

9.167

COMPTES RENDUS DES SÉANCES
DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES ET DES LETTRES DE VARSOVIE
XXXII Année 1939 Classe III Fascicule 1—3

SPRAWOZDANIA
z posiedzeń
TOWARZYSTWA NAUKOWEGO
WARSZAWSKIEGO

Wydział III
nauk matematyczno-fizycznych

Rok XXXII 1939

Zeszyt 1—3



WARSZAWA
NAKŁADEM TOWARZYSTWA NAUKOWEGO WARSZAWSKIEGO
Z ZASIŁKU MINISTERSTWA WYZNAŃ RELIGIJNYCH I OŚWIECENIA PUBLICZNEGO
1939

<http://rcin.org.pl>

Redaktor:

BOLESŁAW HRYNIEWIECKI

Adres Redakcji:

Warszawa, Nowy Świat 72

SPRAWOZDANIA
z posiedzeń
TOWARZYSTWA NAUKOWEGO
WARSZAWSKIEGO

Wydział III
nauk matematyczno-fizycznych

Rok XXXII 1939

Zeszyt 1—3



WARSZAWA
NAKŁADEM TOWARZYSTWA NAUKOWEGO WARSZAWSKIEGO
Z ZASIŁKU MINISTERSTWA WYZNAŃ RELIGIJNYCH I OŚWIECENIA PUBLICZNEGO
1939

SPRAWOZDANIA
TOWARZYSTWA NAUKOWEGO
WARSAWSKIEGO



DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO
pod zarządem Józefa Filipowskiego

TREŚĆ ZESZYTU 1—3

	Str
W. Gorczyński. Stosunki usłonecznienia dla Warszawy (1903—38) oraz ich porównanie z Gdynią i Gdańskiem	1
Z. Macierewicz. Synteza laktonu substancji macierzystej jangoniny . . .	37
G. Kurepa. O mocy zbiorów częściowo uporządkowanych	61
W. Gorczyński. Usłonecznienie na wybrzeżu polskim, według danych heliograficznych w Gdyni (wraz z Gdańskiem) oraz na półwyspie helskim	68
S. Braun. O pewnej własności charakterystycznej przestrzeni w sobie zwartych	91
J. Alexits. O pewnym zagadnieniu dotyczącym budowy zbiorów punktokształtnych	93
St. J. Thugutt. O działaniu wodnego roztworu kwaśnego siarczanu potasowego na sanidyn	99
J. Słupecki. Kryterium pełności wielowartościowych systemów logiki zdań	102
J. Słupecki. Dowód aksjomatyzowalności pełnych systemów wielowartościowych rachunku zdań	110
A. Tarski. Zupełność elementarnej algebry i geometrii	129

TABLE DES MATIÈRES

	Page
W. Gorczyński. Heliographic records in Warsaw (1903—38) and some comparisons with Gdynia and Dantzig	33
Z. Macierewicz. La synthèse du lactone la matière première de yangonine	37
G. Kurepa. Sur la puissance des ensembles partiellement ordonnés . .	62
W. Gorczyński. Duration of bright sunshine on Polish shores (Baltic Sea), after the heliographic records of Gdynia (with Dantzig) and the Helpeninsula	89
S. Braun. Sur une propriété caractéristique des espaces compacts en soi	91
G. Alexits. Sur un problème concernant la structure des ensembles punctiformes	94
St. J. Thugutt. Über die Einwirkung des sauren Kaliumsulfats in wässriger Lösung auf Sanidin	101
J. Słupecki. Über das »Vollheits« Kriterium der mehrwertigen Systeme des Aussagenkalküls	109
J. Słupecki. Beweis der Axiomatisierbarkeit der vollen mehrwertigen Systeme des Aussagenkalküls	128
A. Tarski. The Completeness of Elementary Algebra and Geometry . .	129



TABLE OF CONTENTS

1. Introduction 1

2. Theoretical Framework 5

3. Methodology 10

4. Results 15

5. Discussion 20

6. Conclusion 25

7. References 30

8. Appendix 35

9. Glossary 40

10. Index 45

TABLE OF MATTERS

1. Introduction 1

2. Theoretical Framework 5

3. Methodology 10

4. Results 15

5. Discussion 20

6. Conclusion 25

7. References 30

8. Appendix 35

9. Glossary 40

10. Index 45

Posiedzenie

z dnia 22 listopada 1938 r.

Władysław Gorczyński.

**Stosunki usłonecznienia dla Warszawy (1903—38)
oraz ich porównanie z Gdynią i Gdańskiem.**

Z Gabinetu Aktynometrycznego T. N. W.

Komunikat zgłoszony w dniu 22 listopada 1938 r.

SUMMARY.

**Heliographic records in Warsaw (1903—38) and some comparisons
with Gdynia and Dantzig.**

Mémoire présenté à la séance du 22 novembre 1938.

WSTĘP.

Poniższe zestawienie stosunków usłonecznienia dla Warszawy stanowi trzeci z rzędu komunikat, poświęcony badaniom klimatu słonecznego wybrzeża polskiego w porównaniu z innymi dzielnicami Polski. Ponieważ w tych porównaniach Warszawa odgrywa ważną rolę, więc zachodziła pilna potrzeba ponownego przedstawienia stosunków usłonecznienia w stolicy Polski wraz z uzupełnieniami tych danych do lat ostatnich.

Przypominamy tytuły poprzednich komunikatów: 1) »O uprzywilejowanym charakterze usłonecznienia na wybrzeżu polskim« (posiedzenie listopadowe 1938 r. Wydziału III. T. N. W.), oraz 2) »Usłonecznienie na wybrzeżu polskim według danych heliograficznych w Gdyni (wraz z Gdańskiem) oraz na półwyspie helskim« (posiedzenie z lutego 1939 r. Wydziału III. T. N. W.).

Z tablic i rozważań niniejszego komunikatu wynika niezbicie fakt, że wybrzeże nasze jest latem najbardziej uprzywilejowane pod względem słonecznym, w porównaniu z innymi dzielnicami Polski. Co do zimy i w ogóle półrocza zimowego, przewaga w tym względzie jest po stronie Zakopanego i w ogóle naszych miejscowości położonych w górach na wysokości około 1000 metrów nad poziomem morza.

O umieszczeniu przyrządów heliograficznych w Warszawie.

(wraz z opisem horyzontu fizycznego według pomiarów Dra Edwarda Stenza).

Opracowaniem warszawskich danych heliograficznych zajmował się, poza autorem niniejszego, głównie dr Edward Stenz (dawniejszy mój asystent, a obecnie kierownik Obserwatorium Geofizycznego na Kasprowym koło Zakopanego). Jedno opracowanie (por. Bibliografię) dawnego materiału heliograficznego z Warszawy (okres 1903—09) ogłosił także W. Smosarski (dawny mój współpracownik i zastępca w Biurze Meteorologicznym przy Muzeum w Warszawie, a obecnie profesor Uniwersytetu w Poznaniu).

Dr E. Stenz ogłosił liczne prace naukowe z dziedziny aktywności i w ogóle klimatu słonecznego. W jednej z tych broszur (»O usłonecznieniu w Warszawie«, drukowanej w r. 1935 w »Wiad. Meteorologicznych« P. I. M.) podane zostały szczegółowe opisy instalacji heliograficznych w Warszawie wraz z bardzo umiejętnie przeprowadzonymi badaniami horyzontu fizycznego i obliczeniu wynikających stąd strat usłonecznienia, które to opisy podajemy w streszczeniu w niniejszym rozdziale. Dodamy, że w uznaniu swych prac naukowych dr Stenz został wybrany na członka Stałej Komisji Promieniowania Słonecznego, istniejącej od 1912 r. przy Międzynarodowej Organizacji Meteorologicznej, a obecnie także przy Międzynarodowej Unii Geodezyjno-Geofizycznej.

Przechodzimy teraz do kwestii umieszczenia heliografów warszawskich, cytując prawie dosłownie, jednak z drobnymi zmianami i pewnymi opuszczeniami, opisy dra Stenza.

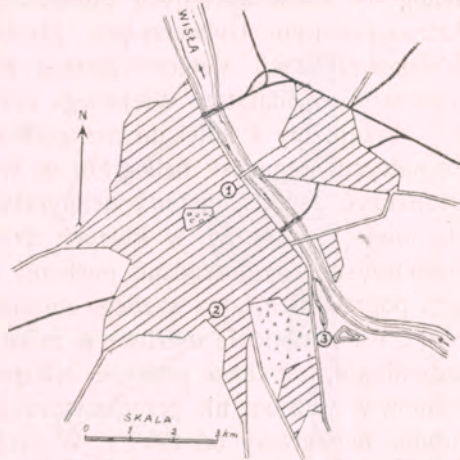
Spostrzeżenia heliograficzne warszawskie rozpoczynają się w 1903 r. z chwilą ustawienia na tarasie Biura Meteorologicznego przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa (ul. Krakowskie Przedmieście N° 66) heliografu fotograficznego systemu Wieliczko. Od lutego 1904 r. zaczął działać w tymże miejscu heliograf o kuli szklanej systemu Campbella-Stokes'a. Miejsce to znajduje się obok wejścia na taras na

wysokości około 2 metrów nad jego poziomem, a około 30 metrów nad poziomem gruntu.

Na początku sierpnia 1915 r. wskutek działań wojennych w Warszawie obserwacje meteorologiczne na tarasie w gmachu Muzeum musiały być zaniechane. Tym sposobem 12-letnia seria pierwszych spostrzeżeń heliograficznych w Warszawie została przerwana. Ten pierwszy okres oznaczamy jako spostrzeżenia »Muzeum«.

Po ich zlikwidowaniu Wł. Gorczyński, ówczesny kierownik Biura Meteorologicznego, a równocześnie i Pracowni Meteorologicznej Tow. Nauk. Warsz., przeniósł obserwacje do gmachu T. N. W., przy ulicy Śniadeckich, $2\frac{1}{2}$ km na południe od poprzedniego miejsca. Rozpoczęły się one w sierpniu 1915 r. i były dokonywane na tarasie, zbudowanym na dachu T. N. W. Początkowo ustawiono heliograf na skrzynce od pluwiografu, na wysokości 24 m nad poziomem ulicy.

Ponieważ w miejscu tym heliograf był zasłaniany przez niektóre pobliskie kominy, więc, aby zmniejszyć błędy z tego powodu, dr Stenz zaprojektował przesunięcie heliografu o 2 metry wyżej i umieszczenie go bezpośrednio nad wyjściem nad taras. Zmiana ta została uskuteczona na początku września 1918 r. przez ś. p. L. Balcerkiewicza. W tym nowym miejscu heliograf pozostawał do końca maja 1923 r., po czym został zdjęty, gdyż obserwacje meteorologiczne w T. N. W. zostały przerwane wobec prowadzenia spostrzeżeń na Stacji Pomp przy ul. Czerniakowskiej nr 124 w Warszawie. Ten drugi okres, trwający 8 lat, nazywamy okresem TNW. (Por. fig. 1, podającą rozmieszczenie punktów heliograficznych w Warszawie).



(Kliska z „Wiad Meteorologicznych“ P. I. M., Rok 1935).

Fig. 1. (według Dr Stenza; after Dr. E. Stenz).

Rozmieszczenie punktów heliograficznych w Warszawie.

(Distribution of heliogr. Stations in Warsaw).

1 = Muzeum (Museum).

2 = Tow. Nauk. Warsz. (Science Society).

3 = Stacja Pomp P. I. M. (Czerniakowska Street).

Trzeci okres stanowią spostrzeżenia heliograficzne wspomnianej Stacji Pomp. Rozpoczynają się one już co prawda w 1919 r., ale są początkowo niekompletne i nie nadawały się do opracowania. Dopiero z chwilą zaprzestania obserwacji w T. N. W., poprawia się jakość spostrzeżeń na Stacji Pomp. Seria heliograficzna Stacji Pomp trwa nieprzerwanie do dziś i liczy obecnie przeszło 15 lat. Wzniesienie heliografu wynosi w tym miejscu około 15 m nad gruntem.

Należy nadmienić, że w Warszawie działały lub działają dotąd heliografy także w innych punktach, a więc w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Józefa Piłsudskiego, na Głównej Wojskowej Stacji Meteorologicznej w Mokotowie oraz w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego przy ul. Rakowieckiej.

Przejdźmy z kolei do rozpatrzenia horyzontu fizycznego dla rozmaitych stanowisk heliografu w Warszawie. Gdybyśmy chcieli wyznaczyć zwykłą metodą heliograficzną usłonecznienie możliwe dla miejsc i okresów, w których działał heliograf w Warszawie, musielibyśmy rozporządzać paskami heliograficznymi ze wszystkich poprzednich lat z każdego miesiąca z osobna, gdyż, jak wiadomo, usłonecznienie możliwe w miastach, wskutek zmiennego ich zadymiania, jest także zmienne. Niestety z różnych przyczyn heliogramów w Muzeum nie przechowywano, a z T.N.W. zachowały się jedynie heliogramy od 1919 r. W tych warunkach ustalenie usłonecznienia możliwego dla poszczególnych stanowisk heliografu w Warszawie metodą heliograficzną jest prawie niewykonalne.

