

A19411

POLSKA AKADEMIA NAUK
KOMITET GEODEZJI

GEODEZJA I KARTOGRAFIA

KWARTALNIK NAUKOWY

TOM IV • ZESZYT 2



P A Ń S T W O W E
WYDAWNICTWO NAUKOWE
W A R S Z A W A

1 9 5 5

A 1911 II.

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
K O M I T E T G E O D E Z J I

G E O D E Z J A I K A R T O G R A F I A

K W A R T A L N I K N A U K O W Y

T O M I V • Z E S Z Y T 2



P A Ń S T W O W E
W Y D A W N I C T W O N A U K O W E

W A R S Z A W A

1 9 5 5

KOMITET REDAKCYJNY

Jan Różycki (redaktor naczelny), Bronisław Dzikiewicz
(zastępca redaktora), Marian Brunon Piasecki (sekretarz)

RADA REDAKCYJNA

Franciszek Biernacki, Tadeusz Kochmański, Zygmunt Kowalczyk,
Stanisław Kryński, Henryk Leśniok, Janusz Tymowski

Adres Redakcji: Politechnika Warszawska,
Warszawa, Pl. Jedności Robotniczej 1

Nakład 924+103 egzemplarze	Do składania 28. III. 1955
Ark. wyd. 5,3 druk. 4,5	Podpisano do druku 10. VI. 1955
Papier druk. sat. 70 g 70×100 cm V kl.	Druk ukończono w czerwcu 1955
Cena zł 10,—	Zamówienie Nr 164 — K-6-661

POZNAŃSKA DRUKARNIA NAUKOWA — POZNAŃ, FREDRY 10

Michał Odlanicki-Poczobutt

Osiągnięcia nauki polskiej w dziedzinie geodezji i kartografii w okresie dziesięciolecia Polski Ludowej

Osiągnięcia geodezji i kartografii polskiej w okresie pierwszego dziesięciolecia Polski Ludowej były już szereg razy analizowane i ocenione oraz doczekały się utrwalenia w licznych publikacjach, z których ważniejsze pozycje podano w załączonej na końcu bibliografii. W wypowiedziach przedstawicieli różnych dziedzin geodezji i kartografii analizowane były przemiany ideologiczne i metodologiczne wśród geodetów, osiągnięcia organizacyjne w administracji geodezji, postęp techniczny i organizacyjny w produkcji geodezyjnej oraz rozwój szkolnictwa i badań naukowych. Dzięki temu możemy już dzisiaj mówić o pewnych uzgodnionych opiniach i poglądach na temat osiągnięć geodezji polskiej w ostatnim dziesięcioleciu oraz formułować na tej podstawie zarówno krytyczną ocenę dorobku, jak też wnioski dla dalszego rozwoju.

Przystępując na tym miejscu do omówienia rozwoju nauk geodezyjnych i kartograficznych w latach 1944—1954, należy na wstępie przede wszystkim scharakteryzować warunki organizacyjne i techniczne oraz stan kadrowy na odcinku naukowym.

Cechą zasadniczą geodezji i kartografii jest ich ścisły związek z życiem gospodarczym, społecznym i kulturalnym. Wynika stąd decydujący wpływ warunków ustrojowych i stosunków gospodarczych na kształtowanie się i rozwój prac geodezyjnych i kartograficznych.

W okresie międzywojennym zarówno produkcja, jak i badania naukowe w dziedzinie geodezji i kartografii nie miały zapewnionych dostatecznych podstaw rozwoju. Wieloletnie starania geodetów nie mogły doprowadzić do stworzenia centralnego ośrodka dyspozycji i koordynacji działalności geodezyjnej w kraju. Wszelkie prace geodezyjne prowadzone były odrębnie przez różne zainteresowane resorty, organy samorządowe i prywatnych wykonawców. W szkolnictwie wyższym ograniczano stopniowo możliwości rozwojowe, przekształcając w 1934 r. Wydział Geodezyjny Politechniki Warszawskiej na Oddział Mierniczy Wydziału Inżynierii i utrzymując zaledwie 10 katedr geodezyjnych w kraju — w ośrodkach politechnicznych w Warszawie i we Lwowie oraz na wydziałach rolnych

i leśnych. Nie zorganizowano również żadnego instytutu lub zakładu badawczego. W tych warunkach tylko nieliczni pracownicy naukowcy prowadzili badania naukowe, bez możliwości rozwijania na szerszą skalę skoordynowanej pracy zespołowej. Prace te pomimo wysiłków jednostek nie mogły wyrównać zaległości z okresu zaborów, ani też zaspokoić potrzeb bieżących kraju, nie posiadającego podstawowej sieci geodezyjnej ani pokrycia aktualnymi mapami. Tym bardziej należy więc podkreślić zasługi poszczególnych pracowników naukowych, którzy potrafili wówczas w badaniach swoich osiągnąć cenne wyniki, wydać szereg publikacji i postawić ważne problemy dla dalszego rozwoju geodezji podstawowej, grawimetrii, fotogrametrii, rachunku wyrównawczego (T. Banachiewicz, L. Grabowski, S. Jachimowski, W. Kolanowski, A. Kwiatkowski, E. Warchałowski, K. Weigel, E. Wilczkiewicz i inni).

Wyrazem głębokiej troski opinii społecznej geodetów o dalszy rozwój geodezji w Polsce był zorganizowany w lutym 1939 r. kongres inżynierów miernictwa w Warszawie, na którym w sposób śmiały wystąpili głównie młodzi geodeci z nowymi postulatami organizacyjnymi, technicznymi i naukowymi. Dalszy rozwój tej inicjatywy przecięły wypadki wrześniowe w 1939 r.

Dopiero po wyzwoleniu kraju w 1944 i 1945 r. następuje po raz pierwszy w historii geodezji polskiej przełom organizacyjny. Powstaje w 1945 roku naczelny organ geodezyjny — Główny Urząd Pomiarów Kraju, przekształcony w 1952 r. w Centralny Urząd Geodezji i Kartografii. Równolegle rozwijają się ośrodki naukowe i szkolnictwo. Ożywioną działalność społeczną prowadzi skupiające ogół geodetów Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Geodetów Polskich wchodząc w skład NOT (do 1953 r. ZMRP).

Organizatorzy państwowej służby geodezyjnej i kartograficznej oraz badań geodezyjnych i szkolnictwa pokonać musieli w pierwszym okresie olbrzymie trudności z powodu dotkliwych strat wojennych. Geodezyjne materiały obserwacyjne i obliczeniowe oraz aparatura geodezyjna i fotogrametryczna zostały wywiezione przez okupanta do Niemiec. Zakłady, zbiory naukowe i biblioteki geodezyjne uległy zniszczeniu. Szczególnie ciężkie były straty wojenne na odcinku kadry naukowej. Z nielicznego grona pracowników naukowych zginęli z rąk okupanta bądź zmarli wskutek wyczerpania w latach 1939—1944: L. Grabowski, S. Jachimowski, M. Kowalczewski, A. Kwiatkowski, W. Nowiński, A. Rozeński, W. Surmacki, K. Weigel.

Dzięki jednak stworzeniu nowych, ulepszonych form organizacyjnych przy równoczesnym zapewnieniu wydajnej pomocy finansowej Państwa oraz opieki nad kształceniem i wychowaniem młodej kadry naukowej i technicznej — trudności organizacyjne zostały szybko opanowane i postawione przed geodetami pilne i odpowiedzialne zadania państwowe

mimo nieuniknionych braków i niedociągnięć zrealizowano z pozytywnymi wynikami.

W dziedzinie nauki i szkolnictwa wyższego zapewnione zostały pod względem organizacyjnym pełne możliwości rozwojowe od razu po wyzwoleniu.

W r. 1945 powstaje Geodezyjny Instytut Naukowo-Badawczy przy Głównym Urzędzie Pomiarów Kraju i podejmuje badania naukowe nad aktualnymi problemami produkcji geodezyjnej.

Politechnika Warszawska organizuje od razu w 1945 r. samodzielny Wydział Geodezyjny z nowymi katedrami w zakresie fotogrametrii, urządzeń rolnych i geodezji stosowanej, o których powołanie walczone bezskutecznie w okresie międzywojennym. Z dniem 12 maja 1954 r. następuje dalsze wzmocnienie organizacyjne Wydziału przez reorganizację istniejących i utworzenie nowych katedr. Po tej reorganizacji Wydział został przemianowany na Wydział Geodezji i Kartografii zgodnie z jego nowymi funkcjami i zadaniami w zakresie szkolnictwa wyższego i badań naukowych.

W Krakowie powstają dwa oddziały wyższych studiów geodezyjnych. Od 1 kwietnia 1945 r. utworzony został Oddział Geodezyjny na Wydziale Inżynierii Wydziałów Politechnicznych AGH, a z dniem 1 stycznia 1946 r. powołano do życia Oddział Miernictwa Górniczego na Wydziale Geologiczno-Mierniczym Akademii Górniczo-Hutniczej. Od 1 października 1951 roku połączone zostały oba oddziały i utworzono samodzielny Wydział Geodezji Górniczej w Akademii Górniczo-Hutniczej z dwiema specjalnościami: Geodezji Górniczej i Geodezji Inżynieryjno-Przemysłowej.

W r. akad. 1951/52 zorganizowano również Oddział Geodezyjny na Wydziale Budowlanym Wieczorowej Szkoły Inżynierskiej w Łodzi, oraz Oddział Geodezji Górniczej na Wydziale Górniczym Wieczorowej Szkoły Inżynierskiej w Stalinogrodzie.

Oprócz tego powołane zostały katedry geodezyjne dla wydziałów inżynierii, budownictwa, górnictwa, melioracji i leśnictwa.

W r. 1954 pracuje w kraju ogółem już 25 katedr geodezyjnych z 36 zakładami naukowymi przy obsadzie kadrowej 35 samodzielnych i 103 pomocniczych pracowników naukowych — wobec 10 katedr o małej ilości pracowników naukowych w okresie międzywojennym.

W r. akad. 1954/55 przystępuje Ministerstwo Szkolnictwa Wyższego do organizacji wyższych studiów geodezyjnych zaocznych inżynierskich i eksternistycznych magisterskich na Politechnice Warszawskiej i w Akademii Górniczo-Hutniczej. Ta nowa forma organizacji szkolenia na stopniu wyższym ma dla geodezji szczególne znaczenie ze względu na rozproszenie w terenie młodych wykonawców robót geodezyjnych z dala od ośrodków naukowych.

Szkolnictwo wyższe przechodzi w dziesięciolecie kilka etapów swego rozwoju na odcinku nauczania i ustalenia odpowiednich specjalności. W wyniku doświadczeń i wobec postawionych przez Państwo zadań w sprawie podniesienia wyszkolenia młodych kadr na najwyższy poziom wprowadzono dla studentów wstępujących na uczelnie od 1 września 1954 r. jednolity, 5-letni program studiów z podziałem na następujące specjalności w dziedzinie geodezji: Politechnika Warszawska — geodezyjne pomiary podstawowe, fototopografia, kartografia, geodezyjne urządzenia terenów rolnych i leśnych; Politechnika Warszawska, Akademia Górniczo-Hutnicza i Wieczorowa Szkoła Inżynierska w Łodzi — geodezja inżynieryjno-przemysłowa; Akademia Górniczo-Hutnicza i Wieczorowa Szkoła Inżynierska w Stalinogrodzie — geodezja górnicza. Wyższe szkolnictwo geodezyjne obejmuje więc obecnie 6 specjalności.

Przygotowanie nowej kadry naukowej w pierwszym okresie organizowane było na drodze przewodów doktorskich i habilitacyjnych dawnego typu. Nadano 13 stopni doktorskich i przeprowadzono 3 habilitacje. Obecnie realizowane są nowe formy rozwoju kadry naukowej na drodze przewodów kandydackich i doktorskich nowego typu. Uzyskanie stopnia kandydata nauk może nastąpić poprzez aspiranturę krajową lub zagraniczną (np. w Związku Radzieckim) oraz w ramach wprowadzonych w r. 1954 indywidualnych, wieloletnich planów rozwoju pomocniczych pracowników naukowych. Możliwe jest również otrzymanie stopnia kandydata nauk przez zaawansowanych w pracy naukowej magistrów nauk technicznych na podstawie przewodu kandydackiego, przeprowadzonego bez aspirantury lub planu indywidualnego.

Katedry wyższych uczelni w pierwszym okresie położyły główny nacisk na zagadnienia dydaktyczne i organizacyjne. Niemniej jednak rozwijane były również od początku prace naukowe katedr, przynoszące w niektórych dziedzinach cenne wyniki (np. rachunek wyrównania i teoria obliczeń geodezyjnych).

Momentem przełomowym dla organizacji badań naukowych był I Kongres Nauki Polskiej w 1951 r., w ramach którego Podsekcja Geodezji i Miernictwa Polowego przeprowadziła krytyczną ocenę dotychczasowego dorobku naukowego oraz opracowała wytyczne w sprawie tematyki i planowania badań, jak też powiązania ich z praktycznymi potrzebami planów gospodarczych.

Prace I Kongresu Nauki Polskiej doprowadziły do powołania ustawą z dnia 30 października 1951 r. Polskiej Akademii Nauk jako najwyższej instytucji naukowej w Państwie.

W dniu 27 grudnia 1952 r. utworzony został Komitet Geodezji przy Wydziale III Polskiej Akademii Nauk. Zadaniem Komitetu Geodezji PAN jest inicjowanie, planowanie i koordynacja badań geodezyjnych w całym

kraju. W r. 1953 Komitet opracował pierwszy krajowy plan prac naukowo-badawczych w dziedzinie geodezji i kartografii na okres 1953—1955, a ostatnio wytyczne do planu pięcioletniego. W IV kwartale 1953 r. Komitet Geodezji rozpoczął również własne badania na podstawie zleceń udzielanych katedrom geodezyjnym wyższych uczelni. Komitet organizuje zebrania naukowe, na których autorzy referują swoje nowe prace oryginalne oraz przeprowadza kolokwia na temat wyników bieżących badań geodezyjnych prowadzonych na zlecenie PAN. Obecnie prowadzone są prace przygotowawcze nad projektem organizacji Zakładu Geodezji PAN.

Należy w końcu podkreślić sprawne zorganizowanie akcji wydawniczej, powierzonej obecnie w zakresie geodezji i kartografii przede wszystkim Państwowemu Przedsiębiorstwu Wydawnictw Kartograficznych. Ożywiona działalność instytucji wydawniczych umożliwiła pracownikom naukowym i technicznym osiągnięcie dużych sukcesów w zakresie wydawnictw geodezyjnych w postaci szeregu wydawnictw ciągłych [10], [21] oraz licznych wydawnictw zwartych [11], [12], [15], [17], [18], w ogólnej ilości w okresie minionego dziesięciolecia około 230 pozycji wobec około 120 pozycji wydanych w okresie 20-letnia 1918—1939.

Duże znaczenie dla rozwoju prac naukowych będą miały zorganizowane w Polskiej Akademii Nauk w 1954 r. prace nad bibliografią analityczną polskich wydawnictw geodezyjnych, ogłoszonych po 1 stycznia 1953 r. Prace te obok przeglądów dokumentacyjnych Geodezyjnego Instytutu Naukowo-badawczego [15] i kart dokumentacyjnych Centralnego Instytutu Dokumentacji Naukowo-technicznej stanowić będą podstawowe materiały dokumentacyjne dla pracowników naukowych i inteligencji technicznej w produkcji geodezyjnej.

Przedstawiony przegląd ogólny nowych wciąż rozwijających się form organizacyjnych, jak również podana krótka charakterystyka bazy materialnej i technicznej oraz stanu rozwoju kadr naukowych dają podstawę wyjściową do krytycznej oceny osiągnięć naukowych w geodezji i kartografii polskiej w ostatnim dziesięcioleciu. Na tle przeprowadzonych analiz należałoby odpowiedzieć na pytania, jakie są najważniejsze osiągnięcia naukowe tego okresu, czy wykorzystane zostały całkowicie istniejące możliwości organizacyjne, techniczne i kadrowe dla zaspokojenia aktualnych potrzeb nauki i życia gospodarczego i wreszcie, jakie są najważniejsze dalsze zadania naukowe geodezji i kartografii.

Największe osiągnięcia naukowe geodeci polscy zanotować mogą w bilansie dziesięciolecia bezsprzecznie w zakresie rachunku wyrównawczego i obliczeń geodezyjnych [13], [19] — dzięki szybkiemu i wielkiemu rozwojowi matematyki praktycznej i zastosowaniu jej do rozwiązywania podstawowych zagadnień geodezji. Można dziś już stwierdzić na podstawie wypowiedzi naukowców zagra-

nicznych (m. in. prof. Arenda, Belgia), że geodezja polska zajęła przodujące miejsce wśród innych państw, zajmujących się również zagadnieniami rachunku wyrównawczego i obliczeń geodezyjnych.

Osiągnięcia naukowe polskiej geodezji w tej dziedzinie powstały na drodze rozszerzenia i udoskonalenia zastosowań rachunków tabelarycznych do obliczeń geodezyjnych i rachunku wyrównawczego za pomocą algebry krakowianowej, algebry jądrowej i symboli pomocniczych.

Algebra krakowianowa, wynaleziona przez T. Banachiewicza w 1916 r., operuje nie liczbami, używanymi w algebrze zwykłej, lecz całymi zespołami liczb, które w matematyce nazywane są tabelami. Pojęcia zespołów liczbowych Banachiewicza, tzw. krakowiany, okazały się wybitnym udoskonaleniem liczb tabelarycznych. Dla geodezji zastosowanie krakowianów nabrało istotnego znaczenia już w 1938 r., po zastosowaniu ich przez autora do rozwiązywania równań liniowych. Pełny rozwój rachunku krakowianowego w zastosowaniach geodezyjnych nastąpił dopiero jednak w ostatnim dziesięcioleciu.

W r. 1946 T. Kochmański dochodzi na tle zastosowań rachunku krakowianowego do sformułowania nowej, oryginalnej teorii algebry jądrowej. Istota jej polega na „mnożeniu jądrowym“, opartym na „mnożeniu Cauchy“ szeregów. Nowa teoria ma wielkie znaczenie i zastosowanie w geodezji wyższej i w astronomii.

T. Banachiewicz, twórca krakowianów, w opinii swojej o wynalazku T. Kochmańskiego napisał:

„... **Wielkie** znaczenie dla matematyki stosowanej, a przypuszczalnie w szczególności dla mechaniki niebios, ma stworzona przez dra Kochmańskiego na podłożu krakowianowym „algebra jądrowa“. Dotyczy ona metody działań formalnych nad wielomianami 2 argumentów, a przez to i nad szeregami 2 argumentów. Tego rodzaju działania odgrywają ogromną rolę w matematyce praktycznej i przeto postęp w tej dziedzinie, dokonany przez dra Kochmańskiego, jest dla nauki bardzo cenny.

... Należy podnieść, że „algebra jądrowa“ wydaje się być, jako jeden z rozdziałów algebry krakowianowej, wymarzoną twórczym do pracy na maszynach rachunkowych przyszłości, powstających w naszych czasach szybko działających machinach elektronicznych...“.

W uzupełnieniu do opinii T. Banachiewicza należy dodać, że T. Kochmański zaprojektował również maszyny automatyczne do działań na liczbach zespolonych oraz do rozwiązywania równań wyższych stopni. Na zebraniu naukowym Komitetu Geodezji PAN w dniu 19 lutego 1955 r. podkreślono w dyskusji konieczność przyspieszenia budowy tych maszyn.

Dalszym rozszerzeniem rachunków tabelarycznych w geodezji jest również wprowadzenie symboli pomocniczych S. Hausbrandta, wynale-

zionych w 1944 roku. Dają one także uproszczenia i usprawnienia obliczeń geodezyjnych przez ujęcie prostym wzorem algebraicznym w sposób zwiezły i przejrzysty licznych i często w praktyce geodezyjnej spotykanych związków funkcyjnych. Poszczególne elementy w tych wzorach nazwane zostały symbolami pomocniczymi Hausbrandta.

Na szczególne wyróżnienie zasługują wybitne osiągnięcia w całokształcie działalności naukowej i praktycznej S. Hausbrandta i jego uczniów w zakresie rozwiązywania podstawowych aktualnych zagadnień geodezyjnych przy zastosowaniu nowych metod obliczeń.

Wprowadzenie i rozwinięcie w geodezji nowych metod obliczeń, teorii błędów i rachunku wyrównawczego przyczyniło się wybitnie do uproszczenia analizy wielu zagadnień teoretycznych oraz wykonania obliczeń trudnych do rozwiązania zwykłymi sposobami dawniej stosowanymi. Podkreślić należy, że te nowe metody znalazły już powszechne zastosowanie w naszej praktyce geodezyjnej dzięki takim zaletom, jak szybkość, skrócenie zapisów, kontrola, przejrzystość, jednolita forma, zwiezłość oraz zmniejszenie wysiłku myślowego w porównaniu z dawnymi metodami.

Wprowadzenie rachunków tabelarycznych do praktyki geodezyjnej było ułatwione m. in. dzięki licznym opublikowanym pracom w tej dziedzinie w okresie dziesięciolecia [11], [12]. Prace podstawowe ogłosili twórcy nowych metod T. Banachiewicz, S. Hausbrandt, T. Kochmański. Ukazało się również szereg cennych prac z zakresu zastosowań nowych metod (T. Kluss, S. Milbert, W. Senisson, S. Szancer i inni).

W geodezji polskiej, a w szczególności w dziedzinie obliczeń geodezyjnych, możemy dziś już mówić o szkole Banachiewicza, skupiającej wielu wybitnych geodetów z S. Hausbrandtem i T. Kochmańskim na czele.

Rozwój nowych metod obliczeń i rachunku wyrównawczego wpłynął w pewnym stopniu na powstanie nowych kierunków w badaniach i w produkcji we wszystkich działach geodezji.

W okresie dziesięciolecia rozwinęły się więc także, aczkolwiek w mniejszym stopniu niż w obliczeniach geodezyjnych, prace naukowe w poszczególnych działach geodezji, wymagające zarówno opracowań teoretycznych, jak i badań eksperymentalnych terenowych i laboratoryjnych. Powstały mianowicie i w przeważnej części weszły do produkcji nowe metody prac terenowych, wykonane zostały projekty nowych konstrukcji instrumentów i przyrządów, prowadzone były badania nad zastosowaniem istniejących instrumentów.

W geodezji wyższej i dynamicznej zanotować można pewne osiągnięcia w pracach nad zagadnieniem powierzchni odniesienia (S. Pawłowski, E. Warchałowski). Podjęte były również pierwsze próby opracowań teoretycznych problemu wyznaczania geoidy (Cz. Kamela). T. Banachiewicz rozwijał swoją nową koncepcję wyznaczania kształtu

Ziemi z obserwacji zakryć gwiazd przez księżyc. Ukazały się pierwsze w języku polskim podręczniki z geodezji wyższej i dynamicznej (Cz. Kamela, E. Warchałowski).

Badania na szerszą skalę w zakresie zagadnień geodezji wyższej będą mogły być podjęte dopiero po założeniu podstawowej sieci geodezyjno-astronomiczno-grawimetrycznej kraju. Należy więc włączyć do planów perspektywicznych, a częściowo już także do planu pięcioletniego 1956—60, rozwinięcie prac naukowych w zakresie geodezji teoretycznej, przystąpienie do badań postaci geoidy i elipsoidy odniesienia w Polsce oraz udział w pracach międzynarodowych nad ustaleniem elipsoidy ziemskiej.

W dziedzinie kartografii matematycznej ukazały się poważne dzieła teoretyczne w zakresie teorii odwzorowań (F. Biernacki, J. Różycki), jak również prace o podstawowym znaczeniu praktycznym na temat zastosowania odwzorowania Gaussa-Krügera w Polsce (J. Różycki). F. Piątkowski opublikował pierwszą oryginalną w języku polskim pracę naukową o charakterze podręcznikowym z kartografii praktycznej i reprodukcji kartograficznej. Obecnie ukazują się dalsze jego prace z tej dziedziny, wykonywane w Geodezyjnym Instytucie Naukowo-Badawczym.

Pewne wysiłki organizacyjne, techniczne i naukowe można zanotować również na odcinku wydawnictw map drobnoskalowych. Pilne potrzeby w tej dziedzinie wystąpiły z całą ostrością w związku ze zmianą granic państwowych oraz nowymi warunkami społecznymi i gospodarczymi. Ukazało się szereg map różnego rodzaju. Wśród ostatnich wydawnictw poważną pozycję stanowi Atlas Polski, wydawany przez Państwowe Przedsiębiorstwo Wydawnictw Kartograficznych Centralnego Urzędu Geodezji i Kartografii. W latach 1953 i 1954 ukazały się trzy pierwsze zeszyty Atlasu, obejmujące mapy ogólne i przeglądowe oraz fizjograficzne w skali przeważnie 1 : 2 000 000. Osiągnięcia te są jednak jeszcze niewystarczające w stosunku do pilnych potrzeb społecznych. Braki spowodowane są głównie trudnościami kadrowymi. Wypełnienie zadań naukowych i technicznych na tym odcinku wymaga więc przygotowania kadr wykwalifikowanych kartografów, skompletowania i opracowania wyczerpującego zbioru źródłowych materiałów mapowych i opisowych, przejścia na metody kolegialne redakcji i podniesienia poziomu techniki druku map [7].

