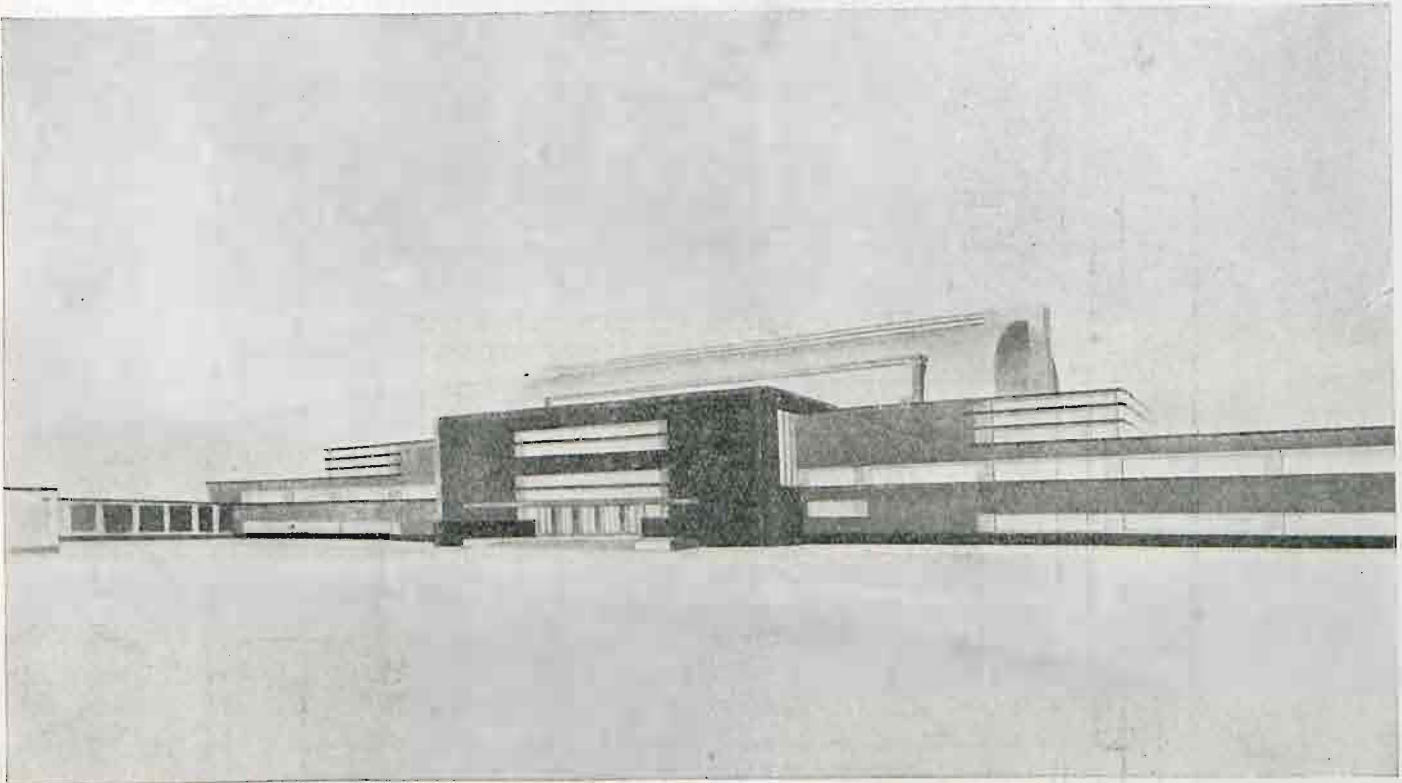
1:1000



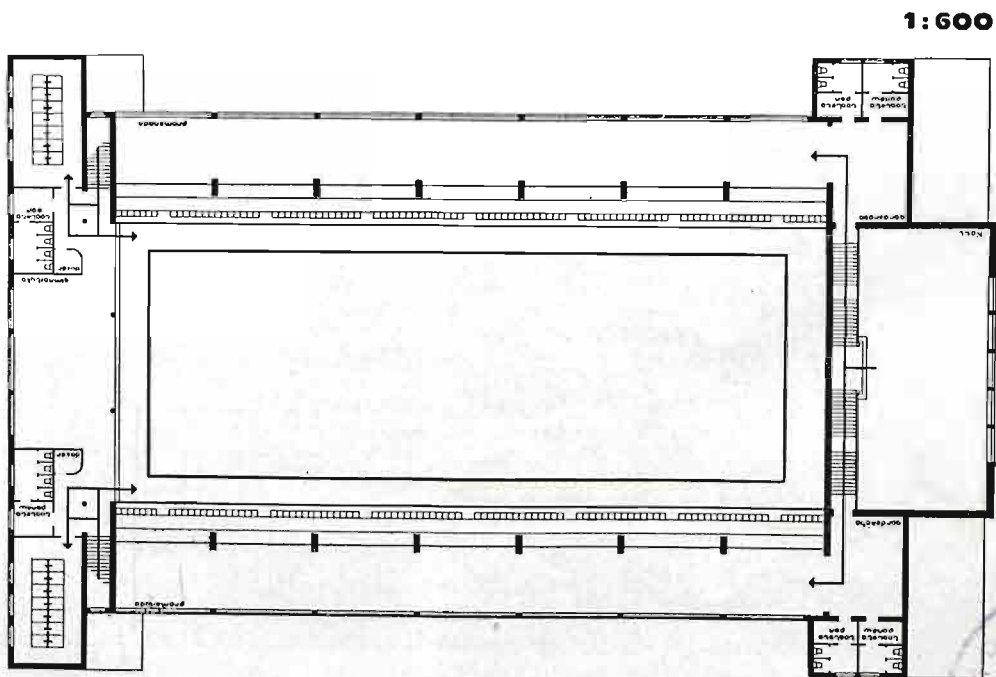
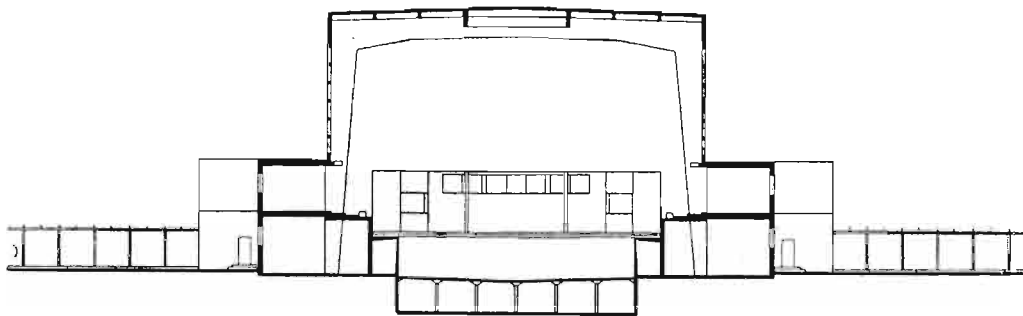
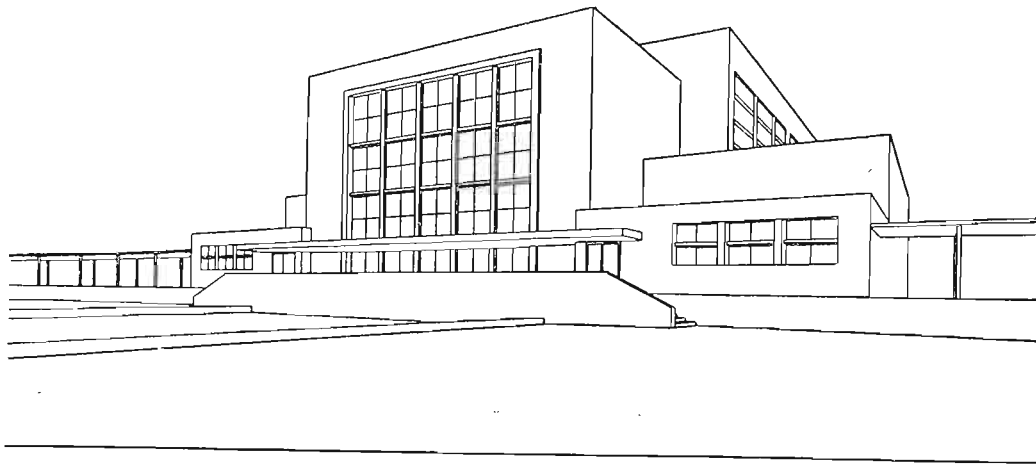
JOACHIM FAUST 1930-31 DWORZEC KOLEJOWY



1: 600

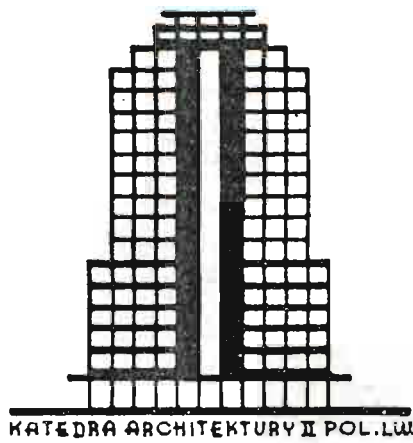


STANISŁAW KNOBLOCH 1931 - 32 PŁYWALNIA



ALFRED MAJEWSKI 1931-32 PŁYWAŁNIA





KATEDRA ARCHITEKTURY II POL. LW