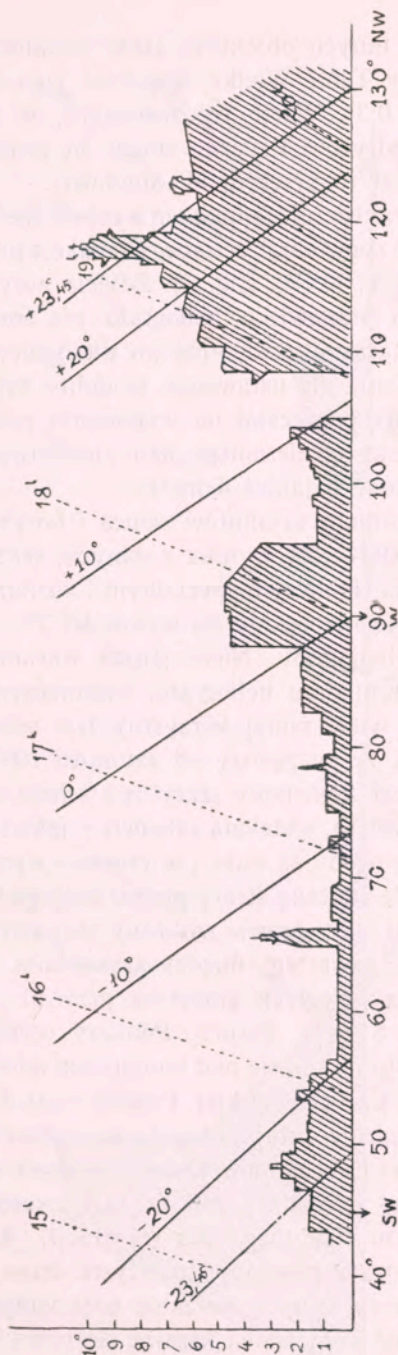
Wobec tego dr Stenz zastosował metodę pomiarów azymutów i wysokości horyzontu za pomocą teodolitu, wypróbowaną już przez niego dla miejscowości górskich. W Warszawie pomiary takie przeprowadził dr Stenz w r. 1934 we wszystkich trzech punktach funkcjonowania heliografu, posługując się teodolitem.

a) Muzeum (fig. 2). Zdjęcie linii horyzontu wykonano dnia 23 X 1934. Z powodu trudności technicznych nie ustawiono teodolitu dokładnie w miejscu dawnego zainstalowania heliografu, lecz w odległości 2 metrów od tegoż w kierunku północnym. W położeniu tym zaobserwowano azymuty słońca oraz zdjęto sylwetkę horyzontu, mierząc jego wysokości w odstępach azymutu co 1° .

Sektor wschodni horyzontu nie posiada żadnych wyniosłości przeciwnie, pomiary wykazały nawet pewną nieznaczną depresję horyzontu z tego powodu, że przypada on w obrębie doliny Wisły.

Natomiast wycinek zachodni horyzontu odznacza się licznymi przeszkodami, z których największą jest sylwetka sąsiedniego kościoła po-bernardyńskiego. Wznosi się ona od azymutu 108° ku NW i zasłania nieboskłon do wys. 6–10°, powodując straty usłonecznienia od końca kwietnia do połowy sierpnia. Największe straty wypadają w czerwcu i wynoszą 1.1 g. dziennie.

Znacznie mniejszy niedobór powstaje między azymutami 88° i 95°, wywołany przez 7-piętrowy gmach przy ulicy Miodowej nr 3, zaciemniający niebo do wysokości 4½°. Ponieważ budynek ten został wystawiony pod koniec 1912 r., więc linia tej części horyzontu jest słuszna jedynie dla okresu po r. 1913. W tym czasie straty wynosiły około 0.2 godziny w marcu oraz 0.2 we wrześniu. Jaka była linia horyzontu w obrębie podanych azymutów przed rokiem 1912, nie wiemy. Istniejący wów czas 3-piętrowy budynek powodował zapewne straty mniejsze, a więc po 0.1 godz. w tychże miesiącach.



(Kliska z „Wiadom. Meteorologicznych” P. J. M., Rok 1933).

Fig. 2 (według dra Stenzy; after Dr. Stenz). Wycinek zachodni horyzontu fizycznego, zdjęty z tarasu Biura Meteorologicznego przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie. Western sector of the physical horizon (1 = Museum).

Z innych obiektów, jakie obejmuje horyzont zachodni, wymienimy Teatr Wielki: wysokość jego dochodzi do $2\frac{1}{2}^{\circ}$, a strata wynosi 0.3^h . Warto też zaznaczyć, że w obrębie azymutów 105° i 108° horyzont fizyczny zbiega się prawie zupełnie z astronomicznym: jest to przekrój ul. Miodowej.

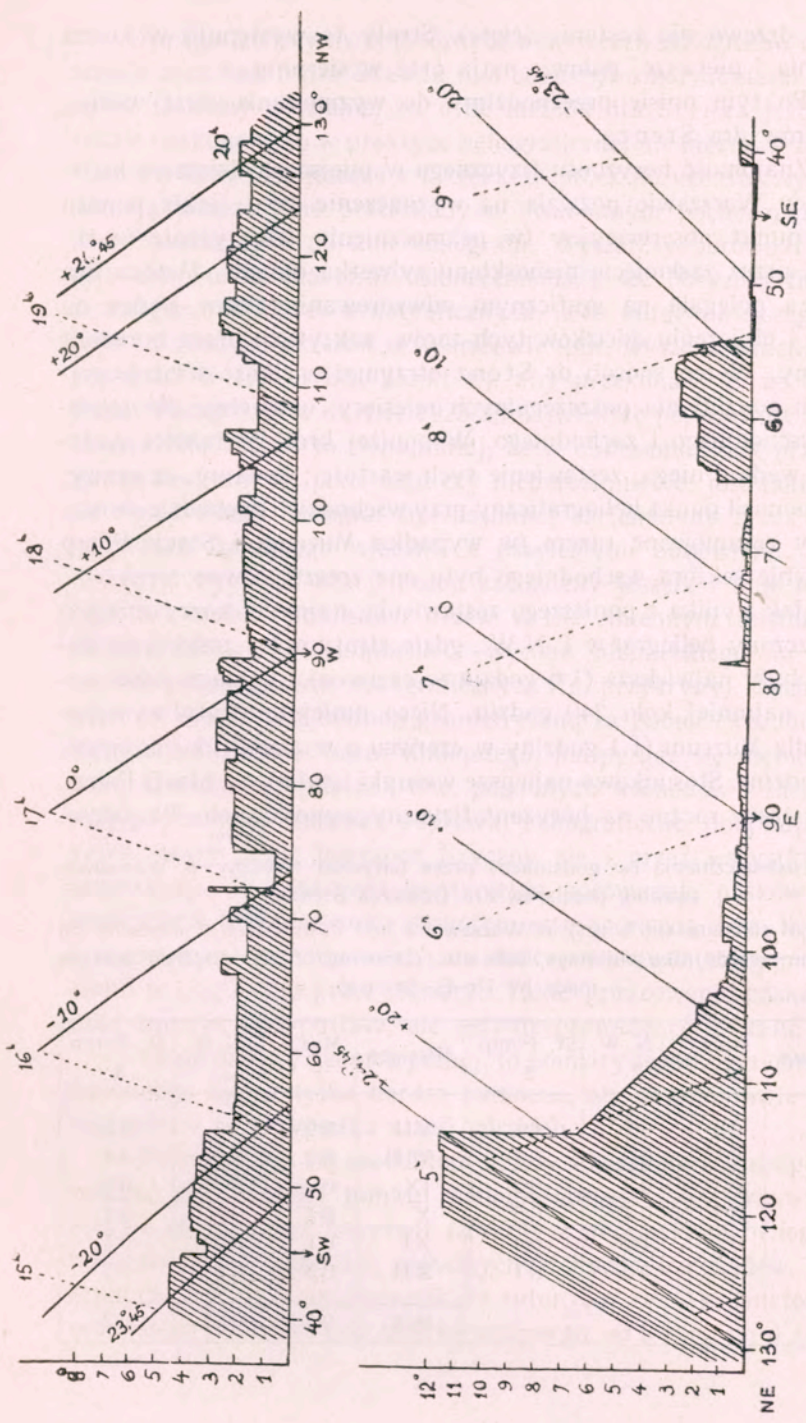
Praktycznie jednak ten wycinek nieba nie daje notowań usłonecznienia z powodu zbyt słabego działania promieni zachodzącego słońca.

b) T. N. W. (fig. 3). Zdjęcia horyzontu w T. N. W. z pierwotnego stanowiska heliografu nie można było wykonać, gdyż dawny taras obserwacyjny już nie istnieje, a budowanie specjalnego rusztowania dla ustawienia teodolitu było niemożliwe. Wobec tego dr Stenz poprzestał na wykonaniu pomiarów jedynie z drugiego stanowiska wzniesionego nad pierwotnym o 2 m, a przesuniętego ku północy o jakieś 4 metry.

Pomiary azymutów słońca i horyzontu przeprowadzono dnia 15 IX 1934. Jak wynika z danych, sektor zachodni horyzontu nie wyróżnia się niczym specjalnym i wzdłuż całego jego odcinka domy zasłaniają nieboskłon do wysokości 2° — 4° , nie wpływając na rejestracje heliografu. Nieco gorsze warunki musiały istnieć w pierwotnym miejscu heliografu, zasłanianym przez pobliskie kominy.

O wiele mniej korzystny jest sektor wschodni, a to z tego powodu, że począwszy od azymutu 105° ku NE znaczny wycinek nieba jest zacieniony szczytową ścianą sąsiedniej kamienicy (Śniadeckich nr 6), oddaloną zaledwie o jakieś 8 m. Straty usłonecznienia z tego powodu są duże i w czerwcu wynoszą 1.6 godziny dziennie; podobnie znaczne straty ponosi heliograf w maju i lipcu. Poza tym horyzont jest prawie zbliżony do astronomicznego z wyjątkiem odcinka, zawartego między azymutami 53° i 65° E, który zajmuje sylwetka odległych gmachów przy ul. Mokotowskiej nr 12 i 14.

c) Stacja Pomp. Pomiary wykonano z miejsca działania heliografu na tarasie nad budynkiem administracyjnym Stacji Pomp przy ul. Czerniakowskiej. Podobnie jak w Muzeum, sektor wschodni nie wykazuje tutaj żadnych wyniosłości (dolina Wisły), w zachodnim zaś linia domów zasłania nieboskłon zaledwie 1° — 2° , nie odgrywając specjalnej roli (z tego powodu nie podajemy zdjęcia horyzontu fizycznego dla tej stacji). Jedynie w kierunku WNW pewne straty powoduje rozłożyste drzewo. Ponieważ rozmiary jego i ulistnienie ulegają zmianom więc wpływ na wskazania heliografu będzie zmienny, powiększając się powoli z biegiem lat (o ile oczy-



(Klisa z „Wiadom. Meteorologicznych“ P. I. M., Rok 1935).

Fig. 3 (według dra Stenza, after Dr. Stenz). Wycinki: zachodni (u góry) i wschodni (u dołu) horyzontu fizycznego tarasu obserwacyjnego w Towarzystwie Naukowym Warszawskim przy ul. Śniadeckich 8.

Western and eastern portion of the physical horizon (2 = Science Society in Warsaw, Śniadeckich Street).

wiście drzewo nie zostanie ścięte). Straty te występują w końcu kwietnia i pierwszej połowie maja oraz w sierpniu.

Po tym opisie przechodzimy do wyznaczania strat według pomiarów dra Stenza.

Znajomość horyzontu fizycznego w miejscach działania heliografu w Warszawie pozwala na wyznaczenie strat, jakie ponosił dany punkt obserwacyjny (w usłonecznieniu teoretycznie możliwym), przez zasłonięcie nieboskłonu sylwetką domów. Metoda dra Stenza polegała na graficznym odwzorowaniu torów słońca na niebie i obliczeniu odcisków tych torów, zakrytych przez horyzont fizyczny. W ten sposób dr Stenz otrzymał wielkość strat (wrażonych godzin) dla poszczególnych miesięcy, oddzielnie dla sektorów wschodniego i zachodniego. W poniżej krótkiej tabelce podajemy, według niego, zestawienie tych wartości; dodamy, że straty, jakie ponosił punkt heliograficzny przy wschodzie i zachodzie słońca, zostały zesumowane razem (w wypadku Muzeum i Stacji Pomp w obrębie sektora wschodniego były one zresztą równe zeru).

Jak wynika z poniższego zestawienia, najmniej korzystnie był umieszczony heliograf w T. N. W., gdzie straty przez zasłonięcie domami były największe (1·6 godzin w czerwcu) i w ciągu roku wynosiły najmniej koło 240 godzin. Nieco mniejsze straty występowały dla Muzeum (1·1 godziny w czerwcu a w ciągu roku najmniej 150 godzin). Stosunkowo najlepsze warunki istniały na Stacji Pomp, gdzie straty roczne na horyzont fizyczny wynoszą koło 70 godzin.

Straty usłonecznienia (w godzinach) przez horyzont fizyczny w Warszawie (według pomiarów dra Edwarda Stenza).

Losses of sunshine (in hours) at Warsaw 1·2 and 3. as effect of obstacles on sunshine records, like buildings, hills etc. (Drawing of the physical horizon made by Dr E. Stenz).