W geodezji podstawowej podjęte zostały w dziesięcioleciu przede wszystkim prace nad założeniem jednolitej, podstawowej sieci geodezyjnej kraju. Prace te, aczkolwiek mające charakter wielkich wykonawczych robót geodezyjnych, wymagają jednak z natury rzeczy naukowego ujęcia zarówno koncepcji rozwiązania, jak też i techniki

pomiarów oraz wyrównania i obliczeń. Stanowią więc one cenną pozycję dorobku geodezji polskiej w dziesięcioleciu zarówno na odcinku produkcji, jak i prac naukowo-badawczych.

Po doświadczeniach z triangulacją jednorodną w latach 1947—1949 i po zainwentaryzowaniu ocalałych po wojnie punktów triangulacyjnych postawiono w 1949 r. do zrealizowania w planie sześcioletnim nową koncepcję pokrycia kraju jednolitą osnową geodezyjną przez wykonanie tzw. triangulacji podstawowej w sposób odmienny od dawnych rozwiązań klasycznych. Triangulacja ta składa się z sieci głównej, wypełniającej i zagęszczającej. Sieć główną (wieńcową) zakłada się na zasadach dawnej triangulacji I rzędu o długościach boków trójkątów ok. 25 km z punktami Laplace'a i bazami na węzłach wieńców. Sieci wypełniające (powierzchniowe) opierają się na sieci wieńcowej i pokrywają w sposób ciągły obszar wewnątrz wieńców głównych oraz obszary wieńców trójkątami o długości boków 7—9 km. Pomiary sieci wypełniającej wykonuje się z dokładnością zbliżoną do dokładności stosowanej w sieci głównej. Sieć zagęszczającą otrzymuje się na podstawie wcięć z punktów sieci wypełniającej. Obejmuje ona punkty co 3—4 km i daje ostateczne zagęszczenie triangulacyjne kraju.

Sieć wieńcowa rozwiązywana jest z najwyższą dokładnością według współczesnych zasad naukowych przy wykorzystaniu pomiarów geodezyjnych, astronomicznych i grawimetrycznych. Będzie ona miała charakter sieci nowoczesnej i można będzie ją wykorzystać do badań geoidy.

Natomiast małotrójkątowa sieć wypełniająca opiera się na oryginalnej koncepcji polskiej (J. Borysowski, B. Dulian i inni), bez wzorów w dotychczasowych pracach geodezyjnych w innych krajach. Projektowane jest wykorzystanie jej również do lokalnych badań geoidy. Należało więc podjąć szczegółowe badania naukowe, które prowadzi od 1953 r. Geodezyjny Instytut Naukowo-Badawczy, a od 1954 r. również Komitet Geodezji Polskiej Akademii Nauk. Obecnie oddano już do druku dotychczasowe wyniki tych prac: S. Hausbrandt „Analiza porównawcza dokładności wielkotrójkątowych i małotrójkątowych sieci triangulacyjnych, nawiązana do prac geodezyjnych w Polsce“ (GINB) oraz W. Batkiewicz „Sieć triangulacyjna zbudowana z trójkątów obliczeniowych“ (PAN).

Na podstawie wstępnej dyskusji nad powyższymi badaniami na zebraniu naukowym Komitetu Geodezji PAN w dniu 19 lutego 1955 r. w Krakowie uzgodniono opinię, że sieci budowane z trójkątów małych są dokładniejsze od sieci zakładanych za pomocą trójkątów dużych. Opinia ta potwierdza i uzasadnia pod względem naukowym słuszność koncepcji sieci triangulacyjnej wypełniającej, założonej w Polsce w latach 1947—1955.

Dalsze badania powinny zmierzać do sprecyzowania zagadnień wy-

równania ostatecznego sieci wypełniającej przy założeniu jak najmniej-
szego zniekształcenia układów obserwacyjnych oraz przy wykorzystaniu
nowoczesnych metod i maszyn rachunkowych.

Przy rozwiązywaniu zagadnień triangulacji podstawowej zastosowano
szereg nowych rozwiązań o dużym znaczeniu naukowym, technicznym
i ekonomicznym. Wśród tych osiągnięć wymienić należy nowe metody
zabudowy punktów triangulacyjnych, za które przyznana została w 1952
roku nagroda państwowa w dziedzinie postępu technicznego zespołowi
Państwowego Przedsiębiorstwa Geodezyjnego w Warszawie (J. Borysow-
ski, M. Kiepuński, J. Pachnik, A. Szczucki, R. Włodarczyk).

W dziedzinie geodezji podstawowej rozwijają się również prace wy-
konawcze nad założeniem sieci niwelacji precyzyjnej I klasy o wysokiej
dokładności, ze średnim błędem nie przekraczającym 0,6 mm na 1 km.
Badania naukowe w tej dziedzinie niestety zostały zaniedbane. W szcze-
gółności nie podjęto badań z zakresu wpływu odchył pionu. Dopiero
w 1954 r. Geodezyjny Instytut Naukowo-badawczy przeprowadził analizę
naukową (K. Wójtowicz) pomiarów niwelacji precyzyjnej I klasy z roku
1953. Wnioski wynikające z tych badań przyjęte zostały w produkcji
i przyczyniły się do usprawnienia i podniesienia poziomu dalszych prac
nad realizacją sieci. W Politechnice Warszawskiej zapoczątkowano prace
nad wpływem refrakcji (H. Strusiński). W r. 1954 ukazało się zaktuali-
zowane nowe wydanie przedwojennej pracy E. Warchałowskiego o niwe-
lacji geometrycznej.

W związku z realizacją podstawowej sieci geodezyjnej prowadzone są
również pomiary astronomiczne, grawimetryczne i magnetyczne. Zagad-
nienia te są przedmiotem badań naukowych od szeregu lat, a od 1953 r.
stanowią one główny kierunek prac naukowych Geodezyjnego Instytutu
Naukowo-Badawczego.

Badania w astronomii geodezyjnej doprowadziły do opra-
cowania nowych metod wyznaczania azymutu i współrzędnych geogra-
ficznych (Z. Czerski, B. Dulian, F. Kępiński, H. Leśniok, J. Radecki).

Szczególne interesująca jest wynaleziona i ogłoszona w 1954 r. przez
Z. Czerskiego nowa metoda, polegająca na pomiarze kąta paralaktycznego
gwiazdy biegunowej za pomocą drugiej gwiazdy pomocniczej. Wzory
metody są bardzo proste, przy czym azymut i szerokość geograficzną
wyznacza się z dokładnością równorzędną klasycznym metodom pośred-
nim, zaś długość geograficzną z dokładnością mniejszą. Przeprowadzone
dotychczas badania przez Z. Czerskiego i W. Opalskiego przy zasto-
sowaniu jako pomocniczej gwiazdy β Ursae Minoris dały wyniki cał-
kowicie zadowalające. W toku badań jest zastosowanie gwiazd dalej
położonych od bieguna, co powinno umożliwić uzyskanie większych
dokładności.

Do metody swej Z. Czerski skonstruował w 1953 r. przyrząd nasadkowy, umieszczany na obiektywie lunety, dla pomiaru kąta pozycyjnego gwiazd. Składa się on z koła podziałowego i pryzmatu zbliżającego obraz gwiazdy do środka pola widzenia lunety. W toku są dalsze badania nad ulepszeniem przyrządu.

Wielkie zainteresowanie w kraju i za granicą (Szwajcaria) wzbudziła wykonana w Geodezyjnym Instytucie Naukowo-Badawczym i ogłoszona w 1954 r. praca B. Duliana o przystosowaniu teodolitu astronomicznego Wild T-4 do dokładnego wyznaczania poprawki czasu metodą Zingera.

W r. 1945 J. Jasnorzewski i Z. Czerski opracowali projekt tzw. „trian-gastru“, narzędzia do wyznaczania długości i szerokości geograficznej z obserwacji par gwiazd na równych wysokościach. Należy przyspieszyć prace nad wykonaniem prototypu narzędzia celem podjęcia badań terenowych.

S. Hausbrandt zaprojektował lunetę do przybliżonego wyznaczania azymutu, zaopatrzoną w system kół współśrodkowych w miejscu krzyża nitkowego. Luneta została wykonana w GINB przez J. Kuśmierczyka [19].

B. Dulian zapoczątkował badania zmienności położenia poziomej osi obrotu lunety przy obserwacjach astronomicznych.

W planie dalszych badań należy główny nacisk położyć na uruchomienie służby czasu i rozbudowę w tym celu obserwatoriów w Borowej Górze (GINB), Borowcu pod Poznaniem (PAN), Józefosławiu (Polit. Warsz.) i Warszawie (GUM).

W zakresie grawimetrii i magnetyzmu ziemskiego wykonane zostały w dziesięcioleciu przez geofizyków i geodetów pomiary i prace naukowe o podstawowym znaczeniu dla poszukiwań geologicznych i dla budowy sieci geodezyjnej kraju. Wśród geodetów największe osiągnięcia w tej dziedzinie posiada S. Pawłowski. Duże znaczenie mają również osiągnięcia geodetów J. Skorupy, R. Wielądka i innych.

Prace naukowe Geodezyjnego Instytutu Naukowo-Badawczego w tej dziedzinie mają na celu adaptację dawnych materiałów, opracowanie programu pomiarów uzupełniających oraz wykonanie map grawimetrycznych i izogon (J. Bokun, S. Kryński, W. Krzemiński, J. Niewiarowski). Mapy zostaną zakończone w 1955 roku.

J. Jasnorzewski i S. Pawłowski podali w 1954 r. projekt nowej definicji jednostki grawimetrycznej, opartej na przyjętej umownie międzynarodowej bazie grawimetrycznej. Projekt ten spotkał się z uznaniem przewodniczącego Sekcji Grawimetrycznej Międzynarodowej Asocjacji Geodezyjnej w Międzynarodowej Unii Geodezyjno-Geofizycznej.

W. Krzemiński i J. Kuśmierczyk (GINB) opracowali projekt deklinatora do pomiaru deklinacji magnetycznej. Konstrukcja przyrządu oparta jest na zasadzie lunety autokolimacyjnej. Prototyp jest w wykonaniu.

Program dalszych prac naukowych nad siecią podstawową obejmuje dokończenie badań nad kompleksowym rozwiązaniem sieci triangulacji głównej i niwelacji precyzyjnej I klasy w oparciu o pomiary geodezyjne, astronomiczne i grawimetryczne oraz opracowanie naukowe niwelacji astronomiczno-grawimetrycznej. Prace te będą miały zastosowanie przy badaniach kształtu Ziemi i studiach nad ruchami skorupy ziemskiej.

W pracach naukowych za granicą rozwijają się obecnie na szeroką skalę badania w zakresie trilateracji.

Należy podkreślić z uznaniem, że w Polsce badania w tym kierunku zostały zapoczątkowane już w okresie międzywojennym przez K. Weigla.

Dalsze próby teoretycznych rozwiązań podjął w pierwszych latach dziesięciolecia E. Warchałowski i ogłosił w 1948 nową metodę wyznaczania sieci. Prace teoretyczne prowadzili dalej B. Dulian i Cz. Kamela. Nad zagadnieniami pomiarów długości pracował J. Jasnorzewski.

W r. 1954 wykonane zostały przez PAN (W. Batkiewicz) wspomniane już prace nad metodą rozwiązywania triangulacji za pomocą trójkątów obliczeniowych według pomysłu T. Kochmańskiego. Prace w tym kierunku prowadzone są, jak się dowiadujemy, niezależnie również przez geodetów węgierskich. Metoda ta może mieć zastosowanie w trilateracji.

Dużym zaniechaniem w geodezji polskiej jest brak prac doświadczalnych nad fizycznymi metodami pomiarów długości, stosowanymi w trilateracji. Badania te, prowadzone już na szeroką skalę za granicą, w Polsce nie wyszły jeszcze poza prace teoretyczne. W r. 1953 ukazała się pierwsza na ten temat w polskiej literaturze praca J. Jasnorzewskiego pt. „Interferencja i jej zastosowanie do pomiarów długości“. Autor przeniósł do polskiego piśmiennictwa stan najnowszych osiągnięć w tej dziedzinie w nauce zagranicznej oraz podał niektóre własne, oryginalne koncepcje do budowy aparatury (sugestie dotyczące zastosowania zmiennej częstotliwości oscylatorów kwarcowych w geodimetrze).

W najbliższym czasie podjęte zostaną badania nad zastosowaniem interferometru geodezyjnego Väisälä, który jest już w posiadaniu Głównego Urzędu Miar. Aparatem tym można posługiwać się przy pomiarach baz geodezyjnych o długości kilkuset metrów.

Konieczne jest rozwinięcie w najbliższym czasie badań nad fizycznymi metodami pomiarów długości boków triangulacji I rzędu, tzn. około 30 km. W tym celu niezbędne jest nabycie geodimetru Bergstranda, jak również wyszkolenie specjalistów przez delegowanie młodych pracowników naukowych za granicę. Wniosek ten dotyczy również zastosowania systemów radiolokacyjnych do pomiarów dużych długości, których badania w geodezji polskiej zostały również zaniechane, poza fragmentarycznymi zainteresowaniami poszczególnych pracowników naukowych (J. Wereszczyński).

W geodezji szczegółowej rozwinęły się badania i prace wykonawcze w zakresie triangulacji szczegółowej (S. Hausbrandt) oraz zastosowania metod poligonizacji precyzyjnej (E. Łukasiewicz, J. Ponikowski).

W poligonizacji technicznej rozwijają się nowe metody pomiarów długości. J. Piotrowski opublikował pracę w zakresie adaptacji metody Popowa wyznaczania ciągów poligonowych. Z. Czerski i T. Gomoliszewski ogłosili oryginalne prace o badaniach dalmierzy.

W poszukiwaniu nowych metod szybkiego pokrycia kraju zdjęciami topograficznymi i nowymi wielkoskalowymi mapami podstawowymi wykonano szereg prób i doświadczeń w okresie 1946—1952. Projekty wykorzystania istniejących map wielkoskalowych łącznie ze zdjęciami uzupełniającymi fotogrametrycznymi i bezpośrednimi dały wyniki negatywne. W r. 1953 rozpoczęto więc prace nad adaptacją nowoczesnych fototopograficznych metod radzieckich przy zastosowaniu kombinowanych metod zdjęć fotogrametrycznych i topograficznych. W ten sposób powstaje nowa wielkoskalowa mapa podstawowa kraju w oparciu o oryginalne zdjęcia terenowe [7].

Prace naukowe w dziedzinie fotogrametrii a w szczególności w zakresie fototopografii zostały również zaniedbane, głównie z powodu braku nowoczesnych instrumentów oraz materiałów podkładowych w zakładach naukowych, jak również niedostatecznej ilości pracowników naukowych. Badania ograniczały się więc zasadniczo do prac teoretycznych. Ukazało się szereg publikacji o nowych metodach (S. Dmochowski, M. B. Piasecki, L. Winiewicz). Były też próby nowych konstrukcji instrumentów. W r. 1948 wykonany został w kraju triangulator radialny P. W. O. do zagęszczania osnowy fotogrametrycznej dla przetwarzania zdjęć prawie pionowych. Wyniki badań przyrządu opublikował J. Chwałek.

W r. 1951 W. Kunzek opracował projekt tachimetru graficznego stolikowego do zdjęć topograficznych. Prototyp przyrządu został wykonany w 1952 roku.

Dużym osiągnięciem w geodezji podstawowej, szczegółowej i częściowo fotogrametrii jest zaopatrzenie szkolnictwa wyższego i średniego w podręczniki (Cz. Kamela, S. Kluźniak, Z. Kowalczyk, M. Odlanicki, J. A. Piotrowski, M. B. Piasecki, J. Tatarkowski, E. Warchałowski).

Znaczenie i żywy rozwój metod zdjęć fotogrametrycznych i topograficznych wymaga zaopatrzenia zakładów naukowych w nowoczesne instrumenty i umożliwienie podjęcia w jak najszerszym zakresie badań eksperymentalnych.

W geodezji gospodarczej jeszcze w większym stopniu niż w innych działach geodezji zaznaczył się silny wpływ potrzeb życia społecznego i gospodarczego na kształtowanie się i rozwój nowej problematyki naukowej.

Niektóre zagadnienia geodezji gospodarczej postawione zostały w Polsce po raz pierwszy, jak np. prace geodezyjne w budownictwie przemysłowym, badania geodezyjne odkształceń terenu i obiektów, geodezyjne urządzenia terenów rolnych w związku z socjalistyczną przebudową wsi.

W pierwszych latach po wyzwoleniu podjęto przede wszystkim zagadnienia pomiarów do celów odbudowy obiektów zniszczonych w czasie wojny, geodezji rolnej (urządzeń rolnych) i pomiarów górniczych (PW, AGH, GUPK, MRiRR). Następnie na planie pierwszym znalazły się pomiary inżynieryjno-przemysłowe w związku ze studiami oraz projektowaniem i realizacją inwestycji planu sześcioletniego. Wybitne wyniki naukowe i praktyczne osiągnięto w zakresie geodezyjnych badań ruchów i odkształceń terenu oraz obiektów budowlanych (PW, AGH, GINB). Opracowano również nowe, oryginalne metody pomiarów zabytków architektonicznych (Wydziały Politechniczne AGH). Zastosowano nowe metody prac pomiarowo-regulacyjnych przy zakładaniu spółdzielni produkcyjnych i urządzeniach leśnych (PW. Min. Roln., Inst. Bad. Leśn.). Od r. 1953 prowadzone są badania metod pomiarów inwentaryzacyjnych w zakładach przemysłowych oraz metod pomiarów geodezyjnych dla projektowania i realizacji inwestycji inżynieryjno-wodnych oraz planu przeobrażenia środowiska geograficznego w Polsce (PAN, AGH, PW).

Dynamiczny rozwój prac geodezji gospodarczej przy realizacji narodowych planów gospodarczych mobilizował pracowników technicznych i naukowych do poszukiwania w oparciu o doświadczenia radzieckie nowych, dostosowanych do warunków, polskich metod. Zadania gospodarcze zostały wykonane na wysokim poziomie, a osiągnięte wyniki i doświadczenia stanowią poważny dorobek techniczny i naukowy w niektórych działach o szczególnym znaczeniu naukowym. Wyniki prac zostały ogłoszone w licznych publikacjach.

Do ważniejszych wydawnictw w geodezji inżynieryjno-przemysłowej zaliczyć należy publikacje w zakresie adaptacji metod i literatury radzieckiej oraz komunikaty o własnych, oryginalnych metodach prac geodezyjnych w planowaniu przestrzennym, przy sporządzaniu dokumentacji dla projektów i planu generalnego budowy, przy lokalizacji geodezyjnej elementów projektów, ścisłym ustawieniu konstrukcji budowlanych i montażu urządzeń przemysłowych (A. Czechowicz, W. Katkiewicz, B. Łacki, M. Odlanicki, J. Pomaski, W. Skąpski, J. Stefański, K. Wysocki i inni). Oryginalne metody, przyjęte już w produkcji przy wyznaczaniu osnów realizacyjnych, ogłosili S. Hausbrandt, I. G. Gombrych, J. Panasiuk (GINB). Duże osiągnięcia naukowe w geodezji kolejowej wykazali w publikacjach swoich J. Ponikowski, W. Rzepka. Oryginalne prace eksperymentalne i nowe metody pomiarów zabytków architektonicznych dla

badan ich kompozycji ogłosił J. Gomoliszewski. Podstawowa praca z tej dziedziny J. Gomoliszewskiego znajduje się obecnie w druku.

Rozwijają się badania z nawigacji, związane z zagadnieniami geodezji morskiej. Za osiągnięcia w tej dziedzinie J. Woźnicki otrzymał w 1953 r. nagrodę państwową w dziale nauk technicznych.

Prace naukowe z zakresu geodezyjnych badań odkształceń opublikowali T. Lazzarini i T. Kochmański. W druku są prace K. Tarnawskiego i S. Zykubka (GINB). Prace T. Lazzariniego dotyczą metod geodezyjnego badania odkształceń terenu i obiektów budowlanych ze szczególnym uwzględnieniem zapór wodnych. T. Kochmański opracował własną teorię o ruchach i odkształceniach górotworu pod wpływem eksploatacji górniczej, opartą na wieloletnich precyzyjnych badaniach geodezyjnych na podstawie pomiarów długości i niwelacji. Teoria ta sprowadza związek pomiędzy ruchami górotworu a eksploatacją do tak zwanej krzywej oddziaływania, funkcji poziomej odległości pomiędzy elementem pola eksploatacji a badanym punktem powierzchni.

W geodezji górniczej rozwinęły się badania przede wszystkim nad metodami orientacji kopalń (AGH, PAN). Z. Kowalczyk opracował w 1946 r. projekt orientownika, przyrządu do analitycznej orientacji kopalń na podstawie pomiaru kątów na powierzchni i w kopalni, z wyeliminowaniem pionowania i pomiarów długości. Optykę lunety opracowali R. Ingarden i H. Ochman. Prototyp przyrządu znajduje się w wykonaniu. J. Jasnorzewski podał w 1952 r. koncepcję konstrukcji przyrządu optycznego do orientacji pomiarów podziemnych metodą autokolimacyjną z zastosowaniem poziomu rtęciowego. Z. Kowalczyk skonstruował również niwelator drążkowy, umożliwiający zwiększenie zasięgu niwelatora z jednego stanowiska w kopalni przy dużym pochyleniu. Ukazały się pierwsze w języku polskim podstawowe publikacje z geodezji górniczej Z. Kowalczyka i T. Kochmańskiego.

W geodezji rolnej i leśnej [1] przeprowadzono badania nad zastosowaniem metod fotogrametrycznych (Min. Roln., Min. Leśn., Pol. Warsz.). Opracowano na podstawie badań terenowych metodę przeliczania klas szacunkowych tzw. klasyfikacji punktowej, istniejącej na Ziemiach Zachodnich, na obowiązującą w Polsce tabelę klas gruntów (Wydziały Politechniczne AGH). Opracowano metody projektowania planów zagospodarowania wsi oraz prac pomiarowo-regulacyjnych i wymiany gruntów w związku z zakładaniem spółdzielni produkcyjnych (Min. Roln., Pol. Warsz., Wydz. Polit. AGH). Zagadnieniami geodezyjnych urządzeń terenów rolnych zajmowali się w swoich publikacjach W. Fedorowski, M. Frelek, W. Nowak, E. Nowosielski, M. Odlanicki, T. Olechowski, T. Skawina, J. Sułowski, B. Szmielew, C. Żuławski i inni.

W różnych działach geodezji gospodarczej ukazało się szereg pierwszych w języku polskim źródłowych podręczników (A. Czechowicz, Z. Kowalczyk, 3 tomy pracy zbiorowej pod red. S. Kluźniaka, praca zbiorowa pod red. L. Michalczyka).

Dalsze prace naukowe z geodezji gospodarczej powinny tak, jak dotychczas, rozwijać się na tle nowych potrzeb planów gospodarczych.

Ważnym osiągnięciem, mającym istotne znaczenie dla wszystkich dziedzin geodezji, są wykonane prace badawcze Głównego Urzędu Miar dla zapewnienia podstawowej jednostki długości (J. Jasnorzewski) oraz badania nad instrumentami i przyrządami geodezyjnymi wysokiej dokładności (J. Jasnorzewski i W. Opalski).

W niektórych działach geodezji rozwinęło się zastosowanie nomografii (J. Dobrzyński, K. Kowalewski i inni).

Nowe metody zespołowego i kompleksowego rozwiązywania zagadnień geodezyjnych wysunęły również nową problematykę naukową z dziedziny ekonomiki, planowania i organizacji pracy, której w ostatnim okresie poświęca się szereg specjalistów (Z. Skąpski, B. Szmielw, E. Weychert i inni).

Ukazały się również opracowania fragmentaryczne postępowych tradycji w historycznym rozwoju polskiej geodezji i kartografii (T. Bychawski, S. Kryński, M. Odlanicki, B. Olszewicz, F. Piątkowski, S. Pietkiewicz, K. Sawicki, J. Tymowski). Instytut Urbanistyki i Architektury prowadzi inwentaryzację historycznych materiałów kartograficznych w Polsce i publikuje wyniki z ilustrowanymi katalogami (W. Trzebiński i inni).

W końcu należy podkreślić ogólne znaczenie jednej z ostatnich nowości wydawniczych, a mianowicie opublikowanego przez PPWK w 1954 r. Słownika Geodezyjnego w 5-ciu językach dla ok. 5000 terminów, w opracowaniu zespołowym Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Geodetów Polskich pod redakcją W. Sztompkego.