Miesiące	Muz. 1	T. N. W. 2	St. Pomp 3	Miesiące	Muz. 1	T. N. W. 2	St. Pomp 3
I	0·2	0·7	0·1	VII	0·9	1·3	0·2
II	0·1	0·3	0·1	VIII	0·3	0·6	0·4
III	0·3	0·3	0·2	IX	0·3	0·3	0·2
IV	0·2	0·4	0·3	X	0·1	0·2	0·1
V	0·8	1·0	0·4	XI	0·1	0·7	0·1
VI	1·1	1·6	0·1	XII	0·3	0·6	0·1
				Rok	0·4	0·65	0·2

Na tym kończymy opis różnych umieszczeń heliografów w Warszawie oraz badań dra Stenza nad odnośnymi horyzontami fizycznymi. Dodamy od siebie, że, o ile metoda dra Stenza jest w zasadzie doskonała, to w praktyce heliograficznej nie można w żadnym razie nie liczyć się jeszcze z faktem, że prócz horyzontu fizycznego istnieją jeszcze inne przeszkody w swobodnym pochodzeniu promieni słonecznych do kuli heliografu. Wystarczy porównać rezultaty dra Stenza dla strat usłonecznienia przez horyzont fizyczny z szeregiem poprawek heliograficznych, jakie autor niniejszego obliczył dla różnych okresów w Warszawie (por. wyszczególnienie tych poprawek w tab. I bis, punkt C), aby przekonać się, że właśnie Stacja Pomp dała w okresie 1923/33 największe poprawki w okresie letnim. Nie znaczy to bynajmniej, że w obliczaniu strat przez dra Stenza wkraśl się jakiś błąd czy nieporozumienie; jest faktem, że na Stacji Pomp heliograf był najmniej zaciemniony przez wpływ horyzontu fizycznego włącznie z przyległymi budowlami. Jednakowoż w wypadku Stacji Pomp zachodziły jeszcze i inne wpływy (jak np. wpływ pobliskich drzew z ich zmiennym ulistnieniem, zmiana heliografu Campbella z wyrobu niemieckiego na wyrób włoski, jakość pasków heliograficznych itp. przyczyny). Tych wpływów dr Stenz swą metodą geometryczną za pomocą teodolitu nie mógł uchwycić; zaś autor niniejszego, posługując się metodą bardziej klimatyczną (metodą tzw. pogodnych wschodów i zachodów) mógł wyznaczyć właściwe poprawki heliograficzne, obejmujące nie tylko straty przez horyzont fizyczny ale i przez wszystkie inne przeszkody. W tym celu wystarczyło porównanie pasków heliograficznych z każdorazową długością astronomiczną dnia, licząc się z momentami wschodu i zachodu słońca oraz ewentualnymi przerwami w ciągu dnia przez chmury. Takie opracowanie pasków jest dość żmudne i kłopotliwe, ale jedynie prowadzące do celu.

Co do metody geometrycznej, to pomiary teodolitem horyzontu fizycznego są nie tylko bardzo pomocne, ale nawet prawie nie do zastąpienia w przypadku stacji górskich.

Posługiwanie się teodolitem należy zawsze uprzednio przeprowadzać dla każdego punktu heliograficznego i porównywać następnie straty przez horyzont fizyczny z poprawkami heliograficznymi według metody tzw. pogodnych wschodów i zachodów. W dalszym ciągu niniejszego komunikatu autor rozważa także metodę brania stałego interwału (np. sześciogodzinnego od 9 rano do 4 po poł.).

Tab. I.

Czas trwania usłonecznienia w godzinach (heliograf Campbell-Stokes). Warszawa.
Duration of bright sunshine in hours (Campbell-Stokes heliograph). Warsaw.

A) Okres 1903—1915. Biuro Meteorologiczne przy Muzeum.
Period 1903—1915. Meteorological Bureau of Museum.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I—XII
1903	1·1	2·4	3·0	2·8	5·7	5·0	5·0	5·2	6·5	3·4	0·5	0·3	3·4
1904	(1·2)	1·1	4·7	4·3	7·5	9·1	10·5	8·6	6·3	3·2	1·5	1·0*	4·9
1905	2·6	2·1	1·3	4·1	8·5	8·9	8·0	7·6	4·2	2·1	0·9*	0·9*	4·3
1906	1·8	2·1	3·5	8·2	9·0	7·1	8·9	7·5	5·8	4·5	2·4	1·0*	5·2
1907	1·8	2·7	4·9	4·9	9·1	6·4	6·9	5·8	6·9	6·6	2·0	0·6*	4·9
1908	(0·7*)	(1·6)	4·3	4·0	6·7	9·5	8·2	5·9	4·1	4·2	1·7	1·2	4·4
1909	1·7	1·5	3·6	5·2	7·6	8·4	7·2	8·0	6·3	4·6	0·6*	0·7	4·6
1910	1·2	2·1	4·9	6·4	8·3	8·8	5·9	7·0	5·2	3·6	1·1	0·7*	4·6
1911	1·0	2·5	3·2	4·6	8·8	9·2	9·1	8·2	5·7	4·1	2·3	0·4*	4·9
1912	1·9	1·3	2·7	6·3	6·1	7·6	7·0	4·8	2·6	1·9	0·6*	0·8	3·7
1913	1·4	3·3	3·8	4·8	6·7	7·0	5·9	4·9	4·7	4·0	0·9	0·3*	4·0
1914	0·7*	2·3	2·4	6·0	7·1	6·6	9·1	8·4	5·3	1·9	1·1	0·9	4·3
1915	0·3*	1·5	3·4	6·4	10·7	11·4	7·8						

W r. 1903 heliograf fotograficzny, sprowadzony do wskazań aparatu Campbell-Stokes. In the year 1903 was used a photographic heliograph (reduced already to the Campbell-standard).

B) Okres 1915—1923. Towarzystwo Naukowe Warszawskie (ul. Śniadeckich 8).
Period 1915—1923. Science Society of Warsaw (Śniadeckich 8).

1915								6·0	5·7	3·6	1·6	0·9	4·9
1916	1·2	2·5	3·0	4·5	10·0	8·0	7·3	6·3	6·4	2·2	1·5	0·6*	4·5
1917	1·5	2·7	3·0	4·3	11·5	11·4	7·5	7·7	6·8	3·0	0·8	0·7*	5·1
1918	1·4	2·0	5·0	7·3	11·2	7·3	8·1	6·0	6·3	2·4	2·2	1·0*	5·0
1919	(0·9)	2·2	(3·3)	4·4	(4·2)	8·7	5·1	7·8	7·4	4·9	1·3	0·6*	4·3
1920	1·7	3·1	4·5	5·2	8·8	8·1	8·1	7·1	4·6	5·9	2·4	0·6*	5·0
1921	1·1	(2·6)	(5·9)	5·1	9·4	8·1	(8·9)	(8·6)	(5·8)	(4·5)	(2·0)	(0·9*)	5·2
1922	2·4	2·2	3·3	6·3	8·7	9·9	6·6	7·9	4·9	2·8	1·5	0·8*	4·8
1923	0·4*	1·0	2·8	5·8	7·1								

C) Okres od czerwca 1923. Państwowy Instytut Meteorologiczny (ul. Czerniakowska). — Period after May, 1923. Meteorological Institute of Poland (Czerniakowska Street).

1923						4·5	7·9	6·7	5·6	2·3	1·9	0·7	3·9
1924	2·0	1·7*	3·0	5·0	7·0	7·3	7·8	9·0	4·8	4·8	2·3	1·9	4·7
1925	2·3	2·6	2·6	6·7	8·7	5·5	7·1	6·5	4·1	3·5	1·8	1·2*	4·4
1926	0·5*	1·1	3·9	4·1	5·1	4·8	8·1	7·1	4·6	3·5	2·2	0·8	3·9
1927	1·7	2·2	3·6	4·1	6·7	7·1	7·3	8·3	6·0	4·0	1·6	1·5*	4·5
1928	1·4	2·5	6·6	4·8	5·8	7·2	7·2	5·2	5·4	3·3	1·4	0·2*	4·3
1929	1·5	2·6	3·8	5·0	6·7	6·2	6·5	6·8	6·4	2·7	0·9*	1·0	4·2
1930	1·8	2·3	3·7	4·1	5·7	9·4	5·3	5·2	4·3	3·6	2·3	0·3*	4·0
1931	0·8	1·0	4·4	4·6	8·2	7·5	6·0	5·7	2·7	4·5	2·6	0·7*	4·1
1932	1·8	3·5	4·9	5·5	7·3	6·1	7·7	7·8	6·1	2·8	1·8	1·5*	4·7
1933	1·1*	2·3	3·8	5·9	5·2	6·9	7·1	7·3	5·4	3·5	1·7	1·9	4·4
1934	1·1*	1·5	2·3	6·5	7·1	9·6	5·8	7·2	6·4	3·9	1·3	1·6	4·5
1935	1·3	2·2	4·0	6·4	8·2	9·9	7·0	7·1	5·6	3·5	3·4	1·0*	5·0
1936	1·1	2·4	4·0	5·5	7·6	8·0	9·3	4·9	5·8	2·2	0·9*	1·2	4·4
1937	3·7	1·3	3·2	3·9	11·3	10·6	8·8	6·7	5·6	4·5	0·8	0·5*	5·1
1938	0·8	3·1	4·2	3·1	7·5	10·2	7·8	8·0	6·4	2·3	1·9	0·9	4·7

Wartości średnie. Mean values.

1904—15	1·4	2·0	3·6	5·4	8·0	8·3	7·9	7·0	5·2	3·7	1·4	0·8*	4·5
1904—38	1·5	2·2	3·8	5·2	8·0	8·2	7·6	7·0	5·5	3·7	1·7	0·9*	4·5

Wartości skrajne (okres 1904—38).

Monthly (annual) maxima and minima abs. (Period of 35 years: 1904—1938).

Max.	3·7	3·5	6·6	7·3	11·5	11·4	10·5	9·0	8·5	6·6	3·4	1·9*	5·2
Min.	0·3	1·0	1·3	3·1	4·2	4·5	5·1	4·8	2·6	1·9	0·8	0·2*	3·7

Tab. I bis.

Średnie usłonecznienie dla Warszawy (w godzinach na dzień) z poprawkami i %.
 Heliographic records of Warsaw (hours per day). Mean values, corresponding corrections and percentages.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
A) Wartości średnie. Mean values.													
1904—15	1·4	2·0	3·6	5·4	8·0	8·3	7·9	7·0	5·2	3·7	1·4	0·8	4·5
1915—23	1·3	2·4	4·0	5·4	8·9	8·8	7·5	7·3	6·1	3·8	1·8	0·8	4·8
1923—27	1·4	1·7	3·2	5·1	6·9	5·8	7·6	7·5	5·0	3·6	2·0	1·2	4·3
1928—33	1·4	2·4	4·5	5·0	6·5	7·2	6·6	6·5	5·1	3·4	1·8	0·9	4·3
1934—37	1·8	1·9	3·4	5·6	8·6	9·5	7·7	6·5	5·9	3·5	1·6	1·1	4·8
B) Wartości teoretyczne czasu trwania dnia. Astronomical duration of day. Lat. 52°13' N; Long. 21°3' E. Gr.													
Astron.	8·3	9·9	11·9	13·9	15·7	16·7	16·2	14·6	12·7	10·7	8·8	7·8	12·3
C) Wartości poprawek heliograficznych (w godzinach). Heliographic corrections (in hours).													
1904—15	1·4	2·0	1·9	2·1	2·0	2·3	2·1	1·5	1·5	1·5	1·5	1·8	1·8
1915—23	1·4	1·9	1·8	2·4	1·7	2·1	1·9	1·8	1·8	1·9	2·0	2·0	1·7
1923—27	1·8	1·8	2·4	2·7	3·2	4·3	3·2	2·5	2·9	1·9	1·2	1·4	2·4
1928—33	1·6	1·9	2·7	3·2	2·8	4·2	4·0	2·9	2·9	1·9	1·3	1·3	2·6
1934—37	0·8	1·8	2·2	2·3	1·4	1·4	2·2	2·3	2·4	1·7	1·4	1·5	1·8
D) Wartości możliwe dla heliografu. Possible (heliographically recordable) duration.													
1904—15	6·9	7·9	10·0	11·8	13·7	14·4	14·1	13·1	11·2	9·2	7·3	6·0	10·5
1915—23	6·9	8·0	10·0	11·5	14·0	14·6	14·3	12·8	10·9	8·8	6·8	5·8	10·6
1923—27	6·5	8·1	9·5	11·2	12·5	12·4	13·0	12·1	9·8	8·8	7·6	6·4	9·9
1928—33	6·7	8·0	9·2	10·7	12·9	12·5	12·2	11·7	9·8	8·8	7·5	6·5	9·7
1934—37	7·5	8·1	9·7	11·6	14·3	15·3	14·0	12·3	10·3	9·0	7·4	6·3	10·5
E) Procenty usłonecznienia. Percentages of bright sunshine.													
1904—15	20	25	36	46	59	58	56	53	46	40	19	14	43
1915—23	19	30	40	47	64	60	53	57	56	43	27	14	45
1923—27	22	21	34	46	55	47	59	62	51	41	26	19	43
1928—33	21	30	49	47	50	58	54	56	52	39	24	14	44
1934—37	24	23	35	48	60	62	55	53	57	39	22	18	45

Tab. I ter.

Wartości przeciętne i procentowe usłonecznienia dla wybrzeży Bałtyku.
Mean duration and percentages of bright sunshine (Baltic Sea shores).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
1) Długości dnia od wschodu do zachodu. Duration of day.													
Astron. lat. 54½°N.	8·0	9·7	11·9	14·1	16·0	17·2	16·7	14·9	12·7	10·5	8·5	7·4	12·3
2) Gdańsk. Dantzig. Lat. 54°23' N.; Long. 18°32' E. Gr.													
Correct.	2·0	2·4	1·9	1·7	2·0	1·6	1·8	1·7	2·1	2·0	2·0	1·9	1·9
Possible	6·0	7·3	10·0	12·4	14·0	15·6	14·9	13·2	10·6	8·5	6·5	5·5*	10·4
3) Wartości średnie w godz. dla Gdańska. Mean values (in hours) for Dantzig.													
1930—37	1·7	2·2	4·2	5·9	8·4	10·1	8·8	7·5	6·0	3·9	2·3	1·0*	5·2
1934—37	2·1	2·3	3·9	6·1	9·0	10·2	9·0	7·5	7·0	4·0	2·1	0·9*	5·5
4) Usłonecznienie w % (wschód—zachód) dla Gdańska. Percentages of bright sunshine (sunrise-sunset) in Dantzig.													
1930—33	28	30	42	48	60	65	59	58	57	47	34	19*	51
1934—37	34	39	38	50	64	65	60	58	66	48	33	16*	52
5) Hel. Lat. 54°36' N.; Long. 18°49' E. Gr.													
Correct.	1·4	2·1	2·3	2·1	1·7	1·7	1·9	1·7	2·8	2·0	1·3*	1·6	1·9
Possible	6·6*	7·6	9·6	12·0	14·3	15·5	14·8	13·2	9·9	8·5	7·2	6·8	10·5
1934—37	1·7	1·8	3·6	5·7	9·0	9·8	8·7	7·3	5·8	3·4	2·0	0·8*	5·0
Percent	26	24	38	48	63	63	59	55	59	40	28	12*	48
6) Porównania z Warszawą. Comparisons with Warsaw (W = Warsaw, D = Dantzig). Period 1930—37. Mean values (hours per day). Średnie (różnice w godzinach).													
D—W	·1	·1	·4	·7	·8	1·6	1·7	1·0	·8	·3	·4	—1	·7
Period 1934—37. Same differences. Ditto													
D—W	·3	·4	·5	·5	·4	·7	1·3	1·0	1·1	·5	·5	—2	·6
H—W	—1	—1	·2	·1	·4	·3	1·0	·8	—1	—1	—4	—3	·2
D—H	·4	·5	·3	·4	·0	·4	·3	·2	1·2	—6	·1	·1	·4
Procent usłonecznienia. Period: 1934—37. Percentages (sunrise-sunset)													
Dantzig	34	32	38	50	64	65	60	58	66	48	33	16*	52
Warsaw	24	23	35	48	60	62	55	53	57	39	22	18*	45

NB. Wartości dla Gdyni, jako mało różne od Gdańska, nie są podane w tej tablicy. Values for Gdynia (Lat. 54°31' N., Long. 18°34' E. Gr.) differ but little from corresponding data for Dantzig; they are omitted in this table.

O zmianach długoletnich i nieokresowych w wartościach usłonecznienia.

Już nawet pobieżne rozpatrzenie tab. I z czasem trwania usłonecznienia w okresie 35-letnim 1904—1938, uczy, że materiał heliograficzny warszawski nie jest jednolity. Notujemy tu trzy serie, przy czym najlepszy jest tu okres 1903—15 z Biura Meteorologicznego przy Muzeum. W seriach z lat 1915—1923, w której heliograf musiał być przeniesiony na taras Towarzystwa Naukowego, odbiły się wypadki wielkiej wojny w tym okresie. Co do okresu od 1923 r., w której heliograf był pod opieką Państwowego Instytutu Meteorologicznego, powstałego w r. 1919 na miejsce dotychczasowego Biura Sieci Warszawskiej przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa, to i ta seria jest dość niejednolita. Wartości heliograficzne, zwłaszcza w półroczu letnim, są niemal systematycznie niższe od odpowiednich danych w okresach poprzednich, co niewątpliwie pozostaje w związku z niezupełnie dogodnym miejscem instalacji heliografu na ul. Czerniakowskiej na terenie Stacji Pomp.

Jak widać z poprawek heliograficznych, podanych dla Warszawy w tab. I bis, poprawki z półroczu letniego dochodzą w okresie 1923—33 do bardzo znacznej wielkości, dochodzącej a nawet przewyższającej 4 godziny dziennie (przeciętnie po dwie godziny koło wschodu i zachodu słońca).

Te anormalne wartości poprawek już nie występują w serii następnej od 1934 r.; wartość poprawek heliograficznych waha się wtedy koło 2 godzin w półroczu letnim, a koło $1\frac{1}{2}$ godziny w półroczu zimowym, co jest wartością normalną dla heliografów Campbella.

Co do przyczyn tych wysokich wartości dla poprawek letnich, można podać wpływ terenu i bliskość gmachów lub drzew, mogących tamować swobodne działanie promieni słonecznych i przeszkadzać w wypalaniu pasków heliograficznych.

Obok tych przyczyn należy zauważyć, że także dobroć i rodzaj kartonu używanego do wyrobu pasków heliograficznych może wpływać i wpływa istotnie na czas trwania usłonecznienia.

Co do wpływu drzew, to nie występują one zazwyczaj w zimie, gdy drzewa są огоłocone z liści; za to w półroczu letnim drzewa mogą dać duże (i co gorzej zmienne) wartości poprawek heliograficznych w miarę tego, jak się zwiększa lub maleje pokrywa liściana.

Rozpatrując podane w tab. I wartości średnie wieloletnie konstatujemy, że nawet przeciętne z około 10 lat wykazują odchylenia nierzadko przewyższające $\pm 10\%$. W Warszawie dla przeciętnej rocznej z 35 lat wynoszącej 4·5 godzin słonecznych na dzień, mamy wahania dla dziesięcioleci od 4·3 do 4·8.

Podobne stosunki mamy i dla średnich miesięcznych; zwłaszcza w półroczu letnim maj i czerwiec wykazują wahania średnich 10-letnich od 7 do 9 (normalna 8·0 i 8·2). W innych miesiącach wahania są znacznie mniejsze, jeśli brać okresy przynajmniej około 10 lat.

Wartości skrajne dla lat poszczególnych w okresie 1904—1938 są oczywiście o wiele wyższe dla Warszawy. Przeciętne roczne dla lat indywidualnych wahają się od 3·7 do 5·2 (wartość wieloletnia 4·5), co odpowiada wahanom $\pm 20\%$. Dla poszczególnych miesięcy wahania są o wiele wyższe: dla maja i czerwca od 3 do 12 ($\pm 50\%$ w porównaniu z wieloletnią), a w grudniu od 0·2 do 1·9 (przeciętna wieloletnia 0·9), co daje dla wahań zimowych prawie $\pm 100\%$.

Pewnym pocieszeniem jest fakt, że i na innych stacjach obserwujemy podobne wahania. Rozpatrzmy np. poniższe zestawienie,

Średnie roczne usłonecznienia (w godzinach słonecznych przeciętnie na 1 dzień).

Dziesięciolecia	Kraków (Polska)	Rostock (Niemcy)	Wiedeń (Austria)	Pawłowski (Rosja)
1886—1895	4·8	4·6	5·1	4·6
1896—1905	4·4	4·2	4·8	4·4

Ważnym jest także fakt, że zmniejszenie średnich długoletnich występuje jednocześnie na stacjach odległych.

Spróbujmy z kolei porównać usłonecznienie Paryża i Warszawy.

	1881—90	1891—900	1901—10	1911—20	1921—30	1931—38	1904—38
Paris	4·6	5·0	4·9	4·8	4·7	4·9	4·8
Warszawa	—	—	(4·6)	4·6	4·4	4·6	4·5

Jak widzimy różnice między Paryżem i Warszawą wykazują przebieg dość równoległy.

Podajemy wreszcie wartości skrajne dla średnich miesięcznych.

Kraków 1886—1905

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Śred.	1·8	2·7	3·7	5·3	6·8	7·1	7·6	7·2	5·8	3·4	2·0	1·5*	4·6
Max.	3·1	4·1	5·8	8·5	10·0	11·0	10·7	9·6	7·4	5·5	3·2	2·2*	5·1
Min.	1·2	1·5	2·2	2·5	3·6	3·9	5·7	4·5	3·3	2·2	1·0	0·8*	4·1
Paris 1881—1900													
Śred.	1·8	3·1	4·4	5·6	7·4	7·5	7·6	7·2	5·4	3·6	2·1	1·7*	4·8
Max.	3·3	5·3	7·5	10·6	10·5	10·1	12·4	10·3	9·2	6·5	3·7	2·9*	5·8
Min.	0·9	1·5	2·1	2·6	4·6	4·7	3·8	3·5	3·2	2·0	1·0	0·5*	4·4

Widzimy stąd, że wahania maksimum i minimum w stosunku do wartości średnich wieloletnich są prawie jednego rzędu między Krakowem lub Warszawą a Paryżem. Naturalnie, że biorąc interwały sześciogodzinne (9—15 h) w godzinach lub procentach, otrzymujemy wahania o wiele mniejsze.

Przejdźmy z kolei do wpływu zmętnienia atmosferycznego i zwłaszcza wybuchów wulkanicznych na wartości usłonecznienia.

Gdy lata upalne i suche lub chłodne i dżdżyste, zimy łagodne lub surowe bezpośrednio następują się uwadze ogólnej, to wszelkie niższe lub w ogóle zmiany anormalne w wartościach heliograficznych a zwłaszcza w seriach pomiarów natężenia promieniowania słonecznego nie od razu rzucają się w oczy i wymagają dopiero stwierdzenia przez pomiary naukowe.

Pomimo to jednak badania tych depresji heliograficznych czy aktynometrycznych jest rzeczą tej większej wagi, że przeciw energii słonecznej jest w ostatniej instancji *spiritus movens* zmian wszelkich na ziemi i że od niej przede wszystkim zacząć należy, gdy przystępujemy do badania tak skomplikowanych wahań klimatycznych.

Rozpatrując długoletnie serie aktynometryczne czy heliograficzne, już od dawna zwrócono uwagę na wielkie i długotrwałe depresje zależne od wybuchów wulkanicznych. I nie ma w tym fakcie nic dziwnego, bo przecież wulkany wysyłają w czasie erupcji tak wielkie masy pyłów i to na tak wielkie odległości i na tak wiele kilometrów wwyż, że muszą one wywołać trwającą wiele miesięcy depresję zarówno w natężeniu promieniowania słonecznego jak i w czasie trwania usłonecznienia.

Ponieważ serie odnośnych pomiarów nie obejmują jeszcze nawet lat 60, więc przytaczamy tutaj depresje aktywnometryczne i heliograficzne dopiero od 1883 r.

a) wybuch Krakatoa (wysepka między Jawą i Sumatrą) w lecie 1884.

b) wybuchy w Bandaisan (1888), Bogosłof (1890) i Awoe (G. Sangir) w r. 1892.

c) wybuchy w Santa-Maria (1902), wulkanu Mont-Pélé na Martynice w r. 1902 i Colima (1903).

d) wybuch na Alasce (wulkan Katmai) w czerwcu 1912.

Rozpatrzymy jakie zniżki zaobserwowane były w seriach warszawskich (aktywnometrycznych i heliograficznych). Ponieważ odnośne serie rozpoczynają się w Warszawie dopiero od r. 1901, więc za okres poprzedni dajemy serię aktywnometryczną dla Montpellier (Francja).

Odchylenia średnich rocznych, w % odpowiednich średnich wieloletnich.

Montpellier	Warszawa	
od średnich 1883—1900 dla pomiarów aktywnometrycznych	od średnich 1902—1924 serie aktywnometryczne	od średnich 1904—1915 heliograficznych
%	%	%
1883 —3	1901 4	—
1884 —8	1902 —1	—
1885 —11	1903 —13	—25
1886 —4	1904 —3	9
1887 5	1905 3	—4
1888 1	1906 4	16
1889 0	1907 2	9
1890 —4	1908 0	—2
1891 —5	1909 2	2
1892 —1	1910 1	2
1893 4	1911 7	9
1894 2	1912 —6	—18
1895 3	1913 —3	—11
1896 3	1914 —2	—4
1897 3	1915 —1	2
1898 4	1916 —2	—7
1899 3	1917 1	7
1900 1	1918 3	4

Nie podajemy dalszych lat po r. 1919 wobec tego, że w następnym dwudziestoleciu nie obserwowano takich dużych i długotrwałych depresji w związku z wybuchami wulkanicznymi.

Nie znaczy to jednak, że nie ma w okresie od 1915—1939 żadnych depresji, nawet z parumiesięcznym czasem trwania. Owszem zauważono dość znaczną zniżkę w lecie 1916 w Warszawie, we Florencji i nawet na wyspach Kanaryjskich, lecz przyczyny tej depresji nie są wyjaśnione.

Prócz odchyłeń dla średnich rocznych, podajemy poniżej odchylenia w poszczególnych miesiącach, ograniczone zresztą — dla oszczędzenia miejsca — do odnośnych okresów depresyjnych z r. 1904 i r. 1912—13.

Odchylenia wartości heliograficznych dla Warszawy (czasu trwania usłonecznienia w godzinach) w % od średnich 1904—15.
Depresja w związku z wybuchem w Mont-Péle w Martynice.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1903	—22	20	—17	—48	—29	—40	—36	—26	+25	—08	—65	—56
1904	—14	—45	+30	—20	—06	+10	+33	+23	+22	—13	+08	+23
1905	+86	+05	—64	—24	+06	+07	+02	+09	—20	—42	—36	+12

Depresja w związku z wybuchem wulkanu w Kātmai (Alaska).

1911	—29	+25	—12	—16	+10	+11	+15	+17	+10	+11	+64	—45
1912	+36	—35	—25	+17	—24	—24	—09	—32	—50	—47	—57	0
1913	0	+65	+06	—12	—16	—16	—25	—30	—10	+09	—36	—56
1914	—50	+15	+34	+12	—12	—20	—15	+20	+02	—47	—22	+12

NB. Długotrwałe okresy depresji heliograficznej oznaczone są cyframi tłusłymi.

Obok danych warszawskich rozpatrzmy z kolei także i parę innych stacji polskich, mających bardziej długoletnie serie danych heliograficznych.

Korzystamy tu z pracy autora »O przebiegu rocznym i dziennym usłonecznienia w Krakowie« (Spr. Tow. Nauk. Warsz., Warszawa 1910) oraz opracowania dra E. Stenza »Usłonecznienie Wielkopolski i Pomorza« (Kosmos, tom 53, Lwów 1928), w którym zestawiony jest przebieg usłonecznienia od 1890 r. dla Szamotuł i Tczewa oraz Poznania (od 1911 r.) i Bydgoszczy (od 1909 r.).

W tablicy poniższej podajemy odchylenia średnich rocznych usłonecznienia w % średnich wieloletnich, a mianowicie:

Kraków	4·6	godz. słonecznych rocz. (w przeciętnej dziennej)	(okres 1884—1909)
Szamotuły	4·7	„ „ „ „ „ „	(okres 1891—1910)
(woj. pozn.)			
Poznań	4·6	„ „ „ „ „ „	(okres 1913—1918)
Bydgoszcz	4·4	„ „ „ „ „ „	(okres 1909—1918)
Tczew	4·7	„ „ „ „ „ „	(okres 1890—1908)

Dla Warszawy, jak poprzednio, odchylenia były obliczone w procentach od średniej 4·5 godz. (w okresie 1904—15).