Przedstawione osiągnięcia naukowe nie wyczerpują oczywiście całości dorobku naukowego geodezji i kartografii polskiej w okresie ostatniego dziesięciolecia. Wykonane zostały jeszcze inne, liczne prace naukowe o podstawowym znaczeniu. Z konieczności w ramach niniejszego krótkiego artykułu należało ograniczyć się do ogólnego omówienia najważniejszych lub typowych przykładów.

Ogólnie należy stwierdzić, że pomimo wielu braków i niedociągnięć bilans ostatniego dziesięciolecia przynosi poważny wkład do rozwoju naukowego polskiej geodezji i kartografii dzięki osiągnięciom pracowników naukowych i wykonawców robót geodezyjnych, na bazie coraz ściślej rozwijającej się współpracy na zasadach jedności teorii i praktyki.

Kierunki dalszego rozwoju badań geodezyjnych i kartograficznych są obecnie przedmiotem szczególnej troski geodetów polskich w związku z przygotowaniami do planu pięcioletniego. Komitet Geodezji PAN i Sto-

warzyszenie Naukowo-Techniczne Geodetów Polskich — NOT przygotowują wspólnie przy czynnej pomocy Ministerstwa Szkolnictwa Wyższego, Centralnego Urzędu Geodezji i Kartografii oraz Geodezyjnego Instytutu Naukowo-Badawczego, konferencję naukowo-techniczną na temat wytycznych do programu badań w planie pięcioletnim 1956—1960. Jest to pierwsza próba tak gruntownego przygotowania materiałów do planu badań i niewątpliwie przyniesie ona wyniki uwzględniające istotne potrzeby nauki i życia gospodarczego.

Wydaje się jednak wskazane zwrócić uwagę organizatorów Konferencji na coraz częściej wyrażane wśród geodetów poglądy, że o ile osiągnięto w dotychczasowych badaniach bardzo wysoki poziom w zakresie zagadnień teoretycznych, a w szczególności w dziedzinie obliczeń geodezyjnych, to niewspółmiernie małe są osiągnięcia w dziedzinie geodezji eksperymentalnej. Biorąc zaś pod uwagę, że istotną częścią zagadnień geodezyjnych są pomiary terenowe, metody tych pomiarów i rodzaje używanych instrumentów, zabezpieczające potrzebną do określonych celów dokładność, podczas gdy metody obliczeniowe jedynie porządkują wyniki pomiarów — należy w dalszych planach prac naukowych zwrócić szczególną uwagę i zapewnić środki materialne na badania eksperymentalne w geodezji i kartografii z wykorzystaniem najnowszych zdobyczy fizyki doświadczalnej.

BIBLIOGRAFIA

- [1] K. Dumański, Dziesięć lat pracy geodezyjnej służby urządzeniowo-rolnej, „Przegląd Geodezyjny“, Rok X, nr 7, NOT, Warszawa 1954, str. 198—202.
- [2] Geodezyjny Instytut Naukowo-Badawczy w latach 1945—1954, Biuletyn GINB, Dodatek do miesięcznika „Przegląd Geodezyjny“, Rok 4, nr 7, NOT, Warszawa 1954, str. 223—224.
- [3] S. Kluźniak, Rozwój średniego i wyższego szkolnictwa geodezyjnego Polski Ludowej, „Przegląd Geodezyjny“, Rok X, nr 7, NOT, Warszawa 1954, str. 206—211.
- [4] W. Kłopotciński, Geodezyjne pomysły racjonalizatorskie w Polsce, „Rocznik Geodezyjny“ 1954, PPWK, Warszawa 1954, str. 219—252.
- [5] Z. Kowalczyk, Postęp techniczny w miernictwie górniczym, „Przegląd Geodezyjny“, Rok VIII, nr 5, NOT, Warszawa 1952, str. 129—131.
- [6] S. Leszczycki, W. Goetel, M. Odlanicki, Rozwój nauk o Ziemi w Polsce Ludowej, Komitet Historii Nauki PAN, w druku.
- [7] H. Leśniok, Dziesięcioletni dorobek geodezji i kartografii polskiej, „Przegląd Geodezyjny“, Rok X, nr 7, NOT, Warszawa 1954, str. 194—198.
- [8] M. Odlanicki-Poczobutt, Geodezyjne konferencje naukowo-techniczne, „Rocznik Geodezyjny“ 1954, PPWK, Warszawa 1954, str. 207—219.
- [9] Osiągnięcia nauki polskiej w dziedzinie geodezji w okresie 1944—1954 i perspektywy dalszego rozwoju, „Przegląd Geodezyjny“, Rok X, nr 7 i 8, NOT, Warszawa 1954, str. 203—206 i 228—232.
- [10] Przegląd bibliograficzny wydawnictw geodezyjnych ciągłych w okresie 1944—1953, „Rocznik Geodezyjny“ 1954, PPWK, Warszawa 1954, str. 796—798.

- [11] Przegląd bibliograficzny wydawnictw geodezyjnych zwartych w Polsce w okresie 1945—1952, „Rocznik Geodezyjny“ 1953, PPWK, Warszawa 1953, str. 871—893 oraz „Rocznik Geodezyjny“ 1954, PPWK, Warszawa 1954, str. 810—814.
- [12] Przegląd bibliograficzny wydawnictw geodezyjnych zwartych w Polsce w 1953 r., „Rocznik Geodezyjny“ 1954, PPWK, Warszawa 1954, str. 814—819.
- [13] Znaczenie prac naukowych prof. dra Tadeusza Banachiewicza dla rozwoju geodezji (Z okazji jubileuszu 50-lecia działalności), „Geodezja i Kartografia“ t. III, z. 3, PAN-Komitet Geodezji, PWN, Warszawa 1954, str. 111—116.
- [14] S. Pietkiewicz, Kartografia polska w latach 1945—1954, „Przegląd Geograficzny“, t. XXVI, z. 3, Warszawa 1954, PAN — Instytut Geografii, PWN, str. 79—95.
- [15] Przegląd Dokumentacyjny Geodezji, GINB, Dodatek do „Przeglądu Geodezyjnego“, NOT, Warszawa 1951—1954.
- [16] Rok Dziesięciolecia, „Przegląd Geodezyjny“, Rok X, nr 7, NOT, Warszawa 1954, str. 193.
- [17] J. Rzędowski, Wydawnictwa geodezyjne w 1953 r., „Przegląd Geodezyjny“, Rok X, nr 3, NOT, Warszawa 1954, str. 90—91.
- [18] K. Rzewski, Przegląd osiągnięć piśmiennictwa geodezyjnego, „Przegląd Geodezyjny“, Rok X, nr 7, NOT, Warszawa 1954, str. 219—221.
- [19] W. Senisson, Dorobek okresu dziesięciolecia w dziedzinie metod obliczeń geodezyjnych, „Przegląd Geodezyjny“, Rok X, nr 9, NOT, Warszawa 1954, str. 257—262.
- [20] A. Szczucki, Dotychczasowe osiągnięcia geodetów polskich, „Przegląd Geodezyjny“, Rok IX, nr 1, NOT, Warszawa 1953, str. 10—11.
- [21] J. Tymowski, Czasopisma geodezyjne, „Rocznik Geodezyjny“ 1953, PPWK, Warszawa 1953, str. 863—871.

Stanisław Milbert

Wzory do przeliczania współrzędnych Soldnera w układzie Sucha Góra na współrzędne Gaussa-Krügera w systemie Borowa Góra

Na terenie Górnego Śląska są w powszechnym użyciu współrzędne Soldnera z początkiem układu w punkcie Sucha Góra (niem. Trockenberg), pochodzące sprzed roku 1918. Współrzędne te ustępują pod względem praktycznym współrzędnym Gaussa-Krügera, wyłącznie stosowanym w nowszych pracach na terenie Polski. Wobec tego staje się aktualne zagadnienie przeliczania współrzędnych Soldnera na współrzędne Gaussa-Krügera i przetransformowanie ich do układu Borowej Góry. Celem niniejszej pracy jest rozwiązanie tego zagadnienia całkowicie za pomocą teorii ciągów wielowymiarowych¹.

Pierwszym etapem pracy jest przejście od współrzędnych Soldnera do współrzędnych geograficznych w tym samym systemie, tj. w systemie Rauenberg. Drugim etapem pracy jest przejście od współrzędnych geograficznych do współrzędnych Gaussa-Krügera w tymże systemie. Trzecim etapem jest wyrugowanie współrzędnych geograficznych z dwóch poprzednich etapów. Daje to możliwość bezpośredniego przejścia od współrzędnych Soldnera do współrzędnych Gaussa-Krügera w systemie Rauenberg.

Czwartym etapem jest przejście od systemu Rauenberg do systemu Borowej Góry. W tym celu wymagane jest uprzednie wyznaczenie elementów orientacji wzajemnej obu systemów. Metodą podaną w moim artykule² można w sposób prosty potrzebne elementy znaleźć i współrzędne Gaussa-Krügera przetransformować jedną z dwóch metod, opisanych pokrótce w dalszej części pracy. Właściwe wykonanie tej orientacji jest możliwe tylko w oparciu o punkty wspólne (łączne) obu systemów, rozmieszczone na znaczniejszym obszarze i położone w pobliżu transfor-

¹ Zob. pracę twórcy teorii ciągów wielowymiarowych T. Kochmańskiego, „Działania ciągami wielowymiarowymi“, „Archiwum Mechaniki Stosowanej“, t. III, z. 3—4, Gdańsk 1951.

² „Transformacja współrzędnych geograficznych“, „Geodezja i Kartografia“, t. II, z. 2, Warszawa 1953.

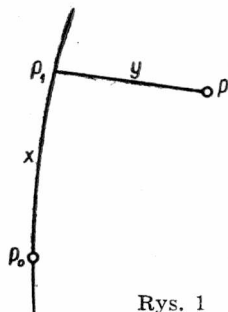
mowanych współrzędnych. Jako przybliżone elementy orientacji przyjąłem elementy w powyżej cytowanym moim artykule, obliczone dla sieci tzw. zachodnio-pruskiej, odległej kilkaset kilometrów od Suchej Góry. Ta wielka odległość nie daje dostatecznie dokładnych wyników, pozwala jednak przetransformować współrzędne Soldnera na Gaussa-Krügera z pewnym błędem systematycznym, tzn. że cały układ Suchej Góry będzie w tym przypadku nieco przesunięty i skrecony w stosunku do Borowej Góry, nie zostanie jednak naruszone zupełnie wzajemne położenie punktów. Jedynym materiałem, na którym można było oprzeć transformację, jest właśnie sieć zachodnio-pruska. Rachunki te należy uważać za pierwsze przybliżenie i po ewentualnym połączeniu starej triangulacji na Śląsku z nowym systemem Borowej Góry można będzie rachunki czwartego etapu powtórzyć.

W dalszym ciągu pracy przedstawiam przebieg rachunków wykonanych na podstawie nowej metody, teorii ciągów wielowymiarowych, oraz zestawiam wyniki.

Tak przedstawiają się wzory służące do przeliczania współrzędnych Soldnera w układzie Sucha Góra na współrzędne Gaussa-Krügera w systemie Borowa Góra. Ta transformacja może służyć jako pierwsze przybliżenie i należałoby ją uzupełnić, opierając się na dalszych punktach łącznych. Należy zaznaczyć, że nowa metoda transformacji współrzędnych pozwala przeprowadzić wyznaczenie elementów orientacji (z dosyć dużą dokładnością) nawet na podstawie znacznie odległych punktów łącznych.

1. Przejście od współrzędnych Soldnera do współrzędnych Gaussa-Krügera

Znamy współrzędne geograficzne φ_0 , λ_0 , początku układu współrzędnych Soldnera P_0 oraz współrzędne Soldnera x , y dowolnego punktu P (rys. 1). Za pomocą szeregów potęgowych głównego zadania geodezyjnego³ znajdziemy szerokość geograficzną punktu P_1 , tj. spodka punktu P na południk punktu P_0 , kładąc w ogólnych wzorach $u=x$, $v=0$:



Rys. 1

$$\varphi_1 - \varphi_0 = \begin{pmatrix} 1 \\ x \\ x^2 \\ x^3 \\ \vdots \\ \vdots \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ F_{0,1} \\ F_{0,2} \\ F_{0,3} \\ \vdots \\ \vdots \end{pmatrix} \arg. \varphi_0$$

³ S. Milbert, „Numeryczna metoda obliczania współczynników szeregów potęgowych głównego zadania geodezyjnego“, „Geodezja i Kartografia“, t. I, zes. 4, Warszawa 1952, wzór (10) str. 206 i tablice str. 214—15.

oraz stąd

$$\varphi_1 - 52^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ x \\ x^2 \\ x^3 \\ \vdots \\ \vdots \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varphi_0 - 52^0 \\ F_{0,1} \\ F_{0,2} \\ F_{0,3} \\ \vdots \\ \vdots \end{pmatrix}_{\arg. \varphi_0} = \underline{x} \cdot A \quad (1)$$

Oznaczając

$$f = \frac{\varphi_1 - 52^0}{3^0}$$

z wzoru (1) otrzymamy

$$f = \underline{x} \frac{A}{10\,800} = \underline{x} \cdot a, \quad (2)$$

przy czym $3^0 = 10\,800''$.

Znajdziemy następnie różnicę szerokości geograficznej punktów P_1 i P , kładąc w ogólnych wzorach dla głównego zadania geodezyjnego $u=0$, $v=y$

$$\varphi - \varphi_1 = \begin{pmatrix} y^2 \\ y^4 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{pmatrix} \begin{pmatrix} F_{2,0} \\ F_{4,0} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{pmatrix}_{\arg. \varphi_1} \quad (3)$$

Elementy $F_{2,0}$, $F_{4,0}$... mają ogólną postać

$$F_{r,0} = \begin{pmatrix} 1 \\ f \\ f^2 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{r,0} \\ a_{r,1} \\ a_{r,2} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{pmatrix}$$

zatem

$$\begin{pmatrix} F_{2,0} \\ F_{4,0} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ f \\ f^2 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{2,0} & a_{4,0} & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{2,1} & a_{4,1} & & & \\ a_{2,2} & a_{4,2} & & & \\ \vdots & \vdots & \cdot & & \\ \vdots & \vdots & & \cdot & \\ \vdots & \vdots & & & \cdot \end{pmatrix}$$

lub uwzględniając jeszcze (2) i (3) otrzymamy

$$\varphi - \varphi_1 = \begin{Bmatrix} \underline{x} \cdot \alpha^{*0} \\ \underline{x} \cdot \alpha^{*1} \\ \underline{x} \cdot \alpha^{*2} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} a_{2,0} & a_{4,0} & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{2,1} & a_{4,1} & & & \\ a_{2,2} & a_{4,2} & & & \\ \vdots & \vdots & & & \\ \vdots & \vdots & & & \\ \vdots & \vdots & & & \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} y^2 \\ y^4 \\ y^6 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{Bmatrix}$$

i wreszcie po wymnożeniu prawej strony

$$\varphi - \varphi_1 = \underline{x} \left\{ 0, 0, \sum_{i=0}^{\infty} a_{2,i} \alpha^{*i}, 0, \sum_{i=0}^{\infty} a_{4,i} \alpha^{*i}, 0, \dots \right\} \underline{y} \quad (4)$$

Suma (1) i (4) daje przejście od współrzędnych Soldnera x, y do szerokości geograficznej φ dowolnego punktu P

$$\varphi - 52^0 = \underline{x} \left\{ A, 0, \sum_{i=0}^{\infty} a_{2,i} \alpha^{*i}, 0, \sum_{i=0}^{\infty} a_{4,i} \alpha^{*i}, 0, \dots \right\} \underline{y} \quad (5)$$

Zupełnie podobnie postępując otrzymamy wzór na przejście od x, y do różnicy długości geograficznej

$$\lambda - \lambda_0 = \underline{x} \left\{ 0, \sum_{i=0}^{\infty} b_{1,i} \alpha^{*i}, 0, \sum_{i=0}^{\infty} b_{3,i} \alpha^{*i}, 0, \dots \right\} \underline{y} \quad (5a)$$

gdzie $b_{1,i}, b_{3,i} \dots$ są liczbowymi współczynnikami szeregów $L_{1,0}, L_{3,0} \dots$

Praktycznie obliczanie przeprowadzamy według wzorów (5) i (5a) w następującym schemacie na str. 109.

Pierwszą kolumnę A jądra (5) obliczamy według wzoru (1), co nie wymaga dodatkowych objaśnień. Dzieląc następnie każdy element jądra A przez $10\,800''$ otrzymujemy jądro a według wzoru (2). Jądro a wypisujemy w tabelce (6) jako kolumnę 2. Kolumny 3, 4 $\dots$ tabeli (6) są potęgami j -tymi jądra a , i odpowiednie elementy oznaczono symbolami $\alpha_i^{(j)}$. W wierszach I, II $\dots$ wypisujemy elementy liczbowe dla $F_{2,0}, F_{4,0} \dots$ bezpośrednio wzięte z tabel dla głównego zadania geodezyjnego, zamieszczone w powyżej cytowanym moim artykule „Numeryczna metoda obliczania współczynników szeregów potęgowych głównego zadania geodezyjnego, str. 214—15. W wierszach I', II' $\dots$ wypisujemy współczynniki liczbowe dla szeregów $L_{1,0}, L_{3,0} \dots$

Mnożąc wierszowo (stosujemy działania krakowianowe) wiersz I kolejno przez wiersz 0, 1, 2, 3 $\dots$ otrzymujemy kolumnę $\sum_{i=0}^{\infty} a_{2,i} \alpha^{*i}$ w (5); mnożąc wiersz II kolejno przez wiersz 0, 1, 2, 3 $\dots$ otrzymamy kolumnę

•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•
II'	$b_{3,0}$	$b_{3,1}$	$b_{3,2}$	$b_{3,3}$	• • • • •
I'	$b_{1,0}$	$b_{1,1}$	$b_{1,2}$	$b_{1,3}$	• • • • •
•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•
II'	$a_{4,0}$	$a_{4,1}$	$a_{4,2}$	$a_{4,3}$	• • • • •
I	$a_{2,0}$	$a_{2,1}$	$a_{2,2}$	$a_{2,3}$	• • • • •
	1	2	3	4	• • • • •
0	1	α_0	$\alpha_0^{(2)}$	$\alpha_0^{(3)}$	• • • • •
1	0	α_1	$\alpha_1^{(2)}$	$\alpha_1^{(3)}$	• • • • •
2	0	α_2	$\alpha_2^{(2)}$	$\alpha_2^{(3)}$	• • • • •
3	0	α_3	$\alpha_3^{(2)}$	$\alpha_3^{(3)}$	• • • • •
•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•

(6)

$\sum_{i=0}^{\infty} a_{4,i} \alpha^{*i}$ itd. Podobnie przez mnożenie wiersza I' przez wiersz 0, 1, 2, 3 ...

otrzymamy kolumnę $\sum_{i=0}^{\infty} b_{1,i} \alpha^{*i}$ w (5a) itd.

Dla Suchej Góry w systemie Rauenberg mamy

$$\varphi_0 = 50^\circ 24' 42,8922'' \quad \lambda_0 = 18^\circ 52' 39,9732''$$

Za jednostkę długości przyjmujemy 100 000 m.

Według wzorów (1) i (2) otrzymujemy

$$\varphi_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ x \\ x^2 \\ x^3 \\ x^4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 50^\circ 24' 42,8922'' \\ + 3236,70161 \\ - 0,25071 \\ + 0,00052 \\ + 0,00002 \end{pmatrix} \quad (7)$$

$$\frac{\varphi_1 - 52^\circ}{10\,800} = \begin{pmatrix} 1 \\ x \\ x^2 \\ x^3 \\ x^4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -0,52936\,1833 \\ + 0,29969\,4594 \\ - 0,00002\,3214 \\ + 0,00000\,0048 \\ + 0,00000\,0002 \end{pmatrix} \quad (8)$$

Rachunki według tabeli (6) są następujące

III'	+	0,00020	+	0,00009	+	0,00002													
II'	-	0,70098	-	0,19793	-	0,03246	-	0,00433	-	0,00052	-	0,00006	-	0,00001					
I'	+	5242,49287''	+	350,44669	+	30,68396	+	2,37785	-	0,18903	+	0,01490	+	0,00118	+	0,00009			
II	+	0,00389	+	0,00111	+	0,00019	+	0,00003											
I	-	32,40406''	-	3,47516	-	0,23229	-	0,01882	-	0,00147	-	0,00012	-	0,00001					
		1		2		3		4		5		6		7		8			
0		1		-0,529361833		+0,2802239		-0,148340		+0,07853		-0,0416		+0,022		-0,010			
1				+0,299694594		-0,3172935		+0,251944		-0,17783		+0,1177		-0,075		+0,04	0		
2				-0,000023214		+0,0898414		-0,142656		+0,15103		-0,1332		+0,106		-0,075			
3				+0,000000048		-0,0000140		+0,026940		-0,05702		+0,0755		-0,080		+0,074			
4				+0,000000002				-0,000006		+0,00808		-0,0214		+0,034		-0,043			
5												+0,3024		-0,007		+0,010			
6														+0,001		-0,002			
Σ				-0,229690023		+0,0527578		-0,0121118		+0,00279		-0,0006		+0,001		-0,006			

Otrzymujemy stąd następujące wzory, odpowiadające wzorom (5) i (5a), dla przejścia od współrzędnych Soldnera (dla $\varphi_0 = 50^\circ 24' 42,8922''$) do współrzędnych geograficznych:

$$\varphi - 52^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ x \\ x^2 \\ x^3 \\ x^4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -5717,10780 - 30,62685 + 0,00335 \\ +3236,70161 - 0,97228 + 0,00028 \\ -0,25071 - 0,01831 + 0,00001 \\ +0,00052 - 0,00043 \quad 0 \\ +0,00002 - 0,00001 \quad 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ y^2 \\ y^4 \end{pmatrix} \quad (10)$$

$$\lambda - \lambda_0 = \begin{pmatrix} 1 \\ x \\ x^2 \\ x^3 \\ x^4 \\ x^5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} +5065,23967 - 0,60470 + 0,00016 \\ +95,85829 + 0,05002 + 0,00002 \\ +2,43602 - 0,00237 \quad 0 \\ +0,05391 - 0,00009 \quad 0 \\ +0,00123 \quad 0 \quad 0 \\ +0,00003 \quad 0 \quad 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y \\ y^3 \\ y^5 \end{pmatrix} \quad (11)$$

Kładąc w powyższych wzorach $\frac{x}{2}$ i $\frac{y}{2}$ na miejsce x i y oraz mnożąc pierwszy element w pierwszym wzorze przez iloczyn krakowianowy otrzymamy następujące wzory dla jednostki długości 50 000:

$$\varphi - 50^\circ 24' 42,8922'' = \begin{pmatrix} 1 \\ x \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -7,65671 + 0,00021 \\ +1618,35080 - 0,12154 + 0,00001 \\ -0,06268 - 0,00114 \quad 0 \\ +0,00006 - 0,00001 \quad 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ y^2 \\ y^4 \end{pmatrix} \quad (12)$$

$$\lambda - \lambda_0 = \begin{pmatrix} 1 \\ x \\ x^2 \\ x^3 \\ x^4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} +2532,61984 - 0,07559 \\ + 23,96457 - 0,00313 \\ + 0,30450 - 0,00007 \\ + 0,00337 \quad 0 \\ + 0,00004 \quad 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y \\ y^3 \end{pmatrix} \quad (13)$$

2. Przejście od współrzędnych geograficznych do współrzędnych Gaussa-Krügera

Wzory na obliczenie współrzędnych Gaussa-Krügera X , Y ze współrzędnych geograficznych φ , λ mają następującą postać⁴

$$X = \begin{pmatrix} 1 \\ f \\ f^2 \\ f^3 \\ f^4 \\ f^5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} +5\,762\,750,6738 + 4\,249,9780 + 1,2457 - 0,0004 \\ + 333\,763,8167 - 110,2415 - 0,3306 - 0,0001 \\ + 85,2349 - 23,3313 + 0,0050 - 0 \\ - 0,7176 + 0,1977 + 0,0021 \quad 0 \\ - 0,0784 + 0,0214 \quad 0 \quad 0 \\ + 0,0004 - 0,0001 \quad 0 \quad 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ l^2 \\ l^4 \\ l^6 \end{pmatrix} \quad (14)$$

$$Y = \begin{pmatrix} 1 \\ f \\ f^2 \\ f^3 \\ f^4 \\ f^5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} +206\,008,8638 - 22,6814 - 0,0408 \\ - 13\,771,1440 - 8,0727 + 0,0040 \\ - 285,1919 + 0,7992 + 0,0008 \\ + 6,2261 + 0,0216 - 0,0001 \\ + 0,0709 - 0,0018 \quad 0 \\ - 0,0008 \quad 0 \quad 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} l \\ l^3 \\ l^5 \end{pmatrix}$$

gdzie

$$f = \frac{\varphi - 52^\circ}{3^\circ} \quad l = \frac{\lambda - \lambda_0}{3^\circ}$$

We wzorach (14) przeniesiemy początek układu z punktu $\varphi = 52^\circ$ i $\lambda = 18^\circ$ do punktu $\varphi = 50^\circ 24' 42,8922''$ i $\lambda = 18^\circ 52' 39,9732''$ oraz zmniejszymy przedział dla φ do $0,5^\circ$, a λ do $0,75^\circ$. Wykonując obliczenia według teorii ciągów wielowymiarowych, otrzymamy

$$X = \begin{pmatrix} 1 \\ f \\ f^2 \\ f^3 \\ f^4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} +5\,586\,461,1135 + 629,3633 + 268,9063 + 0,0260 + 0,0056 \\ + 55\,610,9513 - 2,0833 - 0,8912 - 0,0010 - 0,0002 \\ + 2,3395 - 0,0959 - 0,0410 \quad 0 \quad 0 \\ - 0,0025 + 0,0001 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \\ - 0,0001 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ l \\ l^2 \\ l^3 \\ l^4 \end{pmatrix} \quad (15)$$

⁴ Korzystam tu z wzorów nie ogłoszonych, znajdujących się w rękopisie. Dla elipsoidy Hayforda podobne wzory podał wcześniej prof. T. Banachiewicz.

$$Y = \begin{pmatrix} 1 \\ f \\ f^2 \\ f^3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} +62385,0070 + 53\ 303,3184 - 0,9984 - 0,2848 - 0,0002 \\ -\ 656,6100 -\ 561,0958 - 0,0814 - 0,0232\ 0 \\ -\ 2,3968 -\ 2,0470 + 0,0012 + 0,0003\ 0 \\ +\ 0,0082 +\ 0,0070\ 0\ 0\ 0\ 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ l \\ l^2 \\ l^3 \\ l^4 \end{pmatrix}$$

przy czym

$$f = \frac{\varphi - 50^{\circ}24'42,8922''}{1800}$$

$$\lambda = \frac{\lambda - 18^{\circ}52'39,9732''}{2700}$$

(wszystkie kąty należy wyrazić w sekundach).