Odchylenia średnich rocznych usłonecznienia w % średnich wieloletnich.

A) Erupcje wulkaniczne w 1902—03 r.				B) Erupcja w 1912 r.			
	Kraków	Szamotuły	Tczew		Warszawa	Bydgoszcz	Poznań
1899	—7	6	0	1909	2	—3	—
1900	—7	6	4	1910	2	0	—
1901	2	11	9	1911	9	0	—
1902	—4	—4	—2	1912	—18	—32	—22
1903	—9	—13	—17	1913	—11	—18	—7
1904	2	0	6	1914	—4	9	—2
1905	—11	—9	—2	1915	2	16	7
1906	—2	0	6	1916	—7	—5	—11
1907	0	—2	—2	1917	7	20	11
1908	—9	—2	0	1918	4	14	4

Stąd widzimy, że i dla innych stacji polskich ujawniły się depresje heliograficzne w związku z wybuchami wulkanów.

Depresja heliograficzna w Warszawie wystąpiła silniej i miała bardziej długotrwały charakter dopiero w maju 1903 r. po czym, po pewnej przerwie na jesieni tego roku, w okresie zimowym 1903—04.

Co do depresji heliograficznej w okresie 1912—13, to szczególnie niżkę notujemy od sierpnia do grudnia 1912 r., jednak i następne miesiące (zwłaszcza w drugiej połowie 1914 r.) wykazują, po pewnej przerwie dalsze trwanie depresji.

Depresja aktynometryczna, związana z wybuchem wulkanu na Martynice, trwała od listopada 1902 do lutego 1904 r., tj. przez 16 miesięcy. W przebiegu danych heliograficznych przejawiała się szczególnie silnie w okresie od kwietnia do sierpnia 1903 r., dając

w tym czasie niżki do połowy wartości wieloletnich. Po pewnej przerwie na początku jesieni, pewna już słabsza niżka trwała do lutego 1904 r. włącznie. Średnie heliograficzne dla całego okresu rocznego z 1903 r. wykazują wartości zmniejszone o 25%.

Druga depresja od wybuchu wulkanu na Alasce rozpoczęła się od początku lata 1912 r. i odznaczała się znacznym natężeniem. Nawet w ciągu dni pogodnych, gdy nie było koło słońca widzialnych chmur lub smug, promieniowanie było osłabione, a błękit nieba już na około wydawał się mniej czysty niż zazwyczaj. Sytuacja ta nie ulegała zmianie nawet po deszczach, skąd wynika wniosek, że przyczyna niżki polegała nie na zanieczyszczeniu warstw dolnych powietrza (dymami, wilgotnością itp.), lecz w istotnym zmniejszeniu się przezroczystości atmosfery.

Podobne zjawiska zamglenia w całej atmosferze, wyrażające się nad to w czasie zmroków słońca, znane są poprzednio z lat 1883—85 w związku z wybuchami na wyspie Krakatoa. W literaturze naukowej przechowywały się notatki, wprawdzie nie instrumentalnej natury, że w czerwcu i lipcu 1783 r. występowały szczególnie silnie i uporczywie mgły w związku z wybuchami wulkanicznymi w Islandii.

O pojawieniu się w lecie 1912 r. silnych wybuchów wulkanicznych w Alasce, a także na Aleutach i nawet na wyspach filipińskich, znajdujemy (poza depeuszami w pismach codziennych) pierwszą wzmiankę natury oficjalno-naukowej w wydawanych przez Biuro Pogody w Waszyngtonie mapach morskich pt. »Meteorological Chart of the North Pacific Ocean«. Mianowicie na stronie odwrotnej mapy, wydanej na luty 1913 r., podana jest wiadomość, że uważany dotąd za wygasły wulkan Katmai położony na półwyspie Alaska naprzeciwko wyspy Kodiak (szerokości 58° N, długości 155° W. Gr.) dał silne wybuchy w czasie od 6 do 8 czerwca 1912 r. Wybuchy te, którym towarzyszyły olbrzymie ilości popiołu, powtarzały się następnie w ciągu lata 1912 r., ze szczególnym natężeniem w sierpniu tegoż roku.

Na stacji radiotelegraficznej w Kodiak, odległej w przybliżeniu o 130 km od wulkanu Katmai, spadła od 6 do 8 czerwca 1912 r. warstwa popiołu na 45 cm gruba. Zarazem wystąpiły tam, wskutek wybuchu, tak silne wyładowania elektryczne, że jednocześnie komunikacja telegrafem bez drutu uległa przerwie aż do wybrzeży dolno-kalifornijskich. Wykonana w Waszyngtonie analiza mikroskopowa i chemiczna popiołu spadłego w Kodiak, wykazała

nadzwyczajną subtelność cząsteczek tego popiołu, co jest niewątpliwie w związku z długim wznoszeniem się ich w atmosferze.

Z obserwacji balonowych wynika, że ów ośrodek absorbujący, powstały na skutek przeniknięcia pyłu wulkanicznego do warstw górnych atmosfery, znajdujemy nie niżej jak na 10 km nad powierzchnią ziemi.

A. de Quervain, kierownik szwajcarskiej ekspedycji polarnej, który prowadził w r. 1912 pomiary naukowe na Alasce, zauważył, że, gdy w czasie od 7 do 15 czerwca 1912 r. obserwowano się niebo błękitne na zachodnich wybrzeżach Grenlandii (koło 69° N. szer. geogr.), to już w dniu 21 czerwca tego roku, po minięciu okresu dżdżystego, niebo wyróżniało się szczególnym odcieniem białawym, znacznie i stale różnym od poprzedniego.

Przechodząc do pytania, w jakim czasie wystąpiła zniżka promieniowania w różnych miejscowościach Europy, możemy od razu powiedzieć, że trzecia dekada czerwcowa 1912 r. daje powszechnie zniżone wartości natężenia promieniowania słonecznego. Co do zmniejszonych danych heliograficznych, to np. w Warszawie odległej od Alaski o około 10.000 km bardzo silna zniżka wystąpiła w sierpniu 1912 r. Co do maja i nieco zmniejszonych sum godzin słonecznych w czerwcu i lipcu tego roku, to zaliczyć je można na karb innych czynników meteorologicznych o charakterze lokalno-europejskim.

Co do możliwości zużycia danych heliograficznych do wykrywania zmętnienia atmosfery od wybuchów wulkanicznych, świadczy chociażby fakt, że już w czerwcu 1912 r. prof. I. Maurer w Zurychu rozesłał, w swym charakterze przewodniczącego Stałej Komisji Promieniowania Słonecznego przy Międzynarodowym Komitecie Meteorologicznym, szczegółową ankietę¹⁾ do rozmaitych instytucji meteorologicznych na całej kuli ziemskiej.

¹⁾ Taką ankietę otrzymał w swoim czasie w Warszawie i autor niniejszego, jako ówczesny kierownik Biura Meteorologicznego Sieci Warszawskiej (mieszczącego się wówczas przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa przy ul. Krakowskie-Przedmieście nr 66). Wspomniana tu Stała Komisja Międzynarodowa Promieniowania Słonecznego, istniejąca po dziś dzień (obecny przewodniczący A. Angström, sekretarz W. Mörikofer), została utworzona koło 1912 r. w składzie następującym: I. Maurer z Zurychu (przewodniczący), W. Schmidt z Wiednia (sekretarz), członkowie: K. Angström z Upsali, W. Gorczyński z Warszawy i G. Hellmann z Berlina. Pierwszy zjazd tej Komisji Międzynarodowej odbył się w Raperswilu, gdzie istniało podówczas Muzeum Polskie; ostatni zjazd w r. 1936 odbył się w Oxfordzie.

Na ankietę Maurera nadesłano wyczerpujące odpowiedzi ze wszystkich ówczesnych ośrodków badań aktynometrycznych w Europie i w Ameryce.

Autor niniejszego nie tylko wysłał Maurerowi szczegółowe dane aktynometryczne i heliograficzne z Warszawy i paru punktów Sieci Meteorologicznej Warszawskiej (głównie z Podola), ale także ogłosił drukiem w tej materii cały szereg przyczynków po polsku, angielsku i francusku, wymienionych niżej w »Bibliografii«.

Tab. II.

Czas trwania usłonecznienia w godzinach dla interwału sześciogodzinnego (9^h—15^h), Warszawa.

Sunshine duration (in hours and tenths) during six hours of time. (9^h—15^h), Warsaw

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I—XII
1922	2·3	1·9	2·4	3·3	4·0	4·2	3·4	3·7	3·2	1·9	1·3	0·8*	2·7
1923	0·5*	0·8	2·1	2·8	3·3	2·3	4·0	3·8	3·7	1·8	2·0	0·7	2·3
1924	1·6	1·4*	2·1	3·1	3·7	3·3	4·0	3·7	3·3	3·3	1·9	1·7	2·7
1925	1·9	1·9	1·7	3·3	4·3	2·6	3·2	3·4	2·9	2·6	1·5	1·2*	2·5
1926	0·4*	0·8	2·7	3·0	2·6	2·2	4·4	3·6	3·0	2·1	2·0	0·7	2·3
1927	1·1*	1·5	2·3	2·3	3·2	3·8	3·8	4·9	3·5	2·9	1·6	1·4	2·7
1928	1·2	1·9	4·4	2·8	2·8	3·7	3·9	3·0	3·5	2·4	1·2	0·2*	2·6
1929	1·3	2·1	2·8	3·0	3·6	3·4	3·4	3·9	4·2	2·0	0·7*	0·9	2·6
1930	1·7	1·6	2·7	2·5	3·1	4·9	2·8	2·9	3·1	2·4	2·1	0·2*	2·5
1931	0·7*	0·9	3·3	3·0	4·3	4·0	3·1	3·1	1·9	3·1	2·0	0·6	2·5
1932	1·5	2·6	3·4	3·2	3·7	3·1	4·0	4·2	4·0	2·0	1·4*	1·4*	2·9
1933	0·9*	1·6	2·4	3·2	2·7	3·3	3·8	3·7	3·6	2·5	1·3	1·6	2·6
1934	0·9*	1·2	1·8	3·7	4·0	4·0	2·4	3·5	4·3	2·7	1·1	1·5	2·6
1935	1·1	1·8	2·6	3·4	3·7	4·2	3·0	3·7	3·7	2·5	2·7	1·0*	2·8
1936	1·0	1·8	2·8	2·7	3·7	3·5	4·1	2·5	3·6	1·6	0·8*	1·1	2·4
1937	3·0	1·1	2·1	2·3	4·9	4·4	3·7	3·6	3·6	3·1	0·6	0·5*	2·7
1938	0·8	2·2	3·0	2·0	4·0	4·5	3·6	4·0	3·9	1·7	1·6	0·8	2·7
Wartości średnie. Mean values.													
1932—37	1·4	1·7	2·5	3·1	3·8	3·7	3·5	3·5	3·8	2·4	1·3	1·2*	2·7
1928—37	1·3	1·7	2·8	3·0	3·7	3·9	3·4	3·4	3·6	2·4	1·4	0·9*	2·6
1922—37	1·3	1·6	2·6	3·0	3·6	3·6	3·6	3·6	3·4	2·4	1·5	1·0*	2·6
1904—09 (Muzeum).	1·5	1·5	2·4	2·9	3·9	3·7	4·0	3·7	3·3	3·0	1·3	0·9*	2·7

Tab. III.

Ustłonecznienie względne w % dla 6 godzin (9^h—15^h). Warszawa.
 Percentages of bright sunshine for six hours (9^h—15^h). Warsaw.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I—XII
1922	38	32	40	55	67	70	57	62	53	32	22	13*	45
1923	8*	13	35	47	55	38	67	63	62	30	33	12	38
1924	27	23*	35	52	62	60	67	62	55	55	32	28	45
1925	32	32	28	55	72	43	53	57	48	47	25	20*	42
1926	7*	13	45	50	43	37	73	60	50	35	33	12	38
1927	18*	25	38	38	53	63	63	82	58	48	27	23	45
1928	20	32	73	47	47	62	65	50	58	40	20	3*	43
1929	22	35	47	50	60	57	57	65	70	33	12	15*	43
1930	28	27	45	42	52	82	47	48	52	40	35	3*	42
1931	12	15	55	50	72	67	52	52	32	52	33	10*	42
1932	25*	43*	56	53	62	52	67	70	67	32	23*	24	48
1933	15*	27	40	53	45	55	63	62	60	42	22	27	43
1934	15*	20	30	62	67	67	40	58	72	45	19	25	44
1935	18	30	43	57	62	70	50	62	62	42	45	17*	47
1936	17	30	47	45	62	58	68	42	60	27	13*	18	40
1937	50	18	35	38	28	73	62	60	60	52	10	8*	45
1938	14	37	50	34	67	75	60	67	65	28	27	13	45
Wartości średnie. Mean values.													
1932—37	23	28	42	51	63	63	58	59	64	40	22	20*	45
1922—37	22	27	43	50	60	60	60	60	57	40	25	17*	43
1928—37	22	28	47	49	61	64	57	57	59	41	23	15*	44

Czas trwania ustłonecznienia wraz z odnośnymi poprawkami.

Widzieliśmy już w rozdziale poprzednim (tab. I i zwłaszcza I bis), jak silne są wahania przeciętnych wartości miesięcznych dla lat poszczególnych, a nawet średnich wieloletnich obliczonych dla kilku lub kilkunastu lat. Obok istotnych wahań nieokresowych, zależnych od przyczyn lokalnych, czy europejskich lub też ogólnoswiatowych (zwłaszcza wskutek depresji od wybuchów wulkanicznych), mamy tutaj przyczyny natury instrumentalnej związanych z danym przyrządem. Wchodzą tu w grę prawidłowe umieszczenie heliografu, jego horyzont fizyczny i przeszkody jakie napotyka promienie słoneczne padające na kulę szklaną, dobór i jakość pasków

heliograficznych i — *last but non least* — staranność jego obsługi i sposób opracowania rejestracji heliograficznej przez danego obserwatora.