3. Rugowanie współrzędnych geograficznych

Z wzorów (12), (13) i (15) łatwo rugujemy współrzędne geograficzne φ i λ lub występujące wielkości f i l , stosując działania ciągami wielowymiarowymi. Otrzymamy więc współrzędne Gaussa-Krügera w funkcji współrzędnych Soldnera w pasie 18° w systemie Rauenberg

$$X = \begin{pmatrix} 1 \\ x \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} +5\ 586\ 461,1135 + 590,3474 + 0,0455 + 0,0121 + 0,0001 \\ +\ 49\ 998,9042 +\ 3,8292 - 0,0003 + 0,0001\ 0 \\ -\ 0,0453 -\ 0,0183 + 0,0001\ 0\ 0 \\ -\ 0,0001\ 0\ 0\ 0\ 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ y \\ y^2 \\ y^3 \\ y^4 \end{pmatrix} \quad (16)$$

$$Y = \begin{pmatrix} 1 \\ x \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} +62\ 385,0070 + 49\ 998,9043 + 1,9146 + 0,5114 + 0,0001 \\ -\ 590,3474 -\ 0,0908 - 0,0183 + 0,0002\ 0 \\ -\ 1,9146 +\ 0,0001\ 0\ 0\ 0 \\ +\ 0,0061\ 0\ 0\ 0\ 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ y \\ y^2 \\ y^3 \\ y^4 \end{pmatrix}$$

x i y należy wyrazić w jednostkach długości równych 50 000 m.

Przyjęty powyżej układ współrzędnych Soldnera jest tak samo skierowany jak Gaussa-Krügera, tj. oś x -ów skierowana na północ, oś y -ów na wschód. Przy przejściu do układu Soldnera, w którym oś x -ów byłaby skierowana na południe, a oś y -ów na zachód, należałoby zmienić odpowiednio znaki współczynników we wzorach (16).

4. Przejście do układu Borowa Góra

Wzory (16) można łatwo przetransformować na układ z punktem wyjściowym Borowa Góra. Do tego celu należy wyznaczyć współczynniki transformacyjne dla przejścia z systemu Rauenberg do systemu Borowej Góry.

Transformacji współrzędnych prostokątnych układu Suchej Góry do systemu Borowej Góry można dokonać w następujący sposób. Na podstawie punktów wspólnych systemów Rauenberg (lub Helmertturm) i Borowej Góry wyznaczamy elementy orientacji i przygotowujemy wzory transformacyjne metodą opisaną w mojej pracy „Transformacja współrzędnych geograficznych“. Następnie przenosimy we wzorach transformacyjnych punkt zerowy do początku układu Suchej Góry, to jest do punktu w układzie Rauenberg

$$\varphi = 50^{\circ}24'42,8922'' \quad \lambda = 18^{\circ}52'39,9732''$$

i w wyrazie wolnym dla $D\lambda$ odejmujemy $0,1184''$ (przejście do systemu Helmertturm). Z wzorów (15) i wzorów transformacyjnych dla $D\varphi$ i $D\lambda$ otrzymujemy

$$dX = \frac{\partial X}{\partial f} \frac{1}{1800} D\varphi + \frac{\partial X}{\partial l} \frac{1}{2700} D\lambda,$$

$$dY = \frac{\partial Y}{\partial f} \frac{1}{1800} D\varphi + \frac{\partial Y}{\partial l} \frac{1}{2700} D\lambda.$$

Z otrzymanych wzorów i z wzorów (12) i (13) eliminujemy wielkości f, l . Otrzymane wzory dodane do (16) dają ostateczne wzory na przejście od współrzędnych układu prostokątnego Suchej Góry do współrzędnych Gaussa-Krügera w systemie Borowej Góry.

Można również postąpić inaczej. Możemy przeliczyć trzy punkty (w tym jeden kontrolny) o współrzędnych np.: $x=0, y=0$; $x=0, y=50\,000$; $x=50\,000, y=0$, na współrzędne Gaussa-Krügera i geograficzne w systemie Rauenberg według wzorów (16) oraz (10) i (11). Następnie przetransformować otrzymane współrzędne geograficzne do systemu Borowej Góry i obliczyć na ich podstawie współrzędne Gaussa-Krügera według wzorów (14) w systemie Borowej Góry. Z otrzymanych w ten sposób współrzędnych Gaussa-Krügera w systemie Rauenberg i Borowej Góry wyznaczamy, znanym powszechnie sposobem dla współrzędnych płaskich, elementy orientacji i transformujemy współrzędne Gaussa-Krügera z systemu Rauenberg do systemu Borowej Góry.

W pracy tej transformację wykonano drugim sposobem w oparciu o sieć tzw. zachodnio-pruska. Wyniki są następujące

$$X = \begin{pmatrix} 1 \\ x \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} +5\,586\,376,2069 + 590,5545 + 0,0455 + 0,0121 + 0,0001 \\ + 49\,999,3538 + 3,8292 - 0,0003 + 0,0001 & 0 \\ - 0,0453 - 0,0183 + 0,0001 & 0 & 0 \\ - 0,0001 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ y \\ y^2 \\ y^3 \\ y^4 \end{pmatrix} \quad (17)$$

$$Y = \begin{pmatrix} 1 \\ x \\ x^2 \\ x^3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} +62\,365,5188 + 49\,999,3539 + 1,9146 + 0,5114 + 0,0001 \\ -590,5545 - 0,0908 - 0,0183 + 0,0002 & 0 \\ -1,9146 + 0,0001 & 0 & 0 & 0 \\ +0,0061 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ y \\ y^2 \\ y^3 \\ y^4 \end{pmatrix}$$

Jednostką długości jest 50 000 m.

РЕЗЮМЕ

В данной работе приведены формулы, полностью выведенные на основе теории многомерных ходов проф. Т. Кохманского, служащие цели непосредственного перевычисления координат Зольднера в систему координат Гаусса-Крюгера с началом Суха Гура (нем. Трокенберг), а также дан способ перехода с системы триангуляции Рауэнберг в систему Борова Гура.

RÉSUMÉ

Dans ce travail furent publiées les formules entièrement déduites et fondées sur la théorie des cheminements des diverses dimensions établie par le professeur T. Kochmański, qui servent à la transformation directe des coordonnées de Soldner en coordonnées de Gauss-Krüger dans le système de Sucha Góra (allm. Trockenberg). On a publié de même le moyen de passage du système de triangulation de Rauenberg au système de Borowa Góra.

Tadeusz Kochmański

Akademia Górniczo-Hutnicza

Całkowa teoria ruchów górotworu nad eksploatacją złoża pokładowego na podstawie pomiarów geodezyjnych

I. Rys historyczny

Przedstawiona poniżej teoria rozwinęła się z pracy dyplomowej, którą autor rozpoczął w roku 1929. Idea jej polega na oparciu się na wynikach pomiarów geodezyjnych, które powinny wykazać związek między zmianą położenia punktów w górotworze, a wykonywaną eksploatacją.

W chwili rozpoczynania pracy, tzn. w r. 1929 hołdowano poglądom odbiegającym w dużej mierze od poglądów współczesnych. Autor postawił sobie za zadanie wyjaśnienie szeregu — jak mniemał — błędnych założeń albo też niejasności. Wymieńmy najważniejsze z nich:

1) Pomiary wykazały, że na ogół stosunek osiadania powierzchni do grubości pokładu jest tym mniejszy, im eksploatacja prowadzona jest na większej głębokości.

Zjawisko to przypisywano rozluźnianiu górotworu czy to wskutek spękania skał, czy też wskutek powstawania pustek między poszczególnymi warstwami w górotworze. W klasycznej formie ujmuje te poglądy wzór W. Jicińskiego na osiadanie powierzchni „o”:

$$o = h + p - 1,01 h,$$

gdzie h głębokość eksploatacji, p grubość pokładu.

Wzór ten przyjmuje więc, że osiadanie wędrując ku górze poprzez górotwór zmniejsza swą wielkość przeciętnie o 1% grubości tego górotworu.

2) W bezpośrednim związku z poglądami wyrażonymi wzorem Jicińskiego było pojęcie tzw. „bezpiecznej głębokości“ (F. Rziha).

$$h = \frac{m}{a},$$

gdzie m — pionowa grubość pokładu, a — współczynnik rozluźniania górotworu. Sądzono mianowicie, że gdy głębokość eksploatacji przewyższa bezpieczną głębokość, osiadanie nie dochodzi w ogóle do powierzchni.

3) W terenach, w pobliżu których prowadzi się podziemną eksploatację górnictwem, obserwuje się ogólnie nieznaczne i dość równomierne obniżanie się powierzchni. Te tajemnicze ruchy powierzchni przypisywano na ogół ruchom tektonicznym a częściowo błędom niwelacyjnym (H. Keinhorst).

4) Nie potrafiono wytłumaczyć, dlaczego składowe poziome ruchów górotworu pod wpływem eksploatacji osiągają wielkości często kilkakrotnie przewyższające wielkość składowych pionowych.

5) Istniało tajemnicze zjawisko wstrząsów w pobliżu terenów eksploatowanych. Niektóre z tych wstrząsów wywoływały pęknięcia w górotworze oraz tąpnięcia i zawały w kopalniach. Wielu badaczy uważało, że są one związane z procesami górotwórczymi.

6) Rozchodzenie się wpływów w górotworze w kierunku pionowym łączono z pojęciem „kątów“, a to tzw. kątów załamania i kątów zasięgu.

Już w swojej pracy dyplomowej i w publikacji z r. 1931 [1] wypowiedział autor twierdzenie, że spotykane w pobliżu eksploatacji niewielkie obniżenia powierzchni noszą na sobie piętno asymptotycznego zanikania w miarę oddalania się od terenu eksploatowanego i że z tego powodu nie mogą one na ogół być wywołane ruchami tektonicznymi. Równocześnie autor podkreślił, że mają one prawdopodobnie związek z obserwowanymi dużymi składowymi poziomymi ruchów górotworu. Również zjawisko mniejszego osiadania przy większej głębokości eksploatacji przypisał on — przynajmniej w głównej mierze — tzw. przez siebie „spulchnieniu“ górotworu nad eksploatacją, a to wskutek deformacji elementów górotworu i tym samym przesuwaniu się mas ku przestrzeni eksploatowanej. To przesuwanie mas wywoływało, zdaniem autora, pewne powiększenie masy górotworu nad eksploatacją, a pomniejszenie jej na zewnątrz pola eksploatowanego. Stąd nawet dla większej odległości od pola eksploatowanego obserwujemy przesunięcia poziome i niewielkie osiadania powierzchni.

Te silne deformacje elementów górotworu, które tłumaczyły tajemnicze zjawiska wymienione powyżej w punktach 1, 3 i 4 zaprzeczały równocześnie „bezpiecznej głębokości“ w dawnym znaczeniu, ponieważ objętość niecki osiadania prawdopodobnie tylko nieznacznie zmniejszała się w czasie wędrówki jej wzdłuż górotworu ku powierzchni, a natomiast rozkładała się ona na bardzo dużej powierzchni. Jasne więc było, że odpowiednio zwiększone pole eksploatacyjne potrafiłoby wywołać przy większej głębokości eksploatacji osiadanie niewiele mniejsze niż przy głębokości mniejszej.

Równocześnie autor w swojej pracy dyplomowej ostrzegał przed stosowaniem pojęcia kątów zasięgu, ponieważ to sugeruje prostoliniowość rozchodzenia się wpływów w górotworze. Tymczasem badacz nie powi-

nien ulegać żadnym sugestiom, lecz opierać się wyłącznie na wynikach pomiarów i badań.

Te, odbiegające od panujących dotychczas, poglądy wywołały zasadnicze sprzeciwy ze strony ówczesnych znawców tego problemu, co znalazło swój wyraz w krótkiej przedmowie do publikacji z r. 1931. Redakcja zaznaczała w niej wyraźnie, że nie zgadza się z poglądami autora.

Następne lata swej pracy zawodowej od r. 1931 do 1939 poświęcił autor precyzyjnym badaniom ruchów pionowych i poziomych za pomocą pomiarów geodezyjnych. Główne pytanie dotyczyło zagadnienia, czy objętość niecki powierzchniowej jest równa objętości wyeksploatowanego złoża, czy też jest mniejsza, a jeśli tak, to o ile.

Autor użył do tego celu kopalni oddalonej od innych. Należało najpierw ustalić, jaki procent objętości złoża istotnie jest eksploatowany. W tym celu obliczono z jednej strony objętość pozornie wybraną na podstawie poziomego rzutu wyeksploatowanego złoża, jego grubości i nachylenia. Obliczenie takie wykonano dla poszczególnych lat. Z drugiej zaś strony obliczono objętość węgla wyeksploatowanego w tychże latach na podstawie liczb wydobywania węgla w tonach i ciężaru właściwego węgla. Okazało się, że na tej kopalni przeciętnie wydobywa się 78% formalnej objętości złoża.

Obliczenia objętości niecki powierzchniowej nie dało się wykonać bezpośrednio. Należało dokonać pewnych założeń opartych o statystykę matematyczną, a następnie całkować wpływy poszczególnych elementów eksploatacji. Teoria ta opisana jest poniżej.

Wykonane na tej podstawie obliczenia wykazały, że przypuszczalnie ponad 99% wybranej objętości złoża doszło do powierzchni, jeżeli tylko uwzględnimy osiadania punktów położonych z dala od eksploatacji. Liczba 99% nie jest co prawda dokładna, obarczona jest bowiem zarówno błędami pomiarów, jak i teoretycznych założeń. W każdym razie można było stąd wnioskować, że wielkość pustych przestrzeni spowodowanych odbudową złoża jest minimalna. Z tego wniosek, że dotychczas ulegano tylko złudzeniu, że stosunek objętości niecki powierzchniowej do wybranej objętości złoża szybko maleje w miarę powiększania głębokości eksploatacji. W rzeczywistości okazało się, że stosunek ten jest bliski jedności.

Tym samym upadło pojęcie tzw. „bezpiecznej głębokości“, przynajmniej w pierwotnym znaczeniu tego słowa, a to dlatego że, jak widać, niecka nad eksploatacją praktycznie nie zmniejsza swej objętości, a tylko zmienia kształt.

Potrzebne do powyższego dowodu precyzyjne niwelacje wykazały równocześnie, że wprawdzie wpływ eksploatacji sięga dość daleko, jednakże osiadanie stopniowo i prawidłowo maleje i zdąża do zera. Stało

się przeto jasne, że osiadanie z dala od eksploatacji ma związek z tą eksploatacją, a nie jest osiadaniem tektonicznym.

Z drugiej strony daleki zasięg osiadania tłumaczył dlaczego tak łatwo było uznać je za osiadanie tektoniczne, zwłaszcza gdy pola eksploatacyjne szeregu kopalń graniczą ze sobą, wskutek czego obserwowane sumy osiadań są wówczas do siebie zbliżone. Dalsze przeliczenia autora, oparte o pewne założenia, ogólnie potwierdzone przez doświadczenie, wykazały, że zmierzone przesunięcia poziome zgadzają się dokładnie z obliczonymi przy założeniu tylko deformacji elementów górotworu bez zmiany objętości górotworu. Wypadły one z teorii stosunkowo bardzo duże i to zgodnie z wykonanymi pomiarami.

Ögromne deformacje górotworu, które wynikły z powyższych obliczeń, oraz ich daleki zasięg wskazują na to, że i zjawisko wstrząsów w pobliżu terenów eksploatowanych należy uważać w wielu przypadkach za wpływ eksploatacji.

A wreszcie z teorii wynikało, że pojęcie kątów zasięgu należy uważać za przestarzałe. Na ich miejsce należy wprowadzić obliczenia deformacji górotworu zależne od wielkości pola eksploatacyjnego i grubości złoža, poparte przy tym precyzyjnymi pomiarami geodezyjnymi, tam gdzie mamy je sposobność wykonać.

Większość zapatrywań, o których uznanie walczył autor bezskutecznie 20 lat temu, dziś jest już ogólnie przyjęta. Niektóre z nich jednak, a zwłaszcza usunięcie powszechnie dotąd używanego pojęcia kątów zasięgu, wymagają jeszcze dalszych bezspornych dowodów, których dostarczyć mogą jedynie celowo wykonane pomiary geodezyjne.

II. Teoria całkowita dla składowej pionowej (osiadania) ruchów górotworu pod wpływem eksploatacji

Skutki eksploatacji na powierzchni mają charakter zjawisk czaso-przestrzennie nieciągłych lub ciągłych. W pierwszym przypadku pojawiają się w terenie nad eksploatacją lub w jej pobliżu zapadliska w formie lejów, uskoczki terenowe lub szczeliny sięgające w głąb ziemi.

W obecnej pracy przyjmiemy jednak, że mamy do czynienia ze zjawiskami ciągłymi zarówno w swym rozmieszczeniu przestrzennym, jak i w czasie. Założenie to w rzeczywistości spełniane jest zazwyczaj tylko w przybliżeniu, jednakże w przeważnej większości przypadków w praktyce otrzymuje się na podstawie tego założenia ruchy terenu wystarczająco zgodne z wynikami pomiarów. Odnosi się to zwłaszcza do większej głębokości eksploatacji, np. większej od 200 metrów, jakkolwiek w pewnym przypadku stwierdzono znakomitą zgodność również i dla głębokości 40 metrów, gdy warunki stropowe złoža były odpowiednie.

Powyższą zgodność uzyskano przy przyjęciu dla poziomego złoża pokładowego i jednolitego górotworu następującego założenia w formie równania różniczkowego

$$dw = a \cdot dV \cdot f(r), \quad (1)$$

gdzie dw oznacza przyrost osiadania punktu A pod wpływem wybrania elementu złoża o objętości dV , a tzw. współczynnik eksploatacyjny będący stosunkiem objętości niecki eksploatacyjnej do formalnej (pozornej) objętości złoża (tzn. objętości „brutto”), która tę nieckę wywołała, r jest poziomą odległością między elementem objętości dV a punktem A , którego osiadanie badamy.

Funkcja $f(r)$ zwana krzywą oddziaływania jest więc funkcją jednego tylko argumentu r , przy czym podkreślimy, że uważamy górotwór za wystarczająco jednorodny, a pokład za poziomy.

W równaniu (1) istotną nowością jest statystyczne założenie o proporcjonalności między objętością wyeksploatowaną a osiadaniem punktu, jeżeli wszystkie pozostałe warunki eksploatacji są niezmiennicze, a poza tym: użycie poziomej odległości r między punktem a elementem złoża. To ostatnie bowiem założenie pozwalało korzystać z planów poziomych, na których odległość r można było bezpośrednio zmierzyć. Prócz tego odległość ta ze względu na kierunek siły ciężkości posiada istotne znaczenie.

Warunki nałożone na równanie (1) co do jednolitości górotworu i poziomego położenia pokładu będą mogły być w przyszłości stopniowo rozluźniane, jak to częściowo już podamy w dalszej części pracy, a co wynika z prac będących dopiero w przygotowaniu.

Dla złoża pokładowego o jednakowej grubości g element objętości dV można przedstawić jako iloczyn grubości g przez element powierzchni wyeksploatowanej dP , przy czym przyjmujemy, że powierzchnia już wyeksploatowana P , którą powiększamy właśnie o element dP , jest dostatecznie duża. Przy małej bowiem powierzchni P może w ogóle nie dojść do osiadania albo dojść do osiadania częściowego, co można co prawda wyrazić przez odpowiednie zmniejszenie współczynnika a , jednakże daje to dodatkową komplikację obliczeń.

A więc dla poziomego złoża pokładowego równanie (1) przechodzi w równanie (2)

$$dw = a \cdot g \cdot dP \cdot f(r). \quad (2)$$

W swej istocie powyższe założenie jest założeniem o charakterze statystycznym. W gruncie rzeczy nie chodzi nam bowiem o to, czy istotnie każdy element eksploatacji dV wywołuje takie samo osiadanie dw punktu A w odległości poziomej r od dV bez względu na to, jaki kształt posiada objętość V wybranego złoża, a chodzi nam o to, jakie jest prze-

cięte, statystyczne osiadanie punktów położonych w odległości r od eksploatacji.

Jasne więc jest, że takie założenie nie jest ściśle, ale istotne jest tylko to, czy tego rodzaju założenie da wyniki na ogół wystarczająco zgodne z wynikami pomiarów. Otóż, mimo pewnej kapryśności procesu osiadania nad eksploatacją trzeba stwierdzić, że tego rodzaju założenie daje na ogół dużą zgodność między obliczeniami a rzeczywistością. Konsekwencją założenia wyrażonego równaniem (2) oraz założenia o niezależnym nakładaniu się wpływów poszczególnych elementów wyeksploatowanych (zasada superpozycji) jest równanie na osiadanie w pod wpływem wyeksploatowania złoża o powierzchni P jako całki rozciągniętej na pole P .

Można to wyrazić w układzie prostokątnym (x, y) w postaci równania

$$w(P) = \int \int_P a \cdot g \cdot f(r) dx dy \quad (3)$$

albo też dla $a = \text{constans}$ i $g = \text{constans}$,

$$w(P) = a \cdot g \int \int_P f(r) dx dy. \quad (4)$$

Dalsze dociekania polegały na znalezieniu takiej funkcji $f(r)$, która by zgodziła się możliwie dokładnie z wynikami pomiarów geodezyjnych.

Według dotychczasowych wyników zarówno pomiarów, jak i ogromnej ilości obliczeń rolę tę spełnia zupełnie dobrze funkcja $f(r)$ o równaniu:

$$f(r) = C(b) \cdot e^{-(r:r_0)^b}, \quad (5)$$

gdzie b i r_0 są stałymi parametrami dla danej eksploatacji lub jej części, e jest zasadą logarytmów naturalnych, $C(b)$ jest stałą dla danej wartości parametru b . Wartość $C(b)$ można obliczyć z warunku brzegowego, że dla powierzchni złoża wyeksploatowanej aż do nieskończonej odległości w każdym kierunku od punktu A osiadanie musiałoby wynosić $a \cdot g$.

Wobec tego

$$1 : C(b) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-(r:r_0)^b} dx dy. \quad (5a)$$

Teraz wzór (4) przedstawi się w postaci

$$w(P) = a \cdot g \frac{\int \int_P e^{-(r:r_0)^b} dx dy}{\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-(r:r_0)^b} dx dy} \quad (6)$$

Dla prostokąta eksploatacji P o bokach równoległych do osi współrzędnych można napisać równanie

$$w(P) = a \cdot g \frac{\int_{y_1}^{y_2} dy \int_{x_1}^{x_2} e^{-(r:r_0)^b} dx}{\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-(r:r_0)^b} dx dy} \quad (7)$$

Jeżeli umieścimy układ współrzędnych prostokątnych w punkcie A , którego osiadanie w obliczamy, wówczas odległość r możemy dla każdego elementu dP znaleźć z równania

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (8)$$

Celem wyeliminowania z wzoru parametru r_0 dobrze jest operować bezwymiarowymi współrzędnymi (ξ, η) określonymi równaniami

$$\xi = \frac{x}{r_0} \quad \eta = \frac{y}{r_0} \quad (9)$$

Wprowadźmy również bezwymiarową odległość ϱ w układzie (ξ, η) równaniem

$$\varrho = \frac{r}{r_0} = \sqrt{\xi^2 + \eta^2} = (\xi^2 + \eta^2)^{1/2} \quad (10)$$

Osiadanie $w(P)$ wyrazi się w tym bezwymiarowym układzie współrzędnych równaniem

$$w(P) = a \cdot g \frac{\int_{\eta_1}^{\eta_2} d\eta \int_{\xi_1}^{\xi_2} e^{-\varrho^b} d\xi}{\int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\varrho^b} d\xi d\eta} \quad (11)$$

W szczególności dla punktu położonego w wierzchołku kwadratu eksploatacji otrzymamy równanie

$$w(P) = a \cdot g \frac{\int_0^\eta d\eta \int_0^\xi e^{-\varrho^b} d\xi}{4 \int_0^\infty d\eta \int_0^\infty e^{-\varrho^b} d\xi} \quad (12)$$

Zauważmy, że według zasady superpozycji osiadanie dowolnie położonego punktu pod wpływem prostokątnej eksploatacji może być otrzymane przez utworzenie algebraicznej sumy osiadania 4 punktów położonych w wierzchołkach 4 eksploatacji prostokątnych, które otrzymamy prowa-

dząc przez punkt A linie równoległe do osi współrzędnych, a więc i do boków prostokąta eksploatacji P . Przecięcie tych linii z bokami prostokąta P lub ich przedłużeniami utworzy 4 prostokątne eksploatacje pomocnicze, których suma lub różnica daje prostokąt pierwotny P .

Jak z powyższego widać, wystarczy znać osiadanie punktów położonych w wierzchołkach prostokąta eksploatacji. Dlatego też obliczono tablice „ w ” do wzoru (12) dla $ag=1$ metr i dla wartości parametru b odpowiednio równych 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 2,0 oraz dla dość gęsto rozmieszczonych współrzędnych ξ , η tak, by między podanymi wartościami można było interpolować liniowo przynajmniej z dokładnością na ogół wystarczającą dla celów praktycznych.

Załączone tabele I i II podają więc wartości funkcji $w(P)$ danej wzorem (12) w promilach $a \cdot g$ dla $b=0,8$ i $b=0,9$. Wartości te nie są obliczane zupełnie ściśle, lecz drogą całkowania numerycznego z użyciem reguły Simpsona, a następnie zagęszczane za pomocą interpolacji parabolicznej. W związku z tym wartości te mogą nieznacznie różnić się od wartości obliczonych zupełnie ściśle, co nie ma zresztą znaczenia dla zastosowań praktycznych teorii osiadania.

Obliczenie osiadania dla eksploatacji o rzucie poziomym prostokątnym ma dla celów praktycznych duże znaczenie dlatego, że rzeczywiste eksploatacje są bardzo często złożone z takich prostokątów eksploatacyjnych. Prócz tego można za pomocą tabel obliczać w sposób przybliżony, ale wystarczająco dokładny zarówno nachylenie niecki osiadania, jak i krzywiznę jej profilu, co w wielu przypadkach jest wymagane dla określenia szkodliwości eksploatacji dla obiektów. Wykonujemy to przez obliczenie osiadania kilku blisko położonych punktów.

Niezależnie od powyższego sposobu obliczania osiadania za pomocą tabel I—II można też obliczać osiadania dla eksploatacji o kształcie koła lub mówiąc ogólniej dla wycinka pierścienia kołowego.

Sposób ten ze stanowiska matematyki jest nawet bardziej naturalny, albowiem przez użycie współrzędnych biegunowych pozwala zamienić całkowanie podwójne na pojedyncze. Toteż w pierwszej publikacji z r. 1949 autor użył tego właśnie sposobu.

A mianowicie, jeżeli we wzorze (2) za różniczkę powierzchni dP będziemy uważali wyrażenie $2\pi r dr$, wówczas dla osiadania $w(r)$ punktu w środku koła eksploatacji o promieniu r otrzymamy wyrażenie:

$$w(r) = a \cdot g \int_0^r 2\pi \cdot f(r) dr. \quad (13)$$

Wprowadźmy oznaczenie

$$\varphi(r) = \int_0^r 2\pi f(r) dr, \quad (14)$$

Tablica I

 $b=0,8$

ξ η	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	3,0	3,5	3,6	4,0	5,0	5,4	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	15,0
0,2	3,1																								
0,4	5,6	10,5																							
0,6	7,8	14,6	20,6																						
0,8	9,6	18,2	25,7	32,2																					
1,0	11,1	21,2	30,0	37,8	44,6																				
1,2	12,4	23,7	33,8	42,6	50,4	57,3																			
1,4	13,5	25,9	37,0	46,8	55,6	63,2	70,0																		
1,6	14,5	27,8	39,8	50,5	60,0	68,4	75,8	82,3																	
1,8	15,3	29,4	42,2	53,6	63,8	72,9	80,9	87,9	94,0																
2,0	16,0	30,9	44,3	56,4	67,2	76,9	85,4	93,0	99,5	105,4															
2,2	16,6	32,1	46,2	58,9	70,2	80,4	89,5	97,4	104,4	110,8	116,4														
2,4	17,2	33,2	47,8	61,0	72,9	83,6	93,0	101,4	108,8	115,5	121,5	126,8													
3,0	18,5	35,8	51,7	66,1	79,1	90,9	101,4	110,8	119,1	126,6	133,4	139,5	154,1												
3,5	19,2	37,2	53,8	68,9	82,6	95,0	106,2	116,2	125,0	133,0	140,3	146,9	162,8	172,3											
3,6	19,3	37,5	54,1	69,4	83,2	95,7	107,0	117,0	126,0	134,1	141,5	148,1	164,2	173,9	175,5										
4,0	19,7	38,2	55,2	70,8	85,0	97,9	109,5	119,9	129,2	137,6	145,3	152,2	169,1	179,3	181,0	186,9									
5,0	20,3	39,5	57,2	73,4	88,2	101,7	113,9	124,9	134,8	143,7	151,9	159,4	177,6	188,8	190,7	197,2	208,8								
5,4	20,6	40,1	58,0	74,5	89,5	103,2	115,6	126,8	136,9	146,0	154,4	161,9	180,5	191,9	193,9	200,5	212,4	216,2							
6,0	20,7	40,3	58,4	75,0	90,2	104,0	116,6	127,9	138,0	147,3	155,7	163,4	182,3	193,9	195,9	202,7	214,9	218,8	221,5						
7,0	21,0	40,9	59,2	76,1	91,5	105,6	118,4	130,0	140,4	149,9	158,5	166,4	185,9	198,0	200,0	207,2	220,0	224,0	226,9	232,8					
8,0	21,2	41,2	59,7	76,7	92,3	106,5	119,5	131,2	141,7	151,3	160,1	168,1	187,9	200,3	202,4	209,7	222,8	227,0	230,0	236,1	239,6				
9,0	21,2	41,4	60,0	77,1	92,7	107,1	120,1	131,9	142,5	152,2	161,1	169,1	189,2	201,7	203,8	211,2	224,6	228,9	232,0	238,2	241,7	244,0			
10,0	21,3	41,4	60,1	77,2	93,0	107,3	120,4	132,2	142,9	152,6	161,5	169,6	189,8	202,4	204,5	212,0	225,5	229,9	233,0	239,3	242,9	245,2	246,5		
11,0	21,3	41,5	60,1	77,3	93,0	107,4	120,5	132,3	143,0	152,8	161,7	169,8	190,0	202,6	204,8	212,3	225,9	230,2	233,4	239,7	243,4	245,7	247,0	247,6	
15,0	21,4	41,6	60,2	77,4	93,2	107,6	120,7	132,6	143,3	153,1	162,1	170,2	190,5	203,2	205,4	213,0	226,7	231,1	234,3	240,7	244,5	246,8	248,2	248,8	250,0

$b=0,9$

Tablica II

$\eta \backslash \xi$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	3,0	3,5	4	5	6	7	10	15
0,2	4,3																			
0,4	7,8	14,6																		
0,6	10,8	20,3	28,5																	
0,8	13,3	25,2	35,5	44,4																
1,0	15,4	29,3	41,4	52,0	61,0															
1,2	17,1	32,7	46,4	58,4	68,8	77,6														
1,4	18,5	35,5	50,6	63,8	75,3	85,2	93,6													
1,6	19,7	37,8	54,1	68,3	80,8	91,6	100,9	108,8												
1,8	20,6	39,7	56,9	72,1	85,4	97,0	107,0	115,6	123,0											
2,0	21,4	41,3	59,2	75,2	89,2	101,5	112,2	121,4	129,4	136,2										
2,2	22,0	42,6	61,2	77,8	92,4	105,3	116,6	126,3	134,8	142,0	148,3									
2,4	22,6	43,7	62,9	80,0	95,2	108,6	120,3	130,5	139,4	147,1	153,6	159,3								
3,0	24,3	47,0	67,6	86,0	102,3	116,8	129,4	140,6	150,2	158,6	165,9	172,2	186,8							
3,5	24,9	48,2	69,2	88,4	105,3	120,3	133,5	145,1	155,2	164,1	171,7	178,4	193,9	201,6						
4	25,4	49,2	70,6	90,3	107,6	123,0	136,7	148,7	159,2	168,4	176,4	183,3	199,5	207,6	214,1					
5	26,0	50,4	72,4	92,8	110,7	126,7	140,9	153,4	164,4	174,0	182,5	189,8	207,0	215,8	222,7	232,1				
6	26,3	51,0	73,5	94,0	112,2	128,4	142,9	155,6	166,9	176,7	185,4	192,9	210,7	219,8	227,0	236,8	241,7			
7	26,4	51,2	73,9	94,3	112,6	128,9	143,4	156,2	167,6	177,5	186,2	193,8	211,8	221,0	228,4	238,4	243,4	245,2		
10	26,5	51,4	74,2	94,7	113,1	129,5	144,1	157,0	168,4	178,4	187,2	194,9	213,1	222,5	230,0	240,2	245,4	247,2	249,3	
15	26,5	51,4	74,2	94,7	113,1	129,6	144,2	157,1	168,5	178,5	187,3	195,0	213,2	222,6	230,2	240,4	245,6	247,5	249,7	250,0

wówczas wzór (13) przejdzie we wzór

$$w(r) = a \cdot g \cdot \varphi(r). \quad (15)$$

Jeżeli pytamy o osiadanie $w(r_1, r_2)$ punktu położonego w środku pierścienia kołowego eksploatacji, zawartego między promieniami r_1 i r_2 , wówczas z prawa superpozycji i wzoru (15) wynika związek

$$w(r_1, r_2) = a \cdot g \cdot [\varphi(r_2) - \varphi(r_1)]. \quad (16)$$

Dla wycinka pierścienia kołowego o kącie środkowym α° wynika w podobny sposób związek

$$w = \frac{a \cdot g \cdot \alpha^\circ}{360^\circ} [\varphi(r_2) - \varphi(r_1)]. \quad (17)$$

Wzory 13—17 mają o tyle ogólniejsze znaczenie niż wzory (6), (7), (11), (12), że odnoszą się do dowolnej funkcji oddziaływania $f(r)$, a więc niekoniecznie danej równaniami (5) i (5a). Krzywe $f(r)$ i $\varphi(r)$, można bowiem wykreślać również wprost z danych empirycznych, co pozwala stosować interpolację graficzną, a po uzyskaniu ich wykresów można już z łatwością wyznaczyć parametry b i r_0 .

Przy tworzeniu wykresu w sposób empiryczny należy pamiętać, że z wzoru (15) wynika związek

$$\varphi(\infty) = 1. \quad (18)$$

Związek (18) jest ważnym związkiem kontrolnym. Opiera się on na założeniu, że objętość niecki osiadania jest taka sama bez względu na to, czy jest to niecka na powierzchni, czy wewnątrz górotworu w dowolnej odległości pionowej od eksploatacji.

Wartości $\varphi(\varrho)$ obliczono za pomocą rozwinięcia na szereg całki z wzoru (14) dla

$$\varrho = \frac{r}{r_0} = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{r_0} \quad \text{oraz} \quad f(r_0 \cdot \varrho) = \frac{e^{-\varrho^b}}{r_0^2 \int_0^\infty 2\varrho\pi e^{-\varrho^b} d\varrho}, \quad (19)$$

czyli całki

$$\varphi(\varrho) = \frac{\int_0^\varrho 2\varrho\pi e^{-\varrho^b} d\varrho}{\int_0^\infty 2\varrho\pi e^{-\varrho^b} d\varrho}. \quad (19a)$$

Szczegóły obliczeń będą podane w następnej publikacji.

III. Przemieszczenia punktów i odkształcenia właściwe górotworu

Wyniki poziomych przemieszczeń punktów pod wpływem eksploatacji poziomego pokładu pouczają, że następuje poziome przesunięcie punktów położonych na zewnątrz od rzutu pola eksploатовanego ku temu rzutowi, mniej więcej ku środkowi ciężkości tego rzutu. Co prawda, nim dojdzie do końcowego położenia, punkt odbywa czasem nawet bardzo skomplikowaną drogę. Wygląda to tak, jakby poszczególne partie eksploатовane „ciągnęły” ku sobie punkty powierzchni (a więc zapewne i punkty górotworu pod powierzchnią ziemi). Potwierdza to całkowity, statystyczny charakter mierzonych przez nas przesunięć ostatecznych. Niewątpliwie wpływ deformacji poszczególnych elementów górotworu, wskutek kontaktu ze sobą tych elementów, sumuje się dając w efekcie poważne przesunięcia końcowe poszczególnych punktów górotworu.

By zdać sobie najlepiej sprawę z przebiegu zjawiska, najlepiej jest obrać punkt A położony z dala od eksploatacji (teoretycznie nieskończenie odległej), który można uważać za nieruchomy. Począwszy od tego punktu A poruszamy się ku środkowi ciężkości rzutu pola eksploатовanego wzdłuż pewnej drogi. Niech w odległości x od punktu A przesunięcie punktu B pod wpływem danej eksploatacji w kierunku odbywanej drogi wynosi p_x , a odkształcenie właściwe ε_x . Zachodzi związek

$$p_x \stackrel{\text{def}}{=} \int_0^x \varepsilon_t dt. \quad (20)$$

Można też związek (20) podać ogólniej. Jeżeli dla odległości x_1 od punktu A przesunięcie poziome w kierunku danej linii wynosi p_1 , a dla odległości x_2 wynosi p_2 , wówczas zachodzi związek

$$p_2 - p_1 = \int_{x_1}^{x_2} \varepsilon_t dt. \quad (21)$$

Równanie (21) podaje nam składową przyrostu przesunięcia wzdłuż pewnej linii. Linia tą może być w szczególności oś współrzędnych.

Znajomość składowych przesunięcia punktu B w kierunku trzech osi współrzędnych pozwoli odpowiedzieć na pytanie, jaki jest wektor przesunięcia punktu B w przestrzeni. Z tego wynika, że znając odkształcenia właściwe w każdym punkcie górotworu i to w kierunku trzech osi współrzędnych możemy obliczyć w każdym punkcie wektor przemieszczenia tego punktu pod wpływem danych odkształceń.

Pomiędzy odkształceniami właściwymi w kierunku trzech osi współrzędnych prostokątnych ε_x , ε_y , ε_z , a zmianą ΔV objętości V elementu górotworu istnieje związek [1]

$$\frac{\Delta V}{V} = \varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z. \quad (22)$$

W szczególności, jeżeli objętość elementu nie ulega zmianie, wówczas zachodzi związek

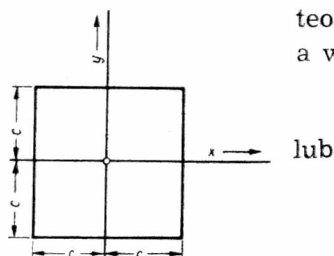
$$\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z = 0. \quad (23)$$

Ponieważ z badań autora wynika, że wbrew dotychczasowym poglądom zmiana objętości niecki eksploatacyjnej w górotworze albo w ogóle nie występuje, albo jest bardzo nieznaczna, więc równanie (23) powinno być spełnione z dużą dokładnością. Jest to o tyle korzystne, że za pomocą równania (23) można obliczyć odkształcenie właściwe w kierunku jednej osi, jeżeli znamy odkształcenie w kierunku dwóch osi układu.

W pewnych przypadkach możemy ustalić związek między odkształceniami w kierunku dwóch osi, sprowadzając całe zagadnienie odkształceń do jednej niewiadomej. I tak dla nieskończonego frontu eksploatacji, skierowując oś y w kierunku równoległym do tego frontu należy przyjąć, że

$$\varepsilon_y = 0, \quad \text{a więc} \quad \varepsilon_x = -\varepsilon_z. \quad (24)$$

Drugi ważny przypadek szczególny otrzymamy dla eksploatacji o kształcie kwadratu o boku, który oznaczamy przez $2c$ (rys. 1). Odkształcenia właściwe w kierunku osi x i y powinny teoretycznie być sobie równe z powodu symetrii, a więc zachodzą równania



Rys. 1

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= \varepsilon_y, \\ \varepsilon_z &= -2\varepsilon_x, \\ \varepsilon_x &= -\frac{\varepsilon_z}{2}. \end{aligned} \quad (25)$$

Porównując równanie (24) i (25) dla dwóch skrajnych przypadków prostokątnej eksploatacji widzimy, że odkształcenia w środku eksploatacji prostokątnej będą przypuszczalnie zawarte między ε_z a $\frac{\varepsilon_z}{2}$.

A więc ε_z będzie górną granicą odkształceń w środku prostokątnej eksploatacji. Podobny związek (25) powinien również zachodzić dla eksploatacji kołowej o promieniu r , przy czym układ osi może być w tym przypadku wybrany dowolnie.

Powstaje teraz pytanie, jak obliczyć wielkości odkształceń pionowych ε_z , które są kluczowymi wielkościami potrzebnymi do obliczenia odkształceń poziomych ε_x i ε_y , a prócz tego pozwolą zorientować się w przesunięciach punktów wewnątrz górotworu, a więc także w szybach kopalnianych.

Teoria ruchów pionowych zawarta we wzorze (6) została sprawdzona w bardzo wielu przypadkach, ale sprawdzona została tylko dla powierzchni. Jakie są dane na to, że można ją stosować również do ruchów pod powierzchnią ziemi?

Otóż konieczne jest do tego, by ruchy terenu można było uważać za zjawisko statystyczne. Wielką ilość wzajemnie krzyżujących się i nakładających się na siebie wpływów pozwala nie rozpatrywać każdego wpływu eksploatacji indywidualnie, lecz traktować ich sumę, czyli — matematycznie teoretyzując — ich całość. Zupełnie podobnie, jak prawa dotyczące gazów nie zajmują się pojedynczą drobiną gazu i jej indywidualnym losem, lecz statystycznym, przeciętnym wynikiem ich wspólnego oddziaływania.

Z tego wynika, że jeśli chodzi o eksploatację, musimy się znaleźć dostatecznie wysoko ponad strefą nieciągłych zjawisk, a więc zapadlisk, pęknięć o większych rozmiarach itp. Jaka ma być ta minimalna odległość, wyprowadzimy w przyszłości empirycznie przez porównywanie wyników teorii z pomierzonymi ruchami podziemnymi. Tylko taka stała konfrontacja pozwoli nam wyrobić sąd o stopniu zgodności teorii z rzeczywistością i głębokości pod powierzchnią ziemi, albo też wysokości powyżej eksploatacji, dla których zgodność ta jest na ogół wystarczająca.

Jeżeli przyjmiemy, że znajdujemy się w strefie górotworu, do której prawa statystyki stosują się z wystarczającą dokładnością, to wolno przyjąć, że równanie (6) będzie się sprawdzać również w całej tej partii górotworu z wystarczającą dokładnością.

Twierdzenie takie oparte jest na dwóch przesłankach. Po pierwsze: równanie (6) zostało zbadane wprawdzie tylko dla powierzchni, ale dla bardzo znacznej rozpiętości w głębokościach eksploatacji, a to począwszy od 40 metrów, a skończywszy na 560 metrach. Prócz tego przebadano przypadki różnej kombinacji przekrojów geologicznych w nadkładzie odbudowywanego pokładu, od miękkich ilów aż do grubych piaskowców o bardzo wielkiej spoistości, wytrzymałości i sprężystości, poprzez różnorakie przypadki pośrednie. Prócz tego były przypadki, gdzie np. formacja karbońska wychodziła na samą powierzchnię, aż do przypadków, gdzie nakład młodszych formacji wynosił 50—100% przekroju górotworu. Parametry b i r_0 przybierały w tych przypadkach najrozmaitsze wartości, ale równanie (6) było zawsze i to często zdumiewająco dobrze zgodne z rzeczywistymi ruchami.

Co więcej, okazuje się przynajmniej na podstawie dotychczasowych materiałów, że parametry b i r_0 wykazują pewne niezwykle prawidłowości. A mianowicie parametr r_0 okazuje się stały przy porównywaniu przypadków eksploatacji na tym samym terenie, o ile tylko przekrój górotworu wykazuje pewną jednorodność, a więc np. gdy formacja węglowa dochodzi do samej powierzchni, a oprócz tego jest ona mniej więcej równomiernym przekładaniem łupków i piaskowców produktywnego karbonu. Natomiast dla różnych terenów parametr ten zmienia się w sposób bardzo prawidłowy i logiczny. Dla łańcuch np. wypadła jego wielkość 10 metrów, dla przeciętnego karbonu składającego się z łupków i piaskowców 50 metrów. Dla podobnego składu karbonu, ale przy 50% nadkładzie młodszych formacji wypadł on dla pewnej kopalni tylko 32 metry.

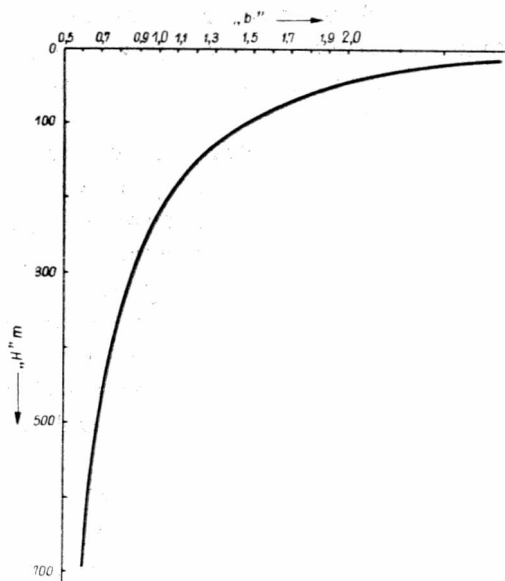
Zauważmy, że średnia 10 i 50 metrów wynosi 30 metrów, a więc wartość wyraźnie zgodną z otrzymaną wartością 32 metrów. Przy przewadze piaskowców otrzymano $r_0 = 65$ metrów, a w pewnym skrajnym przypadku 40-metrowej płyty niezwykle silnego piaskowca nawet 176 metrów.

Jak dotąd nie otrzymano odchyłki od tego niezwykle konsekwentnego obrazu, który zdaje się wskazywać na to, że parametr r_0 ma tylko związek z przekrojem warstw nadkładowych, nie ma natomiast wyraźnego związku z głębokością, przynajmniej jeżeli warstwy nadkładowe są jednorodne. O ile bowiem dedukcja w tym przypadku nie myli, to należałoby konsekwentnie wnioskować, że przy obecności nadkładu młodszych luźnych formacji r_0 będzie tym mniejsze, im większy jest procent tych młodszych formacji w ogólnym przekroju górotworu.

A więc np. przy nachylonych pokładach i w obecności grubego nadkładu r_0 powinno maleć w miarę zbliżania się eksploatacji do wychodni pokładu.

Wniosek taki został zbadany w pewnej, nie ogłoszonej jeszcze pracy badawczej na Górnym Śląsku i to z dodatnim wynikiem. Istotnie najlepszą zgodność teorii z rzeczywiście obserwowaną niekiedy otrzymano tam

Tablica III



przyjmując taką właśnie zmianę parametru r_0 (tzn. zmniejszanie się ku wychodni pokładu).

Drugi parametr b wykazuje natomiast stale dość wyraźny związek z głębokością. Na tab. III pokazano jego hipotetyczny przebieg jako funkcji głębokości eksploatacji przeinterpolowany z 16 znanych autorowi niecek. Zwłaszcza w skrajnych przypadkach, małej i dużej głębokości, związek ten zaznacza się dość wyraźnie.