W tab. I bis, widzimy wartości poprawek heliograficznych dla Warszawy; uderza nas od razu, jak znacznie się zmieniają odnośne poprawki miesięczne w rozmaitych okresach.

Jeżeli porównać te poprawki dla Warszawy z takimiż poprawkami heliograficznych dla Gdańska i Helu, to od razu widzimy, że się zbliżają do Warszawy w okresach 1904—1923 i także poczynając od 1934 r., a natomiast znacznie się różnią w okresie pośrednim. Przypomnimy tu metodę »pogodnych wschodów i zachodów«, objaśniając sposób w jaki te poprawki zostały otrzymane dla Warszawy, Gdańska i Helu.

Otóż z momentów wschodu i zachodu słońca, które są podawane nie tylko w rocznikach astronomicznych a nawet w rozmaitych kalendarzach (np. »Kalendarz IKC.«, w której część astronomiczna została obliczona przez Warszawskie Obserwatorium Astronomiczne), można łatwo obliczyć długości astronomiczne dnia dla każdej miejscowości. Podobne tablice można znaleźć w wydawnictwach Państwowego Instytutu Meteorologicznego, a mianowicie:

1) Wyniki obserwacji meteorologicznych, danych przy pomocy przyrządów samopiszących na stacji meteorologicznej w Warszawie. (Dodatek dla rocznika P. I. M. z r. 1931) str. 1—46, Warszawa 1935.

2) Informator Lotniczo-Meteorologiczny, str. 1—98, Warszawa 1934.

Z tablic tych widzimy, że np. w Warszawie (Stacja Pomp, szer. 52°13' N., długość wschodnia od Greenwich 21°03'), mieliśmy w dwóch skrajnych miesiącach następujące wartości w r. 1939 według czasu środkowo-europ.:

21 czerwiec 16·8 godziny (wschód 3^h 14 min., zachód 20^h 0 min.)
21 grudzień 7·7 godziny (wschód 7^h 42 min., zachód 15^h 25 min.).

Podobnie znajdujemy dla Gdyni (szer. 54°31', dług. 18°34'), oraz dla Żabiego na Pokuciu (szer. 48°9', dług. 24°45'):

Gdynia 21. VI . . . 17·3 godziny; 21. XII . . . 7·3 godziny.
Żabie 21. VI . . . 16·2 godziny; 21. XII . . . 8·4 godziny.

Otóż, jeżeli w tych dniach heliograf zanotował w Warszawie np. godzin 14·1 (21 VI) i 6·3 (21 XII), to poprawka heliograficzna wyniesie dla danego dnia i roku 2·7 i 1·4 godzin, o ile cały dzień nie tylko oznacza się pogodnym wschodem lub zachodem, lecz był

całkowicie pogodny w ten sposób, że pasek heliograficzny nie wykazywał żadnych przerw. W wypadku podobnych przerw, odpowiednie czasy (w godzinach z częściami dziesiętymi) dodaje się do zarejestrowanych przez heliograf czasów trwania usłonecznienia. Naturalnie, że wspomniane poprawki heliograficzne oblicza się dla możliwie największej dni w każdym miesiącu i dla możliwie największej liczby lat.

Po zastosowaniu poprawek heliograficznych do obserwowanych w ciągu poszczególnych miesięcy danego roku czasów usłonecznienia w godzinach, oblicza się (jak to jest wskazane w tab. I bis, w rubryce D i E) wartości usłonecznienia możliwe dla danego heliografu w danym okresie, a następnie odpowiednie procenty tj. usłonecznienie względne. Widzimy od razu z tab. I bis, że, po zastosowaniu poprawek heliograficznych, zmniejsza się od razu rozpiętość danych w godzinach słonecznych między poszczególnymi okresami.

Jak np. mamy w Warszawie następujące wartości przeciętne roczne w godzinach słonecznych:

Okresy:	1904—15	1915—23	1923—27	1928—33	1934—37
średnia roczna	4·5	4·8	4·3	4·3	4·8 godz. słon.

W stosunku do 12·3 godzin, jako astronomicznego czasu trwania dnia w przeciętnej rocznej otrzymujemy następujące procenty:

% astr.	37%	39%	35%	35%	39%
---------	-----	-----	-----	-----	-----

a w stosunku do usłonecznienia możliwego (po odliczeniu od 12·3 godzin wartości poprawek heliograficznych, wynoszących w przeciętnej rocznej od 1·7 do 2·6 godzin), otrzymujemy następujące procenty:

% możł.	43%	45%	43%	44%	45%.
---------	-----	-----	-----	-----	------

Widzimy, że rozpiętość procentowa między poszczególnymi okresami spada od razu do połowy.

W tab. I ter podobnie obliczenia zostały przeprowadzone dla Gdańska i dla Helu. Wartości dla Gdyni, które niewiele różnią się tylko od Gdańska, nie zostały przytoczone w tablicach gwoli zaoszczędzenia miejsca. W tejsze tablice znajdujemy porównania usłonecznienia Warszawy z danymi na wybrzeżu. Widzimy z tych porównań (w tab. I ter), że wielkości różnic między Warszawą i Gdańskiem czy Helem mogą być nieco odmienne, o ile zamiast czasu usłonecznienia, bezpośrednio zarejestrowanego przez dane helio-

grafy, porównywać odnośne procenty usłonecznienia obliczone z uwzględnieniem poprawek heliograficznych.

Przechodzimy z kolei do rozpatrzenia tab. II i tab. III, w których usłonecznienie zarówno bezwzględne, tj. w godzinach słonecznych od wschodu do zachodu, jak i względne, tj. w procentach dla tego samego czasu zostało obliczone dla interwału sześciogodzinnego (9^h—15^h), z pominięciem wczesnych godzin rannych i późniejszych godzin popołudniowych. Zyskujemy, wybierając ten interwał wspólny dla wszystkich miesięcy, z dwóch względów: raz z powodu uniknięcia poprawek heliograficznych dla wschodu i zachodu słońca, a następnie uwalniamy się poniekąd od wpływu szerokości geograficznej i związanej z tem zmian astronomicznych w długościach dnia. Z drugiej strony jednak, tracimy niejako w tym sensie, że klimat słoneczny rozpatrujemy ograniczając się w badaniu do stosunków usłonecznienia w ramach sześciu godzin, rozłożonych równomiernie koło południa. Co się zaś dzieje w tym względzie rano i wieczorem (w Warszawie długość dnia wzrasta od 7 $\frac{3}{4}$ godzin w grudniu do 16 $\frac{3}{4}$ godzin w czerwcu, w Gdyni od 7 $\frac{1}{4}$ do 17 $\frac{1}{4}$, w Żabiem na Pokuciu od 8 $\frac{1}{2}$ do 16 $\frac{1}{4}$), to w tym względzie możemy tylko zrobić przypuszczenie, że stosunki niewiele tylko odbiegają, pod względem usłonecznienia, od interwału sześciogodzinnego około południa. Przypuszczenie to na szczęście niewiele tylko odbiega od stosunków rzeczywiście obserwowanych.

Jak widzimy z zestawienia poniżej podanego, przebiegi średnich rocznych usłonecznienia w godzinach nie tyle się zmniejszają w wartościach bezwzględnych przy przejściu do interwału 6-godzinnego, ale także i przebieg różnic: Gdańsk—Warszawa (D—W) wypada nieco inaczej.

Średnie roczne usłonecznienia (w godzinach)

	Wschód—zachód			dla sześciu godzin (9—15 h)		
	Warszawa	Gdańsk Dantzig	D—W	Warszawa	Gdańsk Dantzig	D—W
1932	4·7	5·1	0·4	2·9	3·0	0·1
1933	4·4	5·3	0·9	2·6	2·9	0·3
1934	4·5	5·6	1·1	2·6	3·0	0·4
1935	5·0	5·4	0·4	2·8	2·9	0·1
1936	4·4	5·0	0·6	2·4	2·7	0·3
1937	5·1	5·4	0·3	2·7	2·9	0·2
1932—37	4·7	5·3	0·6	2·7	2·9	0·2

Stosunek czasu trwania usłonecznienia między okresem czasu od wschodu do zachodu a interwałem sześciogodzinnym, jest dość stały i wynosi 1·8 dla miejscowości pod niezbyt różną szerokością geograficzną. W przebiegu rocznym współczynnik ten waha się od 2·3 w czerwcu do 1·1 w grudniu.

Przechodząc do wartości procentowych dla usłonecznienia względnego, widzimy, że i w tym wypadku ujawniają się zmiany, gdy rozpatrujemy różnice Gdańska i Warszawy (D—W) dla całego dnia od wschodu do zachodu oraz dla interwału sześciogodzinnego od 9 do 15 h. Różnice procentowe sięgają między Warszawą a wybrzeżem parę procentów na korzyść wybrzeża.

Średnie roczne usłonecznienia względnego w procentach.

	Wschód—zachód			6 godzin (9—15 h)		
	Warszawa	Gdańsk (Dantzig)	D—W	Warszawa	Gdańsk (Dantzig)	D—W
	%	%	%	%	%	%
1932	49	51	2	48	49	1
1933	46	51	5	43	49	6
1934	43	54	11	44	50	6
1935	48	52	4	47	49	2
1936	42	49	7	40	45	5
1937	49	52	3	45	48	3
1932—37	46	51	5	45	48	3

Z tego zestawienia widzimy jednocześnie, że procenty usłonecznienia względnego obliczane z całego dnia z poprawką heliograficzną oraz tylko dla interwału 6-godzinnego dają dość zbliżone dla siebie wartości. W wypadku Warszawy mamy wartości roczne około 45%, dla Gdańska około 48% dla 6 godzin. Przypominamy, że w stosunku do astronomicznej długości dnia (12·3 godzin w przeciętnej rocznej dla Warszawy jak i dla całego wybrzeża Bałtyku od strony Polski) otrzymuje się około 37% dla Warszawy i 43% dla Gdańska, a więc o parę (8 do 5) procentów mniej niż w poprzednim wypadku.

Mówiliśmy powyżej o średnich rocznych wartości usłonecznienia (w godzinach i w procentach) i porównywaliśmy ich przebieg między Warszawą a wybrzeżem. Co do odpowiednich wartości mie-

siężnych zwracamy uwagę na tablicę pomieszczoną w końcu streszczenia angielskiego, w której zestawione są porównawczo dane dla Gdyni (Gdańska), Helu, Warszawy i Zakopanego dla tegoż samego okresu 1932—37.

Z tego interesującego zestawienia, podanego zarówno w godzinach słonecznych między wschodem i zachodem, jak i w procentach dla usłonecznienia względnego dla interwalu tylko sześciogodzinnego (9—15 h), przekonujemy się, że w obu wypadkach prym trzyma wybrzeże w ciągu lata, zaś stacje górskie (niezbyt wysoko położone tak jak Zakopane w obrębie Tatr) w półroczu zimowym.

Podajemy tu w skróceniu parę liczb z okresu 1932—37.

W lipcu obserwujemy średnio godzin słonecznych Gdynia—Gdańsk 10, Warszawa $8\frac{1}{2}$, Zakopane $6\frac{1}{4}$ godzin. W styczniu natomiast średnia z tegoż okresu daje dla Gdyni—Gdańska 2, Warszawy $1\frac{3}{4}$, Zakopanego 3 godziny. Przechodząc od średniej ilości godzin słonecznych w przeciętnej dziennej do wartości procentowych dla usłonecznienia względnego, otrzymujemy:

Lipiec:

Gdynia—Gdańsk 65%, Warszawa 58%, Zakopane 47%.

Styczeń:

Gdynia—Gdańsk 28%, Warszawa 23%, Zakopane 45%.

Dodamy, że wartości procentowe są wolne poniekąd od wpływu szerokości geograficznej.

Z kolei przechodzimy (por. tab. IV) do krótkiego omówienia stosunków usłonecznienia w przebiegu dziennym.

W tab. IV znajdujemy porównawcze zestawienie Warszawy i Gdańska dla czterech pór roku i całego okresu rocznego, w okresie dziesięcioletnim 1927—36.

Już w poprzednim naszym komunikacie z serii opracowań klimatu słonecznego Polski pt. »Usłonecznienie na wybrzeżu polskim według danych heliograficznych w Gdyni oraz z Gdańskiem oraz na półwyspie Helskim« (Spr. T. N. W., zeszyt z lutego 1939 r.), podaliśmy przebieg dzienny dla wszystkich godzin i miesięcy dla Warszawy i Gdańska wyprowadzony dla ściśle jednakowego okresu 1932—37. Podaliśmy tam, że na wybrzeżu w przeciętnej rocznej występuje raczej słaba przewaga godzin popołudniowych, z tym jednak zastrzeżeniem, że stosuje się to raczej do półrocza zimowego.

W ciągu właściwego lata godziny ranne od 8 do południa raczej nieco górują nad godzinami popołudniowymi.

W Warszawie już mamy nieco inne stosunki, które jeszcze w słabym stopniu zbliżają się do przebiegu dziennego, jaki wykazuje Zakopane w półroczu letnim. Na tej stacji górskiej występuje już bardzo silna, zwłaszcza w lecie, przewaga godzin rannych. Dość powiedzieć, że, gdy w czerwcu, lipcu i sierpniu pierwsze maksimum w Warszawie przypada na godziny od 9 do 10, to w Zakopanem już na godzinę wcześniej.

Na tę okoliczność już zwrócił był uwagę W. Smosarski, gdy ogłosił w Spr. T. N. W. z 1910 r. swe opracowanie danych heliograficznych z Warszawy w okresie 1904—09. Przytacza on tam dla Warszawy następujący przeciętny przebieg dzienny (w odsetkach godzin):

Godziny:	9—10	10—11	11—12	12—13	13—14	14—15
Półrocze letnie	60	61	62	61 ₅	59	56
Półrocze zimowe	25	29	31 ₅	32	32	28

Według tego zestawienia, podanego przez W. Smosarskiego, widzimy, że najbardziej słoneczna godzina przypada koło 12—14 w miesiącach zimowych, w lecie zaś przed południem. Ciekawe to zjawisko tłumaczy on powstawaniem prądów konwekcyjnych w atmosferze wskutek silnej operacji słonecznej i wynikającym stąd stopniem zachmurzenia nieba.