I tak w pewnym przypadku, dla głębokości 40 metrów eksploatacji, parametr ten wyniósł 2, a w innym miejscu dla głębokości 400 metrów tylko 0,6. W innych przypadkach pośrednich przybiera on również wartości pośrednie. Istnieją co prawda też pewne odchyłki od krzywej interpolacyjnej. W skrajnym przypadku dla kopalni N., dla której $r_0 = 65$ m, różnica ta wypada 0,25. Jednakże i w tym przypadku otrzymaliśmy niewiele gorszą zgodność osiadania z teorią, gdybyśmy parametr b przyjęli według krzywej z tab. III, a natomiast przy tym przymusowym założeniu obliczyli drugi parametr r_0 . Wówczas r_0 wypadłoby wprawdzie większe od 65 metrów, ale to można nawet uważać za korzystne dla teorii zgodnie z faktem, iż formacja węglowa wykazuje na tej kopalni przewagę piaskowców nad łupkami, a więc wielkość 65 metrów dla r_0 wydaje się być zbyt mała.

Tak więc na podstawie dotychczasowego materiału pomiarowego wytworzyliśmy sobie dość jasny obraz wpływu eksploatacji na powierzchnię. Z obrazu tego wynika, że równanie (6) spełnia bardzo dobrze rolę opisu zjawiska. Niewątpliwie zgodność ta jest wynikiem statystycznego charakteru nakładania się wpływów eksploatacji. A więc z tego wynika, że i pod powierzchnią zgodność ta powinna zachodzić wszędzie tam, gdzie można zastosować statystyczne metody opisu zjawiska wpływów eksploatacji.

Drugą przyczyną dla której wolno przypuścić, że równanie (6) opisze również pod powierzchnią ziemi zjawisko ruchów górotworu wystarczająco dokładnie dla celów praktycznych, jeżeli tylko zjawisko ma charakter statystyczny, jest niezwykła elastyczność tego równania, przy czym posiada ono potrzebną własność asymptotycznego zanikania wpływów eksploatacji, co musimy logicznie założyć, nawet gdyby w pewnych sporadycznych przypadkach zachodziło coś przeciwnego, tzn. gdyby punkt dalszy od eksploatacji wykazał większe osiadanie niż punkt bliższy.

Niezwykła elastyczność wzoru (6) wynika z obecności w nim 3 parametrów a, b, r_0 , które odpowiednio do wyników pomiarów można tak dobrać, by krzywa interpolacyjna przeszła przez 3 żądane punkty. Spełnienie zaś tego warunku przy innych wymienionych wyżej walorach krzywej oddziaływania $f(r)$ wystarcza do uzyskania zgodności wystarczającej dla celów praktycznych.

Opierając się na powyższych danych doświadczalnych i rozumowych przyjmijmy, że w pewnym obszarze pod powierzchnią ziemi pionowe ruchy górotworu dadzą się ująć za pomocą równania (6). Tylko że wówczas parametry b i r_0 będą stałe, ale dla pewnej stałej wysokości Z nad eksploatacją. Oznaczmy je więc za pomocą symbolu $b(Z)$ i $r_0(Z)$. Gdy Z staje się równe głębokości eksploatacji, zaznaczmy to za pomocą litery H . A więc $b(H)$ i $r_0(H)$ będzie odpowiadało dotychczas przez nas stosowanym oznaczeniom b i r_0 dla powierzchni, gdy głębokość eksploatacji wynosi H . Jednakże symbol $b(H)$ oznacza już nie funkcję, lecz wartość funkcji $b(Z)$ dla $Z = H$, gdzie $H = \text{constans}$. Natomiast przedstawiony na tab. III wykres b jako funkcja głębokości eksploatacji dla powierzchni oznacza inną funkcję, co odróżniliśmy symbolem $b[H]$. Inna rzecz, że dla każdego konkretnego H zachodzi z definicji

$$b[H] = b(H).$$

Z powyższego wynika, że mając pewną głębokość eksploatacji H możemy z wykresu III odczytać $b[H]$, a więc i $b(H)$. Otrzymamy w ten sposób jeden punkt wykresu $b(Z)$ dla $Z = H$. Ale dalszy przebieg wykresu $b(Z)$ nie będzie już odpowiadał wykresowi $b[H]$. Okazało się bowiem, że zmiana parametru b w pobliżu powierzchni terenu w funkcji $b(Z)$ odbywa się prawdopodobnie szybciej niż w wykresie $b[H]$.

Jeżeli przyjmiemy, że osiadanie $w(Z)$ w dowolnej wysokości Z powyżej eksploatacji da się przedstawić z wystarczającą dla praktyki dokładnością za pomocą funkcji (6) przy dobraniu parametrów $b = b(Z)$ i $r_0 = r_0(Z)$, wówczas przyjmujemy, że dla pewnego konkretnego pola eksploatacji P osiadanie $w(Z)$ w pewnym pionie jest tylko funkcją 2 zmiennych $b(Z)$ i $r_0(Z)$. Zamiast więc $w(Z)$ możemy też napisać $w[b(Z), r_0(Z)]$, a więc $w(Z)$ możemy uważać za funkcję złożoną zmiennej Z .

Po tym wstępie możemy już przystąpić do znalezienia wyrażenia na odkształcenie ε_z nie tylko dla powierzchni, ale i wewnątrz górotworu, wyrażenia wyprowadzonego konsekwentnie z własnej teorii. Zachodzi bowiem

$$\varepsilon_z \stackrel{\text{def}}{=} \frac{dw}{dz},$$

a więc dla $w(Z) = w[b(Z), r_0(Z)]$ będzie zachodzić

$$\varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial b} \cdot \frac{db}{dz} + \frac{\partial w}{\partial r_0} \cdot \frac{dr_0}{dz}. \quad (26)$$

Obliczenie $\frac{\partial w}{\partial b}$ i $\frac{\partial w}{\partial r_0}$ dla danych konkretnych warunków, a więc dla danego kształtu eksploatacji P i położenia jej w stosunku do badanego punktu oraz dla danych wartości parametrów a , b i r_0 może być dokonane czy to

teoretycznie, jeżeli potrafimy pokonać trudności matematyczne i obliczeniowe, czy też praktycznie za pomocą tabel. To ostatnie obliczenie, formalnie biorąc jest przybliżone, ale w gruncie rzeczy może być wykonane w sposób dowolnie przybliżony do rzeczywistości, jeżeli odpowiednio zagęścimy tabele. Co prawda przy zwiększaniu dokładności trudności obliczeniowe wzrastają niewspółmiernie, ale z drugiej strony dla konkretnych ruchów terenowych dokładność nie potrzebuje być zbyt duża. Można powiedzieć, że kilkuprocentowe błędy obliczeniowe nie mają zazwyczaj większego znaczenia.

Można powiedzieć, że zamiast $\frac{\partial w}{\partial b}$ i $\frac{\partial w}{\partial r_0}$ obliczamy zazwyczaj $\frac{\Delta w}{\Delta b}$ przy $r_0 = \text{constans}$ i $\frac{\Delta w}{\Delta r_0}$ przy $b = \text{constans}$.

Ścisłejszy sposób polega na znalezieniu kilku wartości w przy zmieniającym się b i $r_0 = \text{constans}$ i wykonaniu wykresu $w(b)$. Na wykresie tym wykreślamy styczną, która da nam możliwie ściśle $\frac{\partial w}{\partial b}$. Podobnie można obliczyć wykreślnie $\frac{\partial w}{\partial r_0}$ z wykresu $w(r_0)$.

Z powyższego widać, że dla pewnych konkretnych danych $\frac{\partial w}{\partial b}$ i $\frac{\partial w}{\partial r_0}$ są pewnymi wielkościami, które za pomocą tabel możemy obliczyć. A więc dla obliczenia ε_z trzeba tylko znać $\frac{\partial b}{\partial Z}$ i $\frac{\partial r_0}{\partial Z}$. Są to więc 2 stałe dla każdej konkretnej wartości Z .

Możemy to wyrazić kładąc

$$\frac{db}{dz} = C(z), \quad \frac{dr_0}{dz} = C_1(z), \quad (27)$$

wówczas równanie (26) przejdzie w równanie

$$\varepsilon_z = C(z) \frac{\partial w}{\partial b} + C_1(z) \frac{\partial w}{\partial r_0}. \quad (28)$$

Z równania (28) wynika, że dla każdej konkretnej wartości $Z = \text{constans}$ potrzebne są dwie stałe $C(Z)$ i $C_1(Z)$, które pozwolą obliczyć wielkości odkształceń pionowych ε_z w jednakowej wysokości Z nad eksploatacją i to dla dowolnego kształtu eksploatacji i w dowolnym położeniu badanego punktu w stosunku do eksploatacji. W szczególności dla $Z = H$, czyli dla powierzchni, znajomość $C(H)$ i $C_1(H)$ pozwoli znaleźć odkształcenia powierzchni w kierunku pionowym ε_z , a w pewnych przypadkach również w kierunku pozostałych osi (poziomych), tzn. ε_x i ε_y , przy czym w każdym razie wiemy, że suma tych odkształceń jest równa $-\varepsilon_z$.

Zauważmy, że wykresy $C(Z) = \frac{\partial b}{\partial Z}$ i $C_1(Z) = \frac{dr_0}{dz}$ nie muszą być dla praktyki poznane ze zbyt wielką dokładnością. Znajomość kilku (np. trzech) punktów z tych wykresów na podstawie pomiarów geodezyjnych pozwoli rozwiązywać zagadnienia praktyczne z dużo większą dokładnością i pewnością, niż to uzyskiwaliśmy dotąd za pomocą dotychczasowych teorii w niewystarczający sposób opartych o doświadczenie. Toteż odchyłki między wnioskami teoretycznymi a obserwacjami były bardzo znaczne.

Przy mniej więcej jednorodnym górotworze można będzie prawdopodobnie zrobić pewne uproszczenie, które zastosowane w dwóch dotąd przebadanych przypadkach praktycznych dało dobrą zgodność między uzyskanymi wynikami teoretycznymi, a obserwacjami geodezyjnymi. Uproszczeniem tym jest założenie, że w całym górotworze lub jego części zachodzi:

$$C_1(Z) = \frac{dr_0}{dz} = 0. \quad (29)$$

Założenie (29) — tam gdzie ono będzie mogło być zastosowane — prowadzi do uproszczonego równania na odkształcenie pionowe

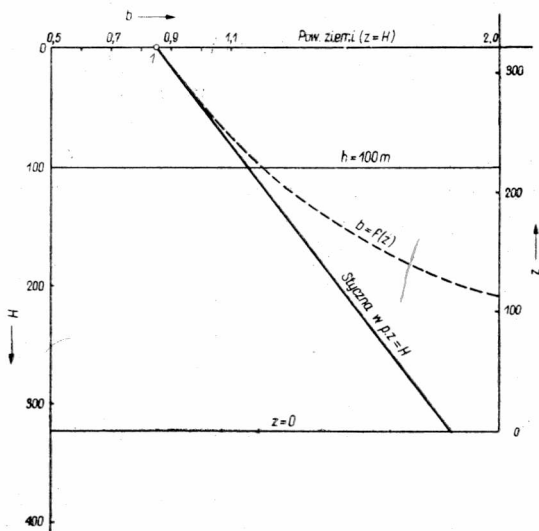
$$\varepsilon_z = C(Z) \cdot \frac{\partial w(r_0, b)}{\partial b}. \quad (30)$$

Przy stosowaniu równania (30) wystarczy znać wykres jednej tylko funkcji $b(Z)$, ponieważ z wykresu tego można odczytać wartość pochodnej

$$\frac{db}{dZ} = C(Z)$$

dla każdej wartości Z z przedziału $0 < Z < H$, a tym samym z równania (30) obliczyć za pomocą tabel odkształcenie pionowe ε_z w każdym punkcie górotworu i dla niemal dowolnego kształtu eksploatacji.

Tablica IV



Już obecnie możemy coś powiedzieć o przebiegu funkcji $b(Z)$. W całym szeregu przypadków znamy jeden punkt tego wykresu, a mianowicie dla powierzchni, a więc $b(H)$, a oprócz tego w tych przypadkach, w których mamy pomierzoną sumę odkształceń $\varepsilon_x - \varepsilon_y = -\varepsilon_z$ możemy obliczyć ze wzoru (30) wielkość $C(Z)$ dla $Z=H$ za pomocą równania

$$\left(\frac{db}{dZ}\right)_{Z=H} = C(H) = \frac{-(\varepsilon_x + \varepsilon_y)}{\frac{\partial w}{\partial b}}. \quad (31)$$

Równanie (31) wskazuje na to, że możemy poznać również wartość pochodnej funkcji $b(Z)$ dla $Z=H$.

Znajomość jednego punktu wykresu $b(Z)$ i wartość pochodnej w tym punkcie pozwala już przewidywać dość dobrze przebieg odkształceń na dość znaczną głębokość pod powierzchnią terenu, zwłaszcza że dane pomiarowe wskazują na pewien bardzo szczęśliwy zbieg okoliczności, a mianowicie na to, że przebieg funkcji $b(Z)$ jest zbliżony do linii prostej przynajmniej do dość znacznej głębokości poniżej powierzchni ziemi. Z powodu tej bardzo szczęśliwej okoliczności każda informacja z głębi górotworu, dotycząca przebiegu odkształceń w górotworze nad eksploatacją, a więc kształtu krzywej $b(Z)$, jest niezmiernie cenna i pozwoli daleko dokładniej rozwiązywać bardzo ważne gospodarczo zagadnienia, dotyczące eksploatacji filarów szybowych.

IV. Pomoce do obliczania odkształceń właściwych terenu

Odształcenia właściwe terenu pod wpływem eksploatacji górniczej należy uznać za najpotrzebniejszą informację dla ekspertów, którzy wyznaczają filary ochronne albo też mają zdecydować o eksploatacji górniczej. Nieścisłość w tym względzie i to zarówno w kierunku przeceniania ich wielkości, jak i niedocenywania ich może spowodować fałszywą decyzję, czy pozostawić filary ochronne, czy też zaniechać ich, jak wielkie mają być te filary i jaką zastosować eksploatację. Zbyt ostrożność jest dla gospodarki narodowej prawie równie szkodliwa jak zbyt mała ostrożność, gdyż powoduje niepotrzebne nakłady kapitałowe lub stratę substancji przez niepotrzebne zastosowanie eksploatacji częściowej, np. pięćdziesięcioprocentowej. Dlatego nasze informacje co do odkształceń właściwych powinny być jak najwierniejsze.

Na tablicy V podano odkształcenia właściwe ε_z w środku kwadratu eksploatacji oraz dla nieskończonego frontu eksploatacyjnego, obliczone w tysięcznych maksymalnego odkształcenia według teorii nakreślonej w poprzednim rozdziale za pomocą tabel analogicznych do tabel I i II.

Odształcenia właściwe pionowe ε_z w promilach maksymalnego odkształcenia właściwego ε_m dla eksploatacji kwadratowej $2c/2c$ i dla nieskończonego pasa eksploatacji $2c/\infty$

b	kształt ekspl.	$c/r_0=0,6$	1,0	1,5	2	3	4	5	5,7	6	7	9	11	13	15	25				
0,65	2c/2c z tablic	$\varepsilon_z : \varepsilon_m=105$	238	404	556	787	928	979	1000	995	952	845	712	577	452	150				
	2c/2c z wzoru		251	418	569	797	931	991	1000	997	968	854	713	578	459	129				
0,65	2c/∞	$\varepsilon_z : \varepsilon_m=270$	414	549	647	762	787	760	—	725	663	543	434	335	254	79				
		$c/r_0=0,6$	1,0	1,4	2	3	3,7	4	5	6	7	8	9	10	11	15				
0,75	2c/2c z tablic	$\varepsilon_z : \varepsilon_m=175$	368	553	768	978	1000	987	922	762	690	582	479	388	308	124				
	2c/2c z wzoru	254	387	569	783	969	1000	995	929	819	697	579	472	382	303	116				
0,75	2c/∞	$\varepsilon_z : \varepsilon_m=354$	524	641	736	766		706	617	484	418	340	273	217	169	65		6	7	10
		$c/r_0=0,4$	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,4	2,76	3	3,5	4	5				
0,85	2c/2c z tablic	$\varepsilon_z : \varepsilon_m=124$	240	370	497	614	714	800	875	929	982	1000	988	885	822	704	610	376	85	
	2c/2c _w z wzoru	162	319		517	629	727	809	875	926	986	1000	993	946	872	691		369		
0,85	2c/∞	$\varepsilon_z : \varepsilon_m=298$	422	522	601	664	709	740	761	768	749		686	586	520	414	341	205	46	
		$c/r_0=0,4$	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,26	2,4	3	3,5	4	5	6	7		
0,95	2c/2c z tablic	$\varepsilon_z : \varepsilon_m=144$	288	436	579	705	812	893	948	982	1000	993	889	838	708	413	218	148		
	2c/2c z wzoru	175	333	488	633	749	845	918	966	990	1000	993	900	783	645	423	257	145		
0,95	2c/∞	$\varepsilon_z : \varepsilon_m=321$	450	557	638	690	723	734	731	723		675	561	498	402	225	114	78		
Wartość $c_m/r_0=(2/b)^{1/b}$																				
b=0,5		0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	1	2									
$c_m/r_0=16$		10,5	7,5	5,6	4,5	3,7	3,15	2,74	2,43	2	1									

Jeżeli chodzi o maksymalne odkształcenie pionowe, które oznaczmy symbolem $(\varepsilon_m)_z$ lub krótko ε_m , to znaleziono dla niego wyrażenie empiryczne, które można uważać jako tymczasową hipotezę roboczą, w postaci wzoru

$$(\varepsilon_m)_z = \varepsilon_m = \frac{680}{C_m} a \cdot g, \quad (32)$$

gdzie C_m jest połową boku kwadratu eksploatacji, przy którym występuje odkształcenie maksymalne ε_m .

Należy jednak zaznaczyć, że wzór (32) nie jest jeszcze dostatecznie zbadany doświadczalnie, w szczególności nie jest jeszcze pewne, czy istotnie istnieje odwrotna proporcjonalność między ε_m , a C_m .

Niezależnie od wzoru (32) udało się znaleźć wzór, który prawie dokładnie pokrywa się z wynikami uzyskiwanymi za pomocą wzoru (30), jakkolwiek stosuje się tylko do odkształceń w środku eksploatacji o kształcie kwadratu. Wzór ten ma postać

$$(\varepsilon_z)_c = \varepsilon_m \cdot \left(\frac{c}{C_m} \right)^2 e^{2/b - c^b}, \quad (33)$$

gdzie $(\varepsilon_z)_c$ jest odkształceniem pionowym w środku kwadratu eksploatacji o boku $2c$. Maksimum osiąga ono dla

$$c = C_m = \left(\frac{2}{b} \right)^{1/b}. \quad (34)$$

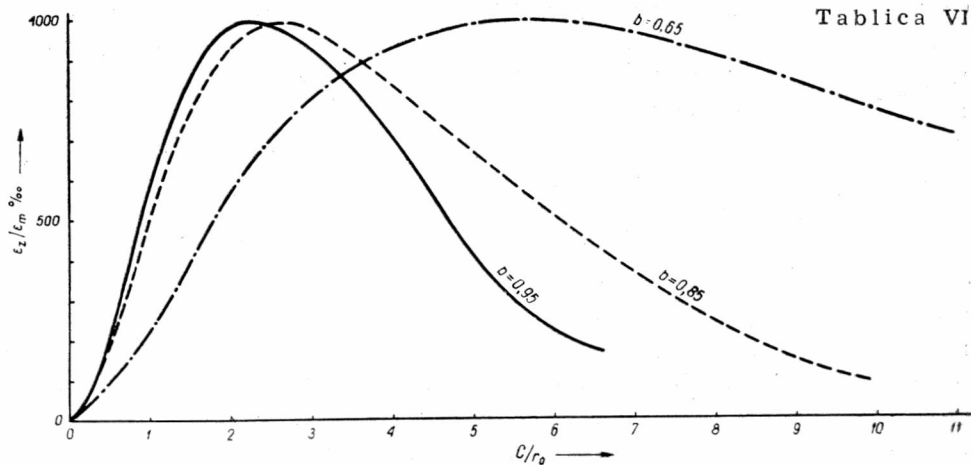
Na tablicy V obliczono $(\varepsilon_z)_c$ w promillach ε_m zarówno za pomocą wzoru (33), jak i wprost z tablic wzorem (30). Wyniki obu obliczeń, jak widać z zestawienia, są bardzo zbliżone do siebie. Większe różnice zachodzą jedynie dla mało ważnego przypadku bardzo małych eksploatacji.

Korzyść płynąca z wzoru (33) polega na tym, że mamy wyrażenie algebraiczne na odkształcenia dla ważnego przypadku kwadratowej eksploatacji. Uwalnia to nas od dość żmudnego obliczania w tym przypadku za pomocą tabel. Prócz tego możemy wykonać obliczenia dla dowolnego b , a więc nawet dla takiego, dla którego nie mamy tabel.

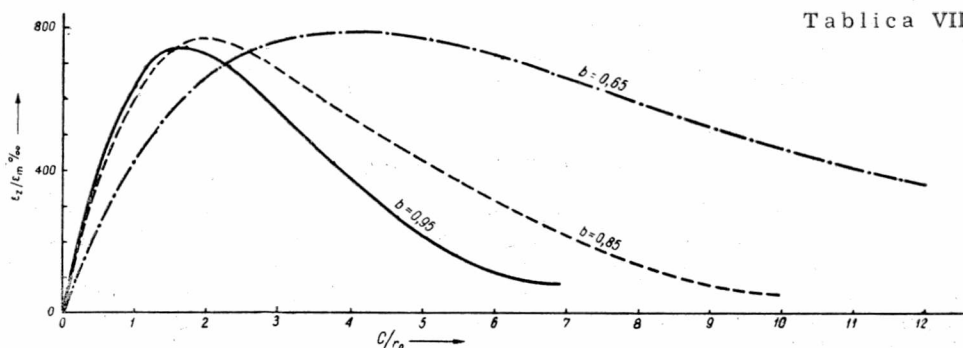
A dalej otrzymujemy proste wyrażenie (34) dla C_m , tzn. dla połowy boku kwadratu eksploatacji, przy którym następuje maksimum odkształceń właściwych (pionowych) w środku tego kwadratu. Wielkość ta ma bardzo duże znaczenie orientacyjne dla filarów ochronnych i gdyby wzór ten był dawniej znany, uniknęlibyśmy wielu błędów przy wyznaczaniu filarów ochronnych. Często bowiem filar ochronny ma wielkość zbliżoną do najbardziej niepomysłnej, powodując zamiast ochrony zniszczenie obiektu.

Na tablicach VI i VII pokazano wykresy pionowych odkształceń właściwych dla eksploatacji kwadratowej $2c/2c$, w środku tej eksploatacji oraz dla nieskończonego frontu eksploatacyjnego w odległości c od tego frontu.

Tablica VI



Tablica VII



Z wykresów tych można też odczytać wpływ różnych eksploatacji na odkształcenia właściwe, jako różnicę rzędnych z tych wykresów. Będzie to więc wpływ pewnego paska eksploatacji. Na wykresach tablicy VI widać, że wpływ takiego wąskiego paska zawartego między dwoma eksploatacjami kwadratowymi jest innego znaku, gdy obie eksploatacje są na lewo od maksimum w tych wykresach. Konkretyzując ten wynik możemy powiedzieć, że wpływ eksploatacji zawartej między kwadratami o bokach $2c_1$ i $2c_2$, gdzie $c_1 < c_2 < C_m$ wywoła pionowe odkształcenie właściwe, $\Delta \varepsilon_z = (\varepsilon_z)c_2 - (\varepsilon_z)c_1 > 0$, czyli pewne wydłużenie właściwe, natomiast dla $C_m < c_1 < c_2$ $\Delta \varepsilon_z = (\varepsilon_z)c_2 - (\varepsilon_z)c_1 < 0$, czyli pewne skrócenie właściwe. Odwrotnie natomiast, dla poziomych odkształceń

$$\varepsilon_x = -\frac{\varepsilon_z}{2},$$

otrzymamy na lewo od C_m skrócenia właściwe, a na prawo od C_m wydłużenia.

Z powyższego widać, że wielkość C_m posiada ważne znaczenie rozdzielcze. Eksploatacja w odległości mniejszej od C_m wywołuje (w poziomie) na ogół odkształcenia (a więc i naprężenia) ściskające, a w odległości większej od C_m naprężenia rozciągające. Uwaga ta wskazuje na możliwość prowadzenia odpowiedniej planowej gospodarki przy eksploatacji, by uczynić wpływ eksploatacji na cenny obiekt jak najmniejszy.

Można zarzucić dotychczasowym naszym wywodom, że oparte są one na uproszczonej teorii i mogą przeto znacznie odbiegać od rzeczywistości. Zarzut ten tylko częściowo może być słuszny.

Niewątpliwie bowiem krzywa odkształceń jako funkcja boku kwadratu eksploatacji, zaczynając się od zera i kończąc się na zerze, posiada pewne maksimum. Teoria może tylko mylić się co do miejsca tego maksimum i co do jego wielkości. Ale właśnie pomiary służyć powinny do tego, by ustalić ewentualną poprawkę do teorii albo potwierdzić ją w całej rozciągłości, oraz wyjaśnić, kiedy można używać równania uproszczonego, a kiedy pełnego równania odkształceń (28). Szczegółowe, dokładne, a zwłaszcza celowo przeprowadzone pomiary odkształceń są konieczne, by w tych niezmiernie ważnych gospodarczo i naukowo kwestiach wypowiedzieć ostatnie słowo.

V. Przykład liczbowy

W obecnej publikacji ze względu na jej ograniczoną objętość nie możemy podać wszystkich danych i obliczeń, które w rzeczywistości wykonano dla skontrolowania teorii oraz pomiarów, które kontrolowały te obliczenia. Łącznie z mapami i zestawieniami pomiarów dałoby to publikację o objętości kilkuset stron. Nawet jeden przykład całkowity byłby trudny do przedstawienia. Wobec tego podamy, i to częściowo jeden tylko przykład i przeprowadzimy na nim obliczenie parametrów a , b , r_0 , a następnie osiadania, odkształceń właściwych i porównania ich z rzeczywistymi wykonanymi pomiarami.

Przykład, który poniżej opiszemy, wybrano dlatego, że wykonano tu pomiary osiadania i pomiary odkształceń, i to w 2 prostopadłych do siebie kierunkach. Pomiarów wykonano dużo i stosunkowo dokładnie. Istnieje więc wyjątkowa okazja, w stosunku do przeciętnych pomiarów wykonywanych przez kopalnie, porównania teorii z rzeczywistymi pomiarami.

Prócz tego cenny obiekt, którym jest zabytkowy kościół, został niezwykle silnie uszkodzony przez eksploatację, mimo że eksploatowano tylko 2 cienkie pokłady i wykonano to ze szczególną pieczołowitością i zgodnie z dotychczasowymi metodami, opartymi zarówno o teorię, jak i praktykę. Jest więc ciekawe porównanie, jak wypadnie obliczenie odkształceń właściwych za pomocą przedstawionej wyżej teorii.

Pod kościołem wyeksploatowano dwa cienkie pokłady „407” i „406” na zawał. Eksploatację rozpoczęto pod kościołem i prowadzono w obie strony tak, że kościół znajdował się stale w środku nieckii eksploatacyjnej.

Warunki eksploatacji są następujące:

- 1) Pokład „407” grubość 1,5 metra, głębokość 340 metrów.
- 2) „ „ „406” „ „ 1,4 „ „ „ 296 „ „ .

Schemat wykonanej eksploatacji zamieniony dla każdego pokładu na prostokąt pokazano na tabl. VIII. Przedstawimy tu obliczenia dla punktu 15 położonego blisko centrum niecki, w pobliżu którego wykonano pomiar odkształcenia w obu prostopadłych do siebie kierunkach. Położenie punktu 15 w stosunku do wykonanych eksploatacji uwidoczniiono na tabl. VIII.

Obliczenie parametrów a , b , r_0 wykonuje się drogą kolejnych przybliżeń dla kilku punktów tak, by zachodziła zgodność osiadania pomierzonego z obliczonym. Staramy się przy tym, by już pierwsza hipoteza była najbardziej prawdopodobna na podstawie doświadczeń z innych terenów eksploatowanych.

Dla eksploatacji na zawał współczynnik a przy starannej eksploatacji wynosi około 0,8, parametr b można odczytać z krzywej $b[H]$ z tabl. III jako $b_2=0,8$ dla głębokości $H_1=340$ m i $b_2=0,87$ dla $H_2=296$ m. Ostatni wreszcie parametr r_0 wynosi przeciętnie w karbonie 50 metrów, przy czym zachodzący w tym przypadku przekrój geologiczny należy uznać właściwie za przeciętny.

Przy powyższych założeniach obliczamy jako pierwsze przybliżenie osiadanie punktu 15. Odległości od brzegów wyidealizowanego prostokąta eksploatacji wynoszą po podzieleniu przez $r_0=50$ metrów, a więc w bezwymiarowych współrzędnych:

w pokładzie 407: 2,0, 2,4, 6,8, 5,36,
 „ „ „ 406: 2,0, 2,8, 4,24, 5,04.

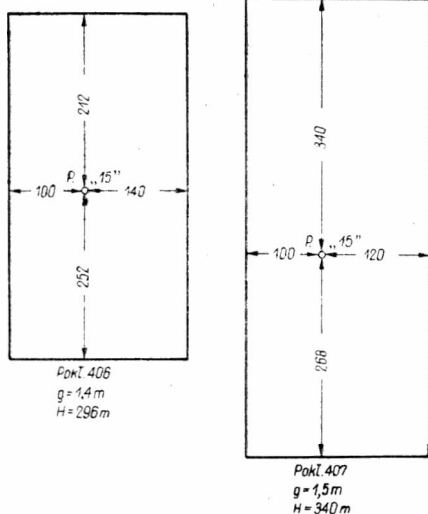
Obliczenie przeprowadzamy najpierw dla $a \cdot g = 1$ metr, przy czym ze względu na potrzebę obliczenia później odkształcenia właściwego obliczamy dla $b_1=0,8$ i $b_2=0,9$ dla obu pokładów.

Obliczenie zestawmy w tabelkę:

Pokład 407

Kształt eksploatacji	Osiadanie w mm dla $b_1=0,8$	Osiadanie w mm dla $b_2=0,9$
2,0 na 6,8	146,8	177,4
2,4 „ 6,8	165,8	193,6
2,0 „ 5,36	145,8	174,9
2,4 „ 5,36	161,7	190,9
Razem (dla $a \cdot g = 1$ metr) = 620,1		736,8
Osiadanie dla $a \cdot g = 0,8 \cdot 1,5 = 1,2$ metra:	744,1	884,2
Różnica dla $\Delta b = 0,1$:		140,1

Tablica VIII



Pokład 406

Kształt eksploatacji	Osiadanie w mm dla $b_1=0,8$	Osiadanie w mm dla $b_2=0,9$	Osiadanie w mm dla $b=0,87$
2 na 4,24	139,1	169,7	
2,8 „ 4,24	165,4	196,2	
2 „ 5,04	143,9	174,7	
2,8 „ 5,04	171,8	201,6	
Razem (dla $a \cdot g=1$ metr):	620,2	742,2	705,5
Osiadanie dla $a \cdot g=$ $=0,8 \cdot 1,4=1,12$ metra:	694,6	831,3	790,2
Różnica dla $\Delta b=0,1$		136,7	

Osiadanie punktu 15 pod wpływem obu pokładów na podstawie powyższych założeń powinno wynieść $744,1+790,2=1534,3$ milimetrów, gdy zaobserwowano faktycznie 1542 milimetry. Ze względu na mniejszą dokładność zarówno pomiaru, jak i obliczenia zgodność powyższą należy uważać za zupełną. Ponieważ podobna zgodność okazała się i na innych punktach niwelacyjnych, więc możemy przyjąć, że powyższe założenia co do wielkości parametrów a , b , i r_0 są dobre. Gdyby okazało się jednak, że faktyczne osiadanie punktu 15 jest większe od obliczonego, wówczas należałoby parametr r_0 zmniejszyć i odwrotnie. Taką zmianę r_0 wykonujemy zwykle przesadnie, by ostatecznie r_0 otrzymać przez interpolację liniową otrzymanych wyników.

Obliczenie odkształcenia właściwego w punkcie 15 w pionie otrzymamy sumując zmianę w osiadaniu punktów, gdy parametr b zmieni się o 0,1 i dzieląc tę sumę przez pewną stałą wielkość, która odpowiada mniej więcej głębokości, na której ta zmiana zachodzi.

Będzie to więc równanie analogiczne do równania (30), jeżeli zamiast pochodnych wstawimy ilorazy różnicowe dla skończonych przyrostów zmiennych, a więc równanie

$$\varepsilon_z \approx \frac{\Delta w}{\Delta b} \cdot \frac{\Delta b}{\Delta z} = \frac{\Delta w}{\Delta z}.$$

Dla $\Delta b=0,1$ jest $\Delta w=140,1+136,7=276,8$.

Zmiana $\Delta b=0,1$ dla $b=0,8$ następuje według dotychczasowych doświadczeń na głębokości 30—35 metrów pod powierzchnią ziemi.

Przyjmując $\Delta z_1=30$, $\Delta z_2=35$ obliczymy odkształcenia właściwe

$$(\varepsilon_z)_1 = \frac{276,8}{30} = 9,2 \text{ mm/mb},$$

$$(\varepsilon_z)_2 = \frac{276,8}{35} = 7,9 \text{ mm/mb}.$$

A więc według uproszczonej teorii należy się spodziewać pionowych odkształceń właściwych od 7,9—9,2 mm/mb.

Faktycznie zmierzono

$$\varepsilon_x = -4,8, \quad \varepsilon_y = -3,1,$$

a więc

$$\varepsilon_z = -(\varepsilon_x + \varepsilon_y) = 4,8 + 3,1 = 7,9 \text{ mm/mb}.$$

A więc okazuje się, że w omawianym przypadku występuje zgodność teorii z pomiarami, przy czym odkształcenia są na dolnej granicy spotykanych (zresztą nielicznych) doświadczeń. Nie można w każdym razie uważać, że zaszedł jakiś nieoczekiwany przypadek. Przeciwnie, gdybyśmy wykonywali ekspertyzę, dodalibyśmy jeszcze do obliczonego maksimum jakieś 20% dla bezpieczeństwa, czyli podalibyśmy — 11 mm/mb jako sumę prawdopodobnych odkształceń poziomych $\varepsilon_x + \varepsilon_y$.

Odształcenia powyższe z powodu wydłużonego prostokątnego charakteru eksploatacji nie rozkładają się jednakowo w kierunku obu osi, nie też dziwnego, że są miejsca, gdzie odkształcenia właściwe przekraczają 6 mm/mb. Takie odkształcenia właściwe muszą spowodować zniszczenie wysokiego i czułego obiektu, jakim jest gotycki kościół o wydłużonych ostrołukach.

Okazuje się więc, że wszystkie zaobserwowane zjawiska można było dość dokładnie przewidzieć, brak było tylko teorii, za pomocą której można było obliczenia dokonać. Faktyczną przyczyną uszkodzeń nie była w tym przypadku sama eksploatacja, ile jej zbyt nikłe wymiary zwłaszcza w kierunku wschód—zachód. Wykonanie eksploatacji w jednym pokładzie nie spowodowało jeszcze poważniejszych skutków, dopiero zsumowanie się naprężeń ściskających z obu pokładów doprowadziło do katastrofalnych uszkodzeń. Wystarczyłoby więc w międzyczasie wywołanie za pomocą innej eksploatacji wydłużeń o wymiarze kilku milimetrów na 1 metr, by kościół uchronić od poważniejszych skutków eksploatacji w pokładzie 406.

BIBLIOGRAFIA

1. Kochmański T., Wielkość osiadania terenu pod wpływem odbudowy górniczej, „Przegląd Górniczo-hutniczy“ 1931 r., listopad.
2. Keinhorst H., Bei Bodensenkungen auftretende Bodenverschiebungen und Bodenspannungen, „Glückauf“ 1928, str. 1141.
3. Keinhorst H., Betrachtungen zur Bergschädenfrage, „Glückauf“ 1934, str. 149—155.
4. Kochmański T., Przesunięcia terenu w pionie i poziomie pod wpływem odbudowy górniczej, „Hutnik“, Katowice 1949, str. 275—296.
5. Kochmański T., The Movements of the Surface of the Ground Considered as an Integral of Underground Extraction Influences, Cracovie, Académie Polonaise des Sciences et des Lettres, 1952, str. 253—267.
6. Klenczar T., Szkody górnicze, PWT, Katowice 1952.
7. Litwiniszyn J., Równanie różniczkowe przemieszczeń górotworu, „Archiwum Górnictwa i Hutnictwa“, t. 1, z. 1, Warszawa 1953.

РЕЗЮМЕ

Автор представляет историческое развитие теории интегрирования вертикальных движений земных пластов над выработками и ее конечные формулы, основанные на данную им функцию.

В последующим, полагая, что бассейн оседания не изменяет своей ёмкости при движении к поверхности земли и, что перемещения пунктов являются некоторым интегралом собственных деформации, выводит формулы собственных деформации по направлениям трех осей координат и формулы зависимости между ними в некоторых особенных случаях. После некоторых упрощений можно их считать известными для всего горообразования, если известно пове-

дение функции одной только переменной $b(Z)$ Впрочем, поведение этой функции нам уже известно в нескольких случаях поблизости поверхности земли; остается еще исследовать ее в глубине горообразования с помощью геодезических измерений, что не представляет большей трудности.

С приведенных выше рассуждений, поддержанных впрочем, результатами многих наблюдений, следуют очень важные выводы относительно проектирования защитных столбов, эксплуатации под ценными объектами а также эксплуатации крепёжных стен в шахтах.

RÉSUMÉ

L'auteur démontre le développement historique de la théorie d'intégrer des mouvements verticaux, créateurs des montagnes au-dessus du champ d'exploitation, ainsi que ses formules finales basées sur une fonction donnée.

Ensuite, prenant que le terrain d'affaissement ne change pas son volume en se rapprochant vers la surface de la terre, et que les déplacements des points constituent une intégrale des déformations particulières — l'auteur déduit les formules pour la déformation spécifique en direction vers trois axes des coordonnées ainsi que pour leurs relations entre elles mêmes dans des certains cas spéciaux.

Après une simplification on peut considérer ces formules comme bien connues dans tout le système créateur des montagnes, étant entendu que nous connaissons la formation et le développement de la fonction d'une seule variable $b(Z)$.

Le développement de cette fonction est d'ailleurs déjà connu dans les divers cas situés tout près de la surface de la terre.

Il nous reste donc seulement à étudier ce développement dans la profondeur du système créateur des montagnes à l'aide des mesurages géodésiques, ce qui ne présente pas beaucoup de difficultés.

De ces considérations, qui notamment sont confirmées par les résultats numériques des observations, ressortent les conclusions très importantes concernant l'établissement des projets des piliers de sécurité (protecteurs) à l'exploitation au-dessous des objets de valeurs et l'exploitation des piliers de puits.

Kazimierz Sawicki

O programie geodezyjnym naszej pierwszej politechniki (1825—1831)

I

Przed przystąpieniem do właściwego tematu wyjaśnię pokrótce warunki, w jakich powstawała nasza pierwsza Politechnika i jakie potrzeby techniczne kraju spowodowały jej otwarcie.

Piętnastoletni okres Królestwa (1815—1830) jest jakby zbiorowym wykładnikiem twórczej inicjatywy społeczno-państwowej polskiej w duchu na wskroś nowożytnym.

Inicjatywa ta rozwijała się wśród warunków trudnych, bywała często narażana na zwichnięcie, lecz mimo to miała zawsze wysoki polot i wedle słów prof. Askenazego była zakrojona „na miarę dziwnie realną i praktyczną, stawiając na gruncie potrzeb aktualnych i przewidując potrzeby ewolucyjne kraju oraz jego kultury nowoczesnej“.

Najbardziej aktualnym zagadnieniem gospodarczym była kwestia uprzemysłowienia kraju.

Po wojnach napoleońskich kraj wymagał poza tym odbudowy, zarówno na odcinku budownictwa ogólnego, jak i komunikacji lądowych i wodnych. Rolnictwo — tę dominantę gospodarki krajowej — również należało podciągnąć na odpowiedni poziom. Lecz gdy wszystko należało dźwigać, umacniać i odnawiać — brakowało odpowiednich do tego środków materialnych i technicznych.

A jednak po upływie trzech lat Królestwo przedstawiało już widok całkowicie odmienny: zaprowadzono ład i porządek w administracji, poczyniono kroki w celu podźwignięcia przemysłu, nie zaniedbano również i rolnictwa, a szczególniejszą troskliwością otoczono szkolnictwo.

Rozwój ten zawdzięczał kraj przede wszystkim trzem ówczesnym mężom stanu: ministrowi finansów Ksaweremu Lubeckiemu, ministrowi oświaty Stanisławowi Kostce Potockiemu, a jeżeli chodzi o szkolnictwo techniczne — Stanisławowi Staszicowi.

Staszic — umysł trzeźwy i światły, przyrodnik i geolog, (absolwent uniwersytetów w Lipsku, Getyndze i Paryżu) najbardziej doceniał wartość wykształcenia technicznego, rozumiejąc przy tym, iż jednym ze

środków, niezbędnych wówczas do realizacji aktualnych zagadnień gospodarczych, była konieczność szybkiego wytworzenia własnych kadr technicznych.

W r. 1817 dzięki zabiegom Potockiego został założony Uniwersytet Warszawski bogato jak na owe czasy uposażony, liczący w rok później 44 profesorów i około 300 słuchaczy.

Gorzej znacznie było ze szkolnictwem technicznym. Kadry inżynierów i architektów składały się z rodzimych samouków-praktyków i pewnej liczby sprowadzonych z zagranicy techników, nie posiadających najczęściej żadnych kwalifikacji naukowych.

Tworzące się Królestwo Polskie zastało budownictwo lądowe i wodne w bardzo zaniedbanym stanie. Toteż wiosną 1817 r., gdy rząd polski postanowił rozpocząć roboty w celu naprawienia dróg lądowych i wodnych łącznie z regulacją Wisły, brakowało techników. Dyrektor hydrotechniczny Lange zaproponował wówczas Komisji Oświecenia otwarcie kilkumiesięcznych kursów technicznych, ofiarując bezpłatnie swe wykłady.

Kursy te zostały otwarte przy Wydziale Prawa i Administracji Uniwersytetu w jednej z sal pałacu Kazimierzowskiego i trwały od grudnia 1816 r. do kwietnia 1817 r. Program był bardzo skromny: dwie godziny tygodniowo miernictwa i tyleż — mechaniki z hydrauliką, zastosowanych do potrzeb komunikacji lądowej i wodnej.

Z początkiem 1817 r. zorganizował Lange również szkołę kreślarską, która z czasem została przekształcona na „Biuro Topograficzne“, którego zadaniem było kreślenie map i planów.

Reskryptem namiestnika gen. Zajączka z 15 lutego 1817 r. została powołana „Rada Ogólna Budownictwa“ z jednoczesnym poleceniem zorganizowania „szkoły miernictwa, budownictwa, dróg i spławów, której uczniowie przez zimowe miesiące brać będą nauki potrzebne, a latem zdatniejsi przy robotach zostaną użyć“. Chodziło więc całkiem wyraźnie o niezwłoczne użycie sił technicznych wprost z ławy szkolnej po każdym roku studiów.

Szkoła powstała jednak dopiero w r. 1818 i to nie jako twór odrębny, lecz przy wydziale „Nauk i Sztuk Pięknych“ Uniwersytetu, jako „oddział budownictwa i miernictwa“ z tym, że słuchacze jednocześnie uczęszczali i na kursy Langego.

Z projektowanych czterech katedr technicznych obsadzono tylko dwie: budownictwa i miernictwa. W ten sposób Uniwersytet mógł kształcić w dziedzinie techniki tylko architektów i mierniczych.

Warunkiem przyjęcia było świadectwo z ukończenia „Szkoły Wydziałowej“ lub czwartej klasy Szkoły Wojewódzkiej, co było mniej więcej odpowiednikiem naszej szkoły podstawowej.

Wymagania co do kwalifikacji były więc dość niskie i w związku z tym

warunek posiadania stopnia magistra, rozciągnięty na wszystkie stanowiska rządowe w zawodzie prawniczym i lekarskim, nie obowiązywał przy obejmowaniu stanowisk architektów, inżynierów i geometrów.

Dało to fatalne wyniki, gdyż na ten oddział zapisywał się przeważnie element najmniej odpowiedni.

Niestety, nie lepsze wyniki dała założona w r. 1823 przy Uniwersytecie z inicjatywy Staszica „Szkoła Inżynierii Cywilnej“. Pomimo zaangażowania najlepszych wówczas sił, jak Corazzi (architektura), Colberg (geodezja), Garbiński (matematyka) i inni, szkoła ta jednak nie rozwinęła się.

W tym samym mniej więcej czasie Komisja Sejmowa stwierdziła znaczny deficyt budżetowy, wynikający ze złej gospodarki technicznej przy odbudowie kraju. Zarzucano mianowicie rządowi, że zmarnował miliony złotych na regulację i ubezpieczenie brzegów Wisły i innych rzek „które niby to spławnymi robiono“.

Tłumaczono to wszystko nieumiejętną organizacją prac, a przede wszystkim niskim poziomem kierownictwa i wykonawstwa technicznego.

Brak wyższej uczelni technicznej stał się coraz bardziej oczywistym; domagano się więc od rządu stanowczych w tej sprawie decyzji.

Toteż w połowie 1824 r. sprawa ta wyszła z okresu dyskusji oraz wstępnych przygotowań i przystąpiono do ułożenia projektu organizacji politechniki warszawskiej.

Zajęli się tym: z ramienia Komisji Rządowej Oświecenia — minister stanu Stanisław Staszic, 70-letni już wówczas, lecz jak zwykle nieustraszony, oraz 28-letni prof. Kajetan Garbiński, utalentowany pedagog i matematyk, który sprawę urządzenia politechniki obrał za cel swego życia.

Praca miała charakter pionierski, gdyż wyższe szkoły techniczne były jeszcze podówczas nowością nawet w krajach o znacznie bardziej rozwiniętym kapitalizmie i przemyśle.

Pierwsza z tego rodzaju uczelni — Paryska Szkoła Politechniczna, założona w r. 1798, o kursie dwuletnim, miała charakter wojskowy. Również wojskową była Szkoła Budownictwa Dróg i Mostów w Petersburgu.



Prof. Kajetan Garbiński

W Austrii pierwsza szkoła techniczna została otwarta w 1806 r. w Pradze; politechnika w Wiedniu, którą popisywał się przed Kongresem Wiedeńskim rząd austriacki, powstała w 1815 r. Pierwsza politechnika angielska powstała w r. 1820 w Glasgow, w Londynie zaś — w r. 1824, a więc prawie współcześnie z warszawską. Ze znanych niemieckich politechnik: Karlsruhe — 1825 r., Monachium — 1827 r., Drezno — 1828 r.; inne — znacznie później. Politechnika Lwowska została otwarta w r. 1844.

Do zorganizowania politechniki warszawskiej, zwanej Instytutem Politechnicznym, i nadzoru nad działalnością tego zakładu powołana została Rada Politechniczna, której przewodniczącym był Staszic.

Organizacyjnie postanowiono wzorować się na Instytucie Politechnicznym Wiedeńskim. W myśl tej koncepcji Instytut Warszawski miał mieć w pierwszym okresie organizacyjnym cztery oddziały: 1. Inżynierii Cywilnej, 2. Mechaniczny, 3. Chemiczny i 4. Handlowy.

Jednym z pierwszych i najtrudniejszych zadań było przygotowanie kadr profesorskich.

Aby temu zaradzić, nie sprowadzając cudzoziemców, Rada Politechniczna wytypowała 16 kandydatów spośród magistrów Uniwersytetu, z których 12 wysłano na studia za granicę, a 4 — na uzupełniające studia krajowe.

Ponieważ z rozpoczęciem systematycznego nauczania w Instytucie trzeba było czekać jeszcze 2—3 lata, aż powrócą z zagranicy przyszli wykładowcy, Rada opracowała projekt szkoły przygotowawczej, mającej przysposobić uczniów do nauk, jakie w Instytucie mieli później pobierać.

Nauki przyrodnicze, matematyka wyższa, mechanika, geodezja i architektura — słuchane miały być w Uniwersytecie, a języki obce, kreślenia i rysunki jak również i ćwiczenia praktyczne — w szkole przygotowawczej.

Kursy te, stanowiące już istotną część właściwego Instytutu, nazwano Szkołą Politechniczną przez pewną analogię ze szkołą politechniczną paryską.

Koncepcja szkoły przygotowawczej została zatwierdzona w grudniu 1825 r. Dyrektorem mianowany został prof. Kajetan Garbiński. Uroczyste otwarcie szkoły odbyło się 4 stycznia 1826 r. w dolnej sali pałacu Kaźmierzowskiego Uniwersytetu Warszawskiego.

W przemówieniu inauguracyjnym Staszic przestrzegał uczącą się młodzież, aby w nauce nie przestawała na samej tylko teorii, lecz stosowała swą wiedzę i umiejętności „do wynalazków i kunsztów“ na potrzeby kraju. „Uczony tylko teoretyk — mówił z właściwą mu pasją kaznodziejską Staszic — może być próżniakiem i jeszcze tylko społeczeństwa ciężarem; ten tylko uczony, który pomaga do wzrostu krajowych dóbr, będzie obywatelem użytecznym i stanie się współpracownikiem wielkiego zamiaru społecznienia się ludzi koło powszechnego dobra“.