Jak widzimy w tab. IV zjawisko to występuje bardzo wyraźnie na stacjach tatrzańskich.

Przechodząc do rozpatrzenia końcowej tab. V, widzimy, że te liczby dni bez usłonecznienia wynoszą w Warszawie około 90 dni w roku dla okresu 1921—38. Najwyższe liczby dni bezsłonecznych wynosiły w tym okresie 108. Dla porównania przytoczymy, że Gdańsk ma 76 takich dni, a pobliski Tczew 82 dni (wprawdzie dla innego okresu 1890—1908). Szamotuły wykazują 85 dni bez słońca (w okresie 1891—1910), zaś Śnieżka w Sudetach przeciętnie 107 dni (więcej niż Zakopane).

Nadmieniam w końcu, że dane z Zakopanego zawdzięczam uprzejmości dra Edwarda Stenza, który nadesłał mi wartości średnie za okres piętnastoletni według obliczeń i zestawień p. Józefa Fedorowicza, długoletniego i zasłużonego kierownika Stacji Meteorologicznej Zakopiańskiej.

Tab. IV.

Przebieg dzienny usłonecznienia dla pór roku (Warszawa 1927—1936).
Diurnal variation of the duration of bright sunshine for 4 seasons (Warsaw 1927—1936).

a. m.	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	S	Total
p. m.	19-20	18-19	17-18	16-17	15-16	14-15	13-14	12-13		
XII a.	—	—	—	01	11	16	19	21	0·68	1·57
I p.	—	—	—	04	13	23	25	24	0·89	
III a.	01	11	23	36	42	49	51	51	2·64	5·10
IV p.	01	07	20	32	40	47	49	50	2·46	
VI a.	03	26	48	55	58	60	60	61	3·71	7·03
VII p.	05	14	38	49	52	56	58	60	3·32	
VIII a.	—	—	02	13	29	34	41	43	1·62	3·38
IX p.	—	—	02	14	35	40	42	43	1·76	
I a.	01	09	18	26	35	40	43	44	2·16	4·28
XII p.	02	05	15	25	35	42	44	44	2·12	
A) Gdańsk. Dantzig. 1927—1936.										
XII a.	—	—	—	—	06	21	23	27	0·77	1·73
I, II p.	—	—	00	03	12	24	28	29	0·96	
III a.	03	15	27	39	48	52	55	55	2·94	6·07
IV, V p.	05	17	31	45	52	53	54	56	3·13	
VI a.	19	41	51	58	61	63	64	64	4·21	8·53
VII p.	21	47	56	58	60	62	64	63	4·32	
VIII a.	—	—	6	19	33	41	35	47	1·81	3·95
IX p.	—	1	16	22	36	44	46	49	1·14	
XI a.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5·07
I, XII p.	05	14	21	29	37	44	44	48	2·42	
	07	16	26	32	40	46	48	49	2·65	
B) Zakopane. 1924—1938.										
XII a.	—	—	—	04	12	32	38	41	1·27	2·64
I p.	—	—	—	05	18	34	39	41	1·37	
III a.	04	17	32	44	49	51	51	49	2·97	5·40
IV p.	—	10	25	34	39	42	45	48	2·43	
VI a.	14	39	46	50	52	52	51	47	3·51	6·31
VII p.	02	26	36	39	41	44	45	47	2·80	
VIII a.	—	01	11	27	40	48	51	51	2·29	4·36
IX p.	—	—	09	21	36	44	47	50	2·07	
XI a.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4·70
I, XII p.	05	14	22	31	38	46	48	47	2·51	
	01	09	18	25	34	41	44	47	2·19	

NB. Ułamki podane dla poszczególnych interwałów godzinnych wykazują, ile setnych wynosi usłonecznienie dana godzina, przy czym kropka przed setnymi została pominięta. — Hunderths of each hour represent quotations of bright sunshine. Points are mostly omitted.

Tab. V.

Liczby dni bez usłonecznienia, Warszawa.

Numbers of days without bright sunshine. Warsaw.

A) Okres: 1903—1915. Biuro Meteorologiczne przy Muzeum, Warszawa.
Period: 1903—1915. Meteorological Bureau of Museum.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
1903	14	11	9	9	5	4	4	1*	3	6	22	24	112
1904	18	14	9	5	2	0*	0*	2	4	11	21	19	105
1905	9	10	18	6	2	2	0*	5	4	9	20	18	93
1906	12	9	4	3	1	4	0*	2	4	8	12	18	77
1907	13	12	3	4	0*	5	1	1	5	1	15	22	82
1908	17	7	9	6	4	1*	1*	3	3	9	14	16	90
1909	18	14	3	3	3	1*	1*	1*	1*	4	20	20	95
1910	14	11	5	0*	3	0*	4	2	6	8	11	22	86
1911	19	12	7	6	3	0*	0*	1	2	3	11	25	89
1912	13	18	7	4	2	0*	1	4	7	15	21	21	113
1913	18	8	5	4	1	0*	2	3	9	5	19	26	100
1914	21	12	13	3	3	1	0*	0*	4	18	19	20	114
1915	25	13	11	3	0	0*	2						

B) Okres: 1915—1923. Warszawa. Towarzystwo Naukowe Warszawskie.
Period: 1915—1923. Warsaw. Science Society of Warsaw.

1915							1	1	11	18	18	103	
1916	16	7	16	6	0*	1	2	0*	3	10	15	22	98
1917	17	10	15	7	0*	0*	4	0*	0*	5	19	20	97
1918	18	14	7	0*	0*	2	1	1	0*	13	16	18	90
1919	20	12	8	7	4	3	8	0*	2	8	15	21	108
1920	14	7	8	(7)	2	(2)	3	2	(2)	0*	12	23	82
1921	(20)	(12)	(12)	(6)	(3)	(2)	(2)	(1*)	(3)	(5)	(13)	(16)	(95)
1922	8	10	6	0*	1	2	3	0*	3	10	12	17	72
1923	22	17	13	6	0*								

C) Okres: 1923—1938. Warszawa. Tow. Nauk. Warszawskie.
Period: 1923—1938. Warsaw. Science Society of Warsaw.

1923						2	0*	0*	0*	5	9	17	91
1924	16	12	10	6	3	0*	1	2	2	1	11	13	78
1925	12	10	8	0*	0*	5	2	4	3	6	13	13	75
1926	20	20	2	3	5	3	0*	8	4	9	6	23	103
1927	19	12	11	7	(2)	(2)	0*	0*	3	6	16	13	91
1928	15	12	5	5	3	0*	1	3	2	5	15	25	91
1929	14	13	5	5	4	2	1*	1*	2	7	22	14	90
1930	16	14	9	1	3	0*	2	3	7	12	9	26	108
1931	16	20	5	7	0*	1	3	2	5	6	14	22	95
1932	15	9	3	3	1	3	1	0*	1	7	15	17	75
1933	22	8	11	0*	7	1	0*	1	1	4	15	19	90
1934	16	14	8	0*	1	4	4	1	2	2	16	18	86
1935	20	7	5	1	3	0*	0*	3	2	9	9	17	76
1936	14	10	8	4	1*	5	1*	3	3	9	17	14	89
1937	7	11	11	6	1	1	0*	1	5	7	13	25	98

Wartości średnie. Mean values of days without bright sunshine.

1903—12	15	12	7	5	2	2	1*	2	4	7	17	20	94
1910—20	18	11	9	4	2	1*	2	1*	3	9	17	21	98
1921—30	16	13	8	4	2	2	1*	2	3	7	13	18	89
1928—37	15	12	7	3	2	2	1*	2	3	8	15	20	90

Najwyższe liczby dni bez usłonecznienia. Highest numbers of days without bright sunshine.

1903—15	25	18	18	9	5	5	4*	5	7	18	22	26	114
1915—23	22	17	16	7	4	3	8	1*	3	13	19	23	108
1923—37	22	20	11	7	7	5	4*	8	7	12	22	26	108

Bibliografia

dotycząca klimatu słonecznego Warszawy.

Bibliography concerning the solar climate of Warsaw.

A) Opracowania Wł. Gorczyńskiego. (Papers of Wład. Gorczyński).

1) *Badania nad przebiegiem rocznym insolacji*. Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. Pol. Akad. Um. T. XLIII, ser. A, pp. 1—86, Kraków 1903.

2) *Étude sur la marche annuelle de l'insolation*. Bull. Int. de l'Acad. des Sciences, Juillet 1903, p. 39, Cracovie 1903.

3) *Sur la diminution de l'intensité du rayonnement solaire en 1902 et 1903*. C. R. de l'Acad. des Sciences, 138, 1904, pp. 1—3; 255—258, Paris 1904.

4) *Sur la marche annuelle de l'intensité du rayonnement solaire à Varsovie et sur la théorie des appareils employés*. Thèse de Physique (Faculté des Sciences, Université de Montpellier). 8^o pp. 1—203 avec 2 planches, Montpellier et Varsovie 1906.

5) *Quelques renseignements sur la dépression du rayonnement solaire à Varsovie en 1903*. Bull. Mét. de l'Hérault. Ann. 1906, pp. 1—18, Montpellier 1906.

6) *Sur les sommes de la chaleur en gr. cal. pour Varsovie, Treunenberget Montpellier*. Bull. Mét. de l'Hérault. Ann. 1906; pp. 1—22, Montpellier 1908.

7) *Sur les variations de l'intensité du rayonnement solaire avec la hauteur du soleil*. Bull. Mét. de l'Hérault. Ann. 1906; pp. 1—12, Montpellier 1906.

8) *On the depression in the value of the total intensity of the solar radiation in 1903*, according to measurements made at the Central Station of the Polish Meteorological Service at Warsaw. Monthly Weather Review 35, 1907, pp. 5, 171—175, April 1907, Washington 1907.

9) *O obliczaniu sum ciepła w kaloriach gramowych*. Prace Mat.-Fiz., XVIII, pp. 19 (215—233), Warszawa 1907.

10) *W kwestii wpływu absorbcyjnego pary wodnej na promieniowanie słoneczne*. Spraw. Tow. Nauk. Warsz., II, pp. 4 (256—259), Warszawa 1909.

11) *O wartościach stałej słonecznej według pomiarów dokonanych sposobem ekranów abstrakcyjnych w Ursynowie (pod Warszawą) w ciągu lata 1909 roku*. Spraw. Tow. Nauk. Warsz., II, pp. 23 (283—305), Warszawa 1909.

12) *Sur la valeur de la constante solaire d'après les mesures prises à Ursynów (Pologne) en été 1909*. C. R. de la Soc. Scient. de Varsovie, III, pp. 12 (134—145), Warszawa 1910.

13) *O przebiegu rocznym i dziennym usłonecznienia w Krakowie. Sur la marche annuelle et diurne de la durée de l'insolation à Cracovie*. Spraw. Tow. Nauk. Warsz., III, pp. 17 (162—178), Warszawa 1910.

14) *Wiadomość o pomiarach insolacyjnych, dokonanych w Warszawie podczas częściowego zaćmienia słońca w dniu 17 kwietnia 1912. Note sur les mesures de l'insolation effectuées à Varsovie pendant l'éclipse du Soleil le 17 Avril 1912*. Spraw. Tow. Nauk. Warsz., V, pp. 13 (327—337). Résumé français: pp. 3 (338—340), Warszawa 1912.

15) *O wartościach przeciętnych ustonecznienia i o wynikach obserwacji heliograficznych w r. 1911 i 1912.* Wiad. Mat., XVII, pp. 9 (130—138), Warszawa 1913.

16) *Sur l'affaiblissement du rayonnement solaire en 1912, d'après les mesures pyréliométriques effectuées en Pologne.* C. R. de l'Acad. des Sciences. T. 157. Séance du 7 juillet 1913, pp. 3 (84—86), Paris 1913.

17) *O insolacji ziem polskich.* Encyklopedia Polska, t.I. Geografia Fizyczna Ziemi Polskich. Pp. 10 (161—170). Wyd. Pol. Akad. Um., Kraków 1913.

18) *Wartości ustonecznienia dla Warszawy w okresie 1903—1913.* Wiad. Mat., XVIII, pp. 2 (168—169), Warszawa 1914.

19) *O niżkach promieniowania w r. 1912 i 1903. Sur les dépressions en 1912 et 1903 dans les valeurs de l'intensité du rayonnement solaire.* Spraw. Tow. Nauk. Warsz. VII, pp. 1—16. Résumé français: pp. 6 (28—33), Warszawa 1914.

20) *Sur les dépressions observées dans les valeurs de l'intensité du rayonnement solaire.* Bollettino bimensuale della Società Meteorologica Italiana XL, No. 416, pp. 1—4, Torino 1921.

21) *Wartości pyréliometryczne i sumy ciepła dla Warszawy, według pomiarów w okresie 1901—1913. Valeurs pyréliométriques et sommes d'insolation à Varsovie pendant la période 1901—1913.* Wydaw. Tow. Nauk. Warsz. pp. 27 (1—27). Résumé français: pp. 6 (28—33), Warszawa 1914.

22) *Przyczynek do poznania wielkości promieniowania rozproszonego w bilansie ogólnym sumy ciepła. Contribution to knowledge of diffuse radiation values in the general thermic balance of the earth.* Spraw. Tow. Nauk. Warsz. XXV, Wdz. III, pp. 1—11. English Summary, Warszawa 1933.

23) *Gorczyński Wł. i Ostrowski Fr. O wartościach rozproszonego promieniowania słonecznego dla Warszawy i niżu polskiego. Values of diffused sky radiation at Warsaw and in Central Poland.* Spraw. Tow. Nauk. Warsz. Wdz. III, XXV, 1933, pp. 18. English Summary, Warszawa 1933.