Staszic chciał postawić politechnikę na wysokim poziomie: „Posiadający wyższą matematykę — mówił — wnijdą do sal, w których z zastosowaniem dawana im będzie architektura, geodezja i inżynieria cywilna. W półroczu letnim jedni pójdą praktycznie obeznawać się ze stawianiem



Pałac Kazimierzowski wg sztychu Jana Piwarskiego

rozmaitych domów, inni — trudnić się rozmiarami w polu; inżynierowie pracować przy drogach, rzekach, kanałach, śluzach, mostach...“.

Z uwagi na dość późne otwarcie szkoły (bo w środku roku szkolnego) uruchomiono tylko oddział inżynierski. Było to dość łatwe, ze względu na istniejącą przy Uniwersytecie Szkołę Inżynierii Cywilnej. Podzielono ją na dwie klasy, które początkowo miały ogółem 44 słuchaczy. W każdej klasie było po 46 godzin zajęć tygodniowo.

Już po dwóch latach istnienia szkoły na otwarcie roku szkolnego 1828/29 było zapisanych słuchaczy 94, w r. 1829/30 — 110, a na rok 1830/31 — 156.

Do tego czasu wróciło już ze studiów uzupełniających 8 profesorów, a wśród nich i prof. geodezji Wincenty Wrześniowski, który studiował w Paryżu.

Rok szkolny zapowiadał się jak najlepiej. W październiku 1830 r. Rada Administracyjna powzięła uchwałę, zalecającą sporządzenie w trybie

przyspieszonym odpowiedniego projektu dekretu o ustanowieniu Instytutu Politechnicznego. Chodziło tu o zalegalizowanie tylko faktycznego stanu, gdyż już od dwóch lat — wedle określenia prof. Garbińskiego — ta uczelnia techniczna „przeobraziła się we właściwy Instytut Politechniczny“.

W kilka tygodni później, po wybuchu powstania listopadowego, wszystkie zakłady naukowe przestały działać.

Słuchacze opuścili Instytut, zapisując się do wojska, a profesorów powołano na inne stanowiska.

W rok później nadszedł rozkaz z Petersburga, aby niezwłocznie zamknąć wszystkie wyższe uczelnie. Miał więc prof. Garbiński dopełnić smutnego obrządku, odczytując zgromadzonym profesorom 19 listopada 1831 r. reskrypt o zamknięciu Instytutu Politechnicznego.

II

Zagadnienia pomiarów były wówczas bardzo istotne, szczególnie w związku z szeroko zakrojoną po wojnach napoleońskich odbudową kraju, budową dróg, regulacją rzek, a przede wszystkim z uwagi na projektowane założenia katastru i hipoteki.

W związku z tym współcześnie z ustawą hipoteczną sejm uchwalił w dniu 26 kwietnia 1818 r. „prawo o normalnem rozgraniczeniu dóbr wszystkich nieruchomości, gruntowych w kraju Królestwa Polskiego“¹.

Dla tak szeroko zaplanowanych robót technicznych, związanych z odbudową kraju i założeniem katastru, konieczne było przygotowanie dobrze wyszkolonych na odpowiednim poziomie kadr geodezyjnych.

Jedna katedra miernictwa na Wydziale Inżynierii Cywilnej przy Uniwersytecie, którą od r. 1819 prowadził na zlecenie Staszica Juliusz Colberg (1776—1831)², była widać nie wystarczająca, skoro wysłano za granicę na studia geodezyjne Wincentego Wrześniowskiego, który objął katedrę geodezji w r. 1830.

Bodaj że jedynym wtedy wartościowym źródłem wiedzy mierniczej był podręcznik Ignacego Zaborowskiego „Jeometrya praktyczna“ z roku 1776³, powtórzony w nowym, uzupełnionym wydaniu w r. 1820, na skutek zarządzenia ministra oświecenia Stanisława Potockiego. I chociaż

¹ Prawo o rozgraniczeniu nie weszło w życie, gdyż było uzależnione od wprowadzenia tzw. „sądów konstytucyjnych“, opartych na zasadzie wyborczej, o które bezskutecznie toczył się spór z carem Aleksandrem I.

² Był on narodowości niemieckiej i przyjechał do Polski w roku 1808. W dobie Królestwa Polskiego naturalizował się. Nazwisko swoje pisał — Colberg, dopiero synowie: Wilhelm — inżynier, Oskar — muzyk i zbieracz pieśni ludowych oraz Antoni — malarz, pisali się — Kolberg.

³ Podręcznik miał aż pięć wydań; dwa za życia autora: w 1776 i 1792 r. i trzy pośmiertne: w 1806, 1815 i 1820 r.

książka ta miała już cechy nowoczesności, czego dowodem był decymalny system, wprowadzony do miar geometrycznych (z zachowaniem tylko staropolskich jednostek, jakimi były łokieć i pręt) i podany pierwszy raz w polskiej literaturze technicznej niwelator z lunetą, jednak od czasu Zaborowskiego geodezja zrobiła już znaczne postępy, jak to widać zresztą z „Instrukcji naukowej dla Instytutu Politechnicznego“ i szczegółowego programu nauk dla pierwszego roku studiów, opracowanych przez Radę Politechniczną.

Oto podstawowe założenia programowe wykładów miernictwa podane w tej Instrukcji:

„Sposobiący się na mierniczego powinien odbyć kurs dwuletni; nauki zaś przepisują się dla niego następujące: 1) miernictwo i niwelacja, 2) rysunek topograficzny, 3) rysunek ręczny, 4) nauki rolnicze i 5) urządzenia krajowe.

Kurs miernictwa obejmować będzie naukę o wymierzaniu ziemi tak przez sposoby geometryczne, jako też i trygonometryczne, przy użyciu wszelkiego rodzaju instrumentów najpospoliciej używanych i tych, które się większą dokładnością zalecają. Do tego wydziału należeć będzie i niwelacja, robienie planów gospodarskich i hydraulicznych, tudzież podadzą się główne zasady, na których opierać się zwykło robotę map prowincji i krajów. Z wykładem teoretycznym miernictwa połączy się obszerna praktyka mierzenia i wprawa w rysunki topograficzne, podając sposoby najlepsze rysowania map podług najlepszych wzorów francuskich i niemieckich“.

Bardziej szczegółową charakterystykę kursu miernictwa daje program na rok 1830/31, opracowany prawdopodobnie przez prof. Wrześniowskiego i przyjęty przez Radę Politechniczną.

„Miernictwo. Kurs ten w pierwszym roku szkolnym obejmować będzie sposoby rozmierzania rozległości ziemskich, oparte na wiadomościach elementarnych. Rozpocznie się od wyobrażenia i utworzenia podziałki (skali) i jej wykreślenia, mając danym stosunek miar naturalnych do długości im odpowiadających na karcie albo mapie; dalej poznają uczniowie sposoby wytknięcia linii prostej albo raczej śladu płaszczyzny pionowej, przesuniętej przez punkta wyznaczone na gruncie; punkta te mogą być widziane jeden z drugiego albo nie, byle żadnych przeszkód nie było prócz gór. Następnie pokaże profesor użycie łańcucha lub podobnej miary do wyznaczenia długości linii poziomej prostej, czyli to grunt będzie równy czy nie, nauczy wyznaczyć długość linii niedostępnych i prowadzić prostopadłe i równoległe na gruncie do linii danej. Węgielnica wraz z łańcuchem nastręczy podobne zagadnienia. Tu już nauczą się uczniowie utworzenia karty gruntu niewielkiej odległości. Stolik mierniczy jest narzędzie najdogodniejsze dla zdejmowania szczegółów gruntu, dlatego też najużywansze. Poznawszy skład jego i liniału (prawidła albo dioptry),

sposoby wypróbowania ich dokładnej konstrukcji, profesor da poznać uczniom stadię, za pomocą której bez łańcucha i długiego działania można wyznaczyć długość każdej linii prostej. Wprzód nim mowa będzie o kątomierzu, opiszę profesor przenośnik i użycie onego; że zaś często zdarzyć się może, że kątomierz, którego inżynier używa, będzie podzielony na dziesiętne na przykład stopnie, a przenośnik użyty do wykreślenia kątów pomierzonych jest systematu sześćdziesiątego lub odwrotnie, podadzą się łatwe sposoby zamienienia jednych stopni na drugie, co będzie użyteczne nawet przy użyciu tablic trygonometrycznych. Po opisanu busoli, sposobach przekonania się o jej dokładności, nastąpią rozmaite zagadnienia, między innymi pokaże się użycie busoli w podziemnych galeriach obławianych rudą żelazną. Z porządku następnie mówić się będzie o rysunku kart, lecz że uczniowie ciągle wprawiać się będą w rysunek, krótko tylko o nim się napomknę, ograniczając się opisaniem narzędzi używanych do kopiowania i pomniejszania kart topograficznych (pantograf). Obrachowanie powierzchni figur krótko wyłożone będzie, zważając, że przy nauczaniu geometrii profesor takowe okaże. Mówiąc o podzieleniu figur na równe lub nierówne części, lecz w danym stosunku, poznają uczniowie narzędzie dowcipne p. Gelińskiego, naszego rodaka, który od kilkunastu lat jest naczelnym inżynierem przy katastrofie francuskiej: za pomocą tego narzędzia można oznaczyć powierzchnię każdej figury wykreślonej na karcie bez użycia rachunku. Po wyłożeniu powyższych materyj rozpocznie się trygonometria prostokreślna i jej zastosowanie do pomiarów gruntu. Wskazawszy sposób wyznaczania różnicy poziomów, czyli wzniosłość jednego punktu nad drugi, profesor pokaże użycie eklimetra, to jest narzędzia do niwelacji topograficznej, a następnie nauczy wyrażania gór na karcie sposobami geometrycznymi. Tu dopiero poznają uczniowie prawdziwego ducha rysunku geometrycznego. Niwelacja zakończy kurs pomieniony. Poznawszy skład i użycie śródwagi (niveau d'eau), śródwagi spadków (niveau de pente) i innych sposobów niwelacji, nauczą się uczniowie obrachowania bryłowości ziemi mającej być zebraną lub nawiezioną, stosując wszystkie wiadomości do plantowania, czyli wyrównania powierzchni gruntu, do dróg, kanałów itp.“.

Na tym kończy się tekst programu dla kursu pierwszorzecznego; program kursu dalszego nie był już opracowany.

Przed omówieniem tego programu podam jeszcze spis narzędzi, które miał w gabinecie geodezji prof. Wrześniowski, a które zostały podane w inwentarzu przy zamykaniu Szkoły.

Jest ich zaledwie kilka, lecz niewątpliwie były to najnowocześniejsze instrumenty, przywiezione wówczas z zagranicy:

1. Eklimetr, czyli narzędzie do mierzenia kątów pochyłości.
2. Celownik z lunetą albo kierownica mosiężna.

3. Pantometr do zdejmowania kątów kształtu walcowego.
4. Kalkulator wynalazku Zielińskiego.

III

Aby ustalić, na jakim poziomie były zaplanowane wykłady geodezji, przejdziemy teraz do omówienia założeń programowych Instrukcji naukowej oraz programu kursu pierwszorzecznego. Założenia programowe zawierają całokształt ówczesnych zagadnień geodezyjnych, począwszy od podstawowych zasad miernictwa aż do triangulacji i kartografii matematycznej, które były niezbędne dla sporządzenia „map prowincji i krajów“.

Wzmianka o sposobach rysowania map „podług najlepszych wzorów francuskich i niemieckich“ dotyczy przedstawienia rzeźby terenu za pomocą izohips i sposobem kreskowania. Pierwsza z tych metod była istotnie „francuska“, a ściślej „francusko-szwajcarska“, gdyż pierwszym wynalazcą izohips był geograf francuski Philipe Buache (1700—1773), a opracował ją szczegółowo fizyk genewski Marcellin Ducarla-Bonifas (1738—1816). Drugi sposób nazwany został „niemieckim“ widocznie od narodowości wynalazcy metody plastycznego kreskowania Johanna Georga Lehmana (1765—1811).

Jeżeli chodzi o szczegółowy program pierwszego roku studiów geodezyjnych, to już na wstępie godne jest uwagi podejście do definicji linii prostej w terenie, jako „śladu płaszczyzny⁴ pionowej, przesuniętej przez punkta wyznaczone na gruncie“. Takie określenie nie wydaje się tu być przypadkowe; jest to raczej chęć podkreślenia naukowego podejścia do omawianych zagadnień, cechując tym samym już dydaktykę wykładów.

Pomimo że sznur był wtedy jeszcze w powszechnym użyciu, program nic o nim nie wspomina, wymieniając tylko łańcuch mierniczy. Co prawda Zaborowski już w swej „Jeometrii“ zalecał łańcuch, nadmieniając, że go produkują „Mechanicy Warszawscy“ i że, mierząc łańcuchem, „więcej wprawdzie można mieć pewności aniżeli używając sznurów mierniczych: ale że te łatwiej i mniejszym nierównie kosztem miane być mogą“.

Co do węgielnicy, wspomnianej w programie, to jest zupełnie możliwe, że oprócz krzyżowej i bębnekowej mogła być w użyciu także i lustrzana, gdyż wynalazł ją już w końcu XVIII w. londyński mechanik George Adams (1750—1795). Stolik mierniczy — „narzędzie najużywańsze“ — miał już wtedy u nas swą ustaloną tradycję od czasów Stanisława Solskiego, a więc od końca XVIII w.⁵ Dodatkem do stolika była „kierow-

⁴ Wyraz „rzut“ nie był jeszcze wówczas w użyciu.

⁵ Zaborowski zaczyna rozdział o pomiarach stolikowych charakterystycznym zdaniem: „Stolik mierniczy, narzędzie każdemu dobrze znaiome, opisu nie potrzebuie“ i dopiero po tym opisuje: „prawidło“ (kierownica), „kompas“, „małą równowagę“ (libela) itp.

nica mosiężna z luńetą“ (podana w polikwidacyjnym spisie inwentarza), co było widocznie rzeczą nową, gdyż w piątym, uzupełnionym wydaniu „Jeo-metrii“ Zaborowskiego z r. 1820, o tego rodzaju narzędziu wzmianki nie ma.

Interesująca jest wzmianka w programie o stadii. Był to dalmierz, prawdopodobnie pochodzenia francuskiego, gdyż wyraz stadia jest używany jeszcze i teraz w geodezyjnym słownictwie francuskim⁶.

Niemniej ciekawa jest uwaga o podziale kątomierza na „dziesiętne stopnie“, co jest niewątpliwie wpływem dziesiętnego systemu miar przyjętego we Francji po wprowadzeniu od r. 1795 miar metrycznych.

W związku z tym, jak widać z programu, miały być opracowane tablice zamiany funkcji trygonometrycznych dla podziałów gradowego i kąto-wego, co zostało zrealizowane u nas dopiero teraz po przeszło 125 latach przez Główny Urząd Pomiarów Kraju.

W programie przewidziano również i miernictwo górnicze, jak to widać ze wzmianki o użyciu busoli „w podziemnych galeriach“.

Kreślenia, zwane tu „rysunkiem kart“, były prowadzone na wspomnianych już kursach Langeo, przekształconych na tzw. „Biuro Topogra-ficzne“, które było po prostu kreślarnią. Wymieniony tu pantograf nie był już nowinką, gdyż został wynaleziony w pierwszej połowie w. XVII przez niemieckiego jezuitę Krzysztofa Schneinera (1575—1650).

Jeżeli chodzi o „narzędzie dowcipne p. Gelińskiego“ (Zielińskiego), którym był niewątpliwie planimetr, to nie udało mi się dociec, jakiej był on konstrukcji. Można tylko przypuszczać, iż był on bardziej dosko-nały od planimetrów Colberga i geometry przysięgłego Jana Zaremby⁷, gdyż te służyły do obliczania powierzchni figur prostokreślnych, a przy-rzędem Zielińskiego — sądząc z treści programu — można było ustalić powierzchnię „każdej figury“, czyli również i krzywoliniowej.

Eklimetr — należy przypuszczać — był prymitywnym: w postaci pół-kola z pionem, gdyż optyczne były wynalezione później.

Wzmianka o „wyrażaniu gór sposobami geometrycznymi“ dotyczy kreskowania i izohyps, o czym już nadmieniałem przy rozbiorze założeń programowych.

Tchnące takim entuzjazmem zdanie: „Tu dopiero poznają uczniowie prawdziwego ducha rysunku geometrycznego“, odnosi się niewątpliwie do plastycznego podawania na mapie i umiejętności odczytywania na niej rzeźby terenu.

⁶ W Słowniku Larousse'a przy wyrazie stadia (de stade) podano takie okre-slenie: „Instrument pour mesurer, sans de déplacer, la distance entre deux points“. W nowowydanym u nas pięcioletnim słowniku geodezyjnym brak tego francu-skiego odpowiednika do wyrazu „dalmierz“; termin — „stadia“ podany jest tam jako wyraz wyłącznie angielski.

⁷ W tym czasie znanym był już planimetr Zaremby, gdyż opublikował on swój wynalazek w r. 1829.

Z narzędzi do niwelacji wymienione są dwa: „śródwaga (niveau d'eau)" i „śródwaga spadków (niveau de pente)". Otóż pierwszy z nich — to niwelator wodny, a drugi — libelkowy z przeziernikami i śrubą elewacyjną⁸. Przezierniki są w postaci okienek z krzyżem nici, z których oczny jest nieruchomy, a przedmiotowy przesuwają się przy użyciu leniwki w płaszczyźnie pionowej, zależnie od odchylenia się osi celowej od poziomu.

Pozostaje wspomnieć jeszcze o słownictwie. Otóż oparte ono było częściowo na przyjętym u Zaborowskiego w jego „Jeometrii", a przede wszystkim na terminach matematycznych i geodezyjnych, wprowadzonych przez „Towarzystwo do Ksiąg Elementarnych", powstałe przy „Komisji Edukacyjnej" (1775 r.). Wiele z tych terminów, jak np. kątomierz, stopień, węgielnica, przenośnik, podziałka i inne — zachowały się do dziś dnia.

Poza tym nie lekceważono widać poglądu Jana Śniadeckiego na słownictwo, który w swej rozprawie „O języku narodowym w matematyce" tak o tym mówi:

„Klecanie nowych słów tam, gdzie ich nie potrzeba, jest znakiem lekkomyślności i nieuszanowania narodu; nie godzi się myśleć, że język jest dziełem dziwactwa i samowolności, nie zaś owocem rozsądku, długiej rozwagi i powszechnego zezwolenia".

Nie ma więc tu takich dziwotworów słownych (używanych przez niektórych autorów podręczników geometrii praktycznej z końca XVIII w.), jak: „długomierstwo", „płazmomierstwo"(?), „goniometryk", „pułcykręł mierniczny", „transportator" itp.

Terminologię polską lub spolszczoną cechuje tu czystość językowa lub umiar, a tam gdzie odpowiednika polskiego brakowało, zastępowano go wyrazami pochodzenia łacińskiego lub greckiego, które były w innych językach przyjęte.

Po przestudiowaniu programu katedry geodezji na pierwszej naszej politechnice nabiera się przeświadczenia, że ówczesni profesorowie, idąc drogą postępu, dążyli do unowocześnienia w Polsce tej pięknej i pożytecznej nauki.

Niestety, tragiczne wypadki dziejowe położyły kres ich zamierzeniom.

Nic więc dziwnego, że po dziesięciu latach prof. Wincenty Wrześniowski w przedmowie do swego podręcznika „Miernictwo niższe" (1841 r.), tak oto melancholijnie charakteryzuje stan miernictwa polskiego:

„Pomimo tylu i tak ważnych użytków, miernictwo u nas długo w zaniedbaniu było. Lecz cóż być mogło tak niskiego stanu tyle pożytecznej nauki? Małe usposobienie dawniejszych jeometrów, żadna odpowiedzial-

⁸ Larousse: „Niveau d'eau, niveau comprenant deux petits tubes, qui communiquent entre eux, le tout contenant de l'eau". Tamże, jest rysunek przyrządu p. n. „Niveau de pente", według którego dałem wyżej wymieniony opis.

ność za niedbałe ich roboty, a nareszcie — niedostatek dzieł w ojczystym języku traktujących o miernictwie. Jakoż od Zaborowskiego do Szachina⁹ żadne w tym przedmiocie dzieło nie z bogaciło literatury naszej, a w tym przeciągu czasu ta nauka wiele odbiegała naszych jeometrów...“.

Z likwidacją pierwszej naszej uczelni technicznej podupadła i geodezja polska zarówno jako nauka, jak i umiejętność praktyczna. Odrodzenie jej zaczęło się dopiero od r. 1844, po otwarciu Politechniki Lwowskiej.

⁹ Antoni Szachin (1798—1845) od r. 1827 profesor geodezji i astronomii Uniwersytetu Wileńskiego, a następnie od r. 1834 — Uniwersytetu Charkowskiego. Publikował swe prace po polsku i po rosyjsku. Z prac polskich mamy dwa doskonałe podręczniki: „Geodezja wyższa“ oraz „Miernictwo i równoważenie“, Wilno 1829 r.



Errata do tomu IV zeszyt 1 „Geodezji i Kartografii“

strona	wiersz	wydrukowano	powinno być
13	2 od dołu	m	m_5
36	11 od góry	— pozornie niepotrzebną	— pozornie mu niepotrzebną
38	9 od dołu	$-16 \cdot 12 - 2 \cdot 0 = -192$	$-16 \cdot 12 + 2 \cdot 0 = -192$
39	rysunek	P	F
43	1 od dołu	$\dots L_1 = 0,707 \dots$	$\dots L_1 + 0,707 \dots$
44	21 od dołu	wyznaczonego	wyznaczalnego
46	8 od dołu	-0,707	0,707
51	22 od góry	равным или отличным от нуля	отличным или равным нулю
67	1 od dołu	(str. 7)	(str. 59)
81	12 od góry	(str. 11)	(str. 62)

Z NOWOŚCI WYDAWNICZYCH

Monografie Popularnonaukowe

Wacław Sierpiński
TRÓJKĄTY PITAGOREJSKIE
PWN 1954, str. 94, zł 7,50

I. P. Natanson
NAJPROSTSZE ZADANIA NA MAKSIMA I MINIMA
przekł. z rosyjskiego
PWN 1955, str. 47, rys., zł 2,30

I. P. Natanson
SUMOWANIE NIESKOŃCZENIE MAŁYCH
przekł. z rosyjskiego
PWN 1955, str. 75, rys., zł 1,95

Josef Kůnský
BLOKDIAGRAM
(Geograficzny wykres bryłowy)
przekł. z czeskiego
PWN 1955, str. 269, rys., zł 23,30

ARCHIWUM MINERALOGICZNE
tom XVIII, zesz. 2
PWN 1955, str. 175 — 353, zł 28

D. J. Panow
METODY NUMERYCZNE ROZWIĄZYWANIA RÓWNAŃ
RÓŻNICZKOWYCH
przekł. z rosyjskiego
PWN 1955, str. 187, rys., tabl., zł 12,40

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

SPIS TREŚCI

Str.

M. Odlanicki-Poczobutt — Osiągnięcia nauki polskiej w dziedzinie geodezji i kartografii w okresie dziesięciolecia Polski Ludowej	87
S. Milbert — Wzory do przeliczania współrzędnych Soldnera w układzie Sucha Góra na współrzędne Gaussa-Krügera w systemie Borowa Góra	105
T. Kochmański — Całkowa teoria ruchów górotworu nad eksploatacją złoża pokładowego na podstawie pomiarów geodezyjnych	115
K. Sawicki — O programie geodezyjnym naszej pierwszej Politechniki (1825—1831)	143

СОДЕРЖАНИЕ

М. Одляницки - Почобут — Достижения польской науки в области геодезии и картографии за период десятилетия Народной Польши	87
С. Мильберт — Формулы перевода координат Зольднера с началом Суха Гура в систему координат Гаусса-Крюгера с началом Борова Гура	114
Т. Кохмански — Интегральная теория движений земных пластов над выработками залежей на основе геодезических измерений	141
К. Савицки — О программе геодезии нашей первой Политехники (1825—1831)	143

Sommaire

M. Odlanicki-Poczobutt — Le progrès de la science en Pologne Populaire dans le domaine de la géodésie et de la cartographie pendant la période: 1945—1955	87
St. Milbert — Les formules pour la transformation des coordonnées de Soldner dans le système Sucha Góra en coordonnées de Gauss-Krüger dans le système Borowa Góra	114
T. Kochmański — La théorie d'intégrale des mouvements créateurs des montagnes situées au-dessus du champ d'exploitation de gisement fondée à la base des mesurages géodésiques	142
K. Sawicki — Le programme géodésique de notre première école polytechnique (1825—1831)	143

Cena zł 10,—