24) *Spółczynniki przepuszczalności promieniowania słonecznego w Nicei, w porównaniu z danymi dla Warszawy.* Wiad. Mat., XXXVIII, pp. 8, Warszawa 1935.

B) Opracowania dra E. Stenza. (Papers of Dr. Stenz).

1) *Natężenie promieniowania słonecznego i insolacja w Warszawie według pomiarów w okresie 1913—1918. Intensité de la radiation solaire et l'insolation à Varsovie 1913—1918.* Rocznik Państw. Inst. Meteor. za rok 1919, Warszawa 1922.

2) *O zakłóceniach przezroczystości atmosfery ziemskiej. Sur les perturbations et la transparence de l'atmosphère terrestre.* Kosmos, tom 51, Lwów 1916.

3) *Ustonecznienie Wielkopolski i Pomorza.* Kosmos A, tom 53, Lwów 1928.

4) *O ustonecznieniu w Polsce.* Pamiętnik III Zjazdu Geogr. i Etnogr. w Polsce z r. 1927, Kraków 1927.

5) *O rozkładzie geograficznym ustonecznienia w Polsce. Sur la distribution géographique de la durée d'insolation en Pologne.* Kosmos, t. 55, pp. 516—532. Lwów 1931.

6) *O usłonecznieniu możliwym miejscowości górskich, wyznaczonym geometrycznie. Sur la durée possible de l'insolation aux localités montagneuses, déterminée par la voie géométrique.* Wiad. Meteor. i Hydr. 14, nr 1—6, Warszawa 1934.

7) *O usłonecznieniu w Warszawie.* Wiad. Meteor. P. I. M., pp. 1—14, Warszawa 1935.

C) Inni autorowie. (Other authors).

1) W. Smosarski. *Długości usłonecznienia w Warszawie.* Spraw. Tow. Nauk. Warsz. Rok III, Warszawa 1910.

2) L. Kojrański. *Wiadomości o pomiarach insolacyjnych dokonanych w Warszawie podczas częściowego zaćmienia słońca 21 VIII 1914.* Wiad. Matematyczne, t. XIX, Warszawa 1915.

3) W. Dziewulski. *O przebiegu rocznym usłonecznienia w Krakowie, Zakopanem i Lwowie.* Spraw. Kom. Fizjogr. P. A. U., tom 51, Kraków 1917, (Biul. Obs. Astr. Wilno 1920).

Władysław Gorczyński.

Heliographic records in Warsaw (1903–1938) and some comparisons with Gdynia and Dantzig.

(From the Actinometrical Laboratory, Science Society, Warsaw).

SUMMARY.

The Polish text contains an introduction and 3 chapters. In the first chapter are described the various installations of the heliograph (Campbell-Stokes recorder) and the effect of obstacles on sunshine records in Warsaw.

In the second chapter are discussed the relatively very great aperiodic variations between monthly and annual mean values taken for different years and for various periods. In the same chapter are mentioned the effects of impurity of the atmosphere with special attention of the volcanic eruptions.

In the third chapter we find several numerical tables giving monthly and annual values of the duration of bright sunshine in Warsaw for the period of 36 years (1903—38).

Together with the mean values (in hours per day) are established the corresponding heliographic corrections and calculated

the possible (recordable) sunshine not only for the capital of Poland but also for her harbours of Baltic Sea, including the peninsula of Hel.

In the same chapter we consider once more the hours of bright sunshine (with the corresponding percentages), but calculated only for the interval of six hours of time approaching noon (from 9 to 15 hours).

The reason for the choice of this interval is simple: between 9 a. m. and 3 p. m. is the altitude of the Sun on the horizon sufficiently high (for the latitudes situated 55 North-Equator 55 South) to produce recordable traces on the heliographic cards used in the standard Campbell-Stokes instrument.

The values (in hours and percentages) established for the above named interval are of great importance from the two points of view: they are directly comparable for various localities and, secondly, they are independent from the latitude. It is worthwhile to note that the latter effect of geographical latitude produces, even in the territory of Poland, the differences approaching 1.3 hours by sunrise or sunset as may be seen from the following little table:

Lat. 54°8	December 7.3	June 17.3	Difference 10.0 hours
Lat. 47°8	December 8.5	June 16.0	Difference 7.5 hours.

We note then that the mean monthly duration of a day, in the Polish Shores of Baltic Sea, are greatly favored in comparison with the south frontier of Poland (in Karpatians Mountains near to Rumanian territory).

On the other side, the month of December, as representative for the mid-winter, are disadvantaged in the same proportion. The whole effect is the loss of 2.5 hours between the Baltic Sea and the south border of Poland.

In the same chapter are given 3 examples for the diurnal variations of the duration of bright sunshine for following stations: Warsaw, Dantzig on the Baltic shores and Zakopane situated in Tatra-Mountains. It follows from corresponding numerical values that the maxima in the daily values are mostly observed before noon, in the morning hours.

We find, in the Polish text, several numerical tables (provided with English subtitles and with explanation in both languages), namely:

Tab. I. Duration of bright sunshine in hours (Campbell-Stokes heliograph). Warsaw:

- A) Period 1903—1915. Meteorological Bureau of Museum.
 - B) Period 1915—1923. Science Society of Warsaw.
 - C) Period after May, 1924. Meteorological Institute of Poland.
- Mean values, Max. abs. and Min. abs. for the whole period: 1903—1938.

Tab. I bis. Heliographic records of Warsaw (hours per day):

- A) Mean values (1904—1937).
- B) Astronomical duration of day (Lat. $52^{\circ} 2' N$).
- C) Heliographic corrections (in hours) for various periods.
- D) Possible (heliographic recordable) duration for various periods.
- E) Percentages of bright sunshine for the same periods.

Tab. I ter. Mean duration and percentages of bright sunshine (Baltic Sea shores).

- 1) Astronomical duration of day (lat. $54^{\circ} \frac{1}{2}' N$).
- 2) Dantzig. Heliographic corrections and possible (recordable) sunshine.
- 3) Mean values (in hours) for Dantzig.
- 4) Percentages of bright sunshine (sunrise-sunset) in Dantzig.
- 5) Hel. Corrections, possible and % sunshine.
- 6) Comparisons with Warsaw.

Tab. II. Percentages of bright sunshine for the interval of six hours (9^h — 15^h). Warsaw. Monthly and annual values for 17 separate years: 1922—1938. Mean values for 3 periods: 1932—37, 1922—37, and 1928—37.

Tab. III. Sunshine duration (in hours and tenth) during six hours of time (9—1 h) Warsaw. Monthly and annual values for 17 years (separate for each year of the period: 1922—1938). Mean values for 4 periods: 1932—37, 1928—37, 1922—37 and 1904—09.

Tab. IV. Diurnal variation of the duration of bright sunshine in $\frac{0}{100}$ (hunderths of an hour) for 4 seasons and the year. Warsaw and Dantzig. Period of 10 years (1927—36). Zakopane (Tatra-Mountains). Period: 1924—38.

Tab. V. Numbers of days without bright sunshine. Warsaw, 1903—37. From all these tables and discussions we deduce once more:

1) that in summer the most sunny places in Poland are to be found on the Polish shores of Baltic Sea.

2) that in winter, and generally in the colder half-year, the mountain stations (like Zakopane in Tatra or similar health and sporting places situated in the altitudes of nearly 1 km) are more favored in this time than Warsaw and the other regions in Poland.

Duration of bright sunshine (in hours) between sunrise and sunset. Period: 1932—37.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	i—XII
Gdynia (with Dantzig)	1·9	2·4	4·2	6·3	8·3	10·0	9·0	7·9	6·6	4·0	2·2	1·1*	5·3
Hel	1·6	2·0	3·9	5·8	8·3	9·7	8·8	7·7	5·7	3·4	2·1	1·2*	5·0
Warsaw	1·7	2·2	3·7	5·6	7·8	8·5	7·6	6·8	5·8	3·4	1·7	1·3*	4·7
Zakopane (H = 833 m)	3·1	2·8	5·4	4·9	6·1	6·3	6·4	5·2	6·1	4·5	3·1	2·2*	4·7
Percentages of sunshine for the same period. Interval of six hours only (9 ^h —15 ^h).													
Gdynia (with Dantzig)	28	33	45	56	63	68	65	63	62	46	31	18*	48
Hel	24	29	42	56	63	68	62	62	60	42	29	16*	46
Warsaw	23	28	42	51	63	63	58	59	64	40	23	20*	45
Zakopane (H = 833 m)	45	32*	55	48	47	44	47	41*	56	49	42	35	45

The geographical coordinates for the station of Zakopane (Tatra-Mountains) Lat. N. 49°17' Long. E. Greenw. 19°57', H = 833 m.

We are sincerely obliged to Dr. Stenz, well known member of the Solar Radiation Commission and author of many valuable actinometric papers, for the permission to reproduce in the first chapter of this paper the results of his investigations of the topographical conditions of Warsaw from the heliographic point of view. We present also many thanks to Mr. J. Fedorowicz, the chief of the meteorological Station of Zakopane for the mean results of heliographic records in this well known health and sporting place, situated in the Tatra Mountains.

Posiedzenie

z dnia 24 stycznia 1939 r.

Zdzisław Macierewicz.

Synteza laktonu substancji macierzystej jangoniny.

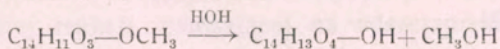
Przedstawił W. Lampe dnia 24 stycznia 1939 r.

La synthèse du lactone de la matière première de yangonine.

Mémoire présenté par M. V. Lampé dans la séance du 24 janvier 1939.

W roku 1874 Noeltling i Kopp¹⁾ wydzielili z wyciągu alkoholowego korzeni *Macropiper methysticum* jangoninę, związek krystalizujący w postaci zielonkawo żółto zabarwionych pryzmatów o t. 154°.

Według Winzheimera²⁾ zawartość tego produktu w surowym korzeniu nie przekracza 0,184%, to też otrzymanie większych ilości związku nastęczało duże trudności. Mimo to udało się wspomnianemu badaczowi ustalić wzór sumaryczny: C₁₅H₁₄O₄, stwierdzić laktonowy charakter jangoniny, oraz obecność dwóch grup metoksylowych i wiązania podwójnego, łatwo ulegającego redukcji. Dalsze badania Winzheimera doprowadziły, przez zmydlenie jednej grupy metoksylowej i rozszczepienie pierścienia laktonowego, do otrzymania kwasu jangonowego:



który łatwo traci bezwodnik węglowy, wytwarzając jangonol: C₁₃H₁₄O₄, związek o charakterze kwaśnym.

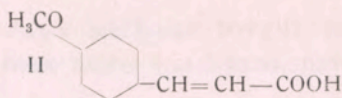
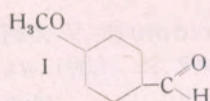
W roku 1914 W. Borsche i M. Gerhardt³⁾ ogłosili pracę, w której podali wyniki systematycznych badań analitycznych nad jangoniną.

Odbudowa jangoniny pod wpływem działania ługów na gorąco daje aldehyd anyżowy (wzór I) i kwas p. metoksy-cynamonowy (wzór II). Bardziej złożonych produktów rozpadu nie udało się otrzymać, gdyż ługi rozkładają szybko substancje odbudowy jangoniny.

¹⁾ Le Moniteur Scientifique 1872, 920.

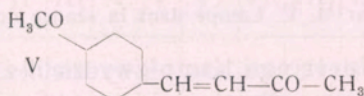
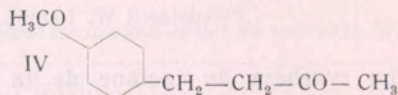
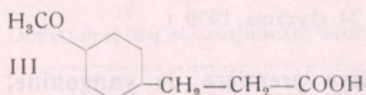
²⁾ C. 1908. II 888.

³⁾ B. 47. 2902 (1914).

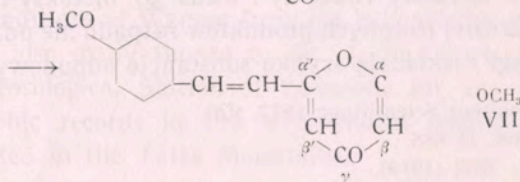
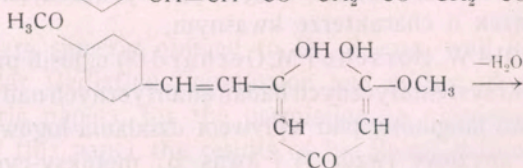
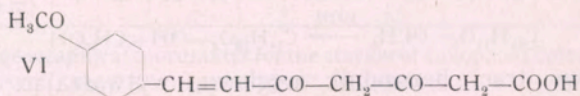


Pomyślniejsze wyniki osiągnęli niemieccy badacze poddając działaniu ługu dwuhydro-jangoninę — produkt katalitycznej redukcji związku naturalnego, — otrzymali oni obok kwasu p. metoksy-hydrocynamonowego (wzór III) hydroanizaloaceton (wzór IV).

Wobec tego należało przyjąć, że częścią składową związku niehydrowanego — jangoniny — jest anizaloaceton (wzór V) $C_{11}H_{12}O_2$



Otrzymany przez Winzheimerera kwas jangonowy posiada wzór: $C_{14}H_{14}O_5$, można więc związek ten wyprowadzić z anizaloacetonu $C_{11}H_{12}O_2$ przyłączając do niego ugrupowanie $C_3H_2O_3$, inaczej mówiąc zastępując jeden atom wodoru anizaloacetonu przez grupę $-CO-CH_2-COOH$. Wobec tego kwas jangonowy miałby budowę kwasu p. metoksy-cynamoilo-acetylooctowego (wzór VI). Pamiętając, że kwas jangonowy powstaje z jangoniny przez zmydlenie jednej z dwóch grup metoksyowych i przyłączenie wody, należy przyjąć, że jangonina jest bezwodnikiem estru jangonowego, a za tym α' [p. metoksy-styrylo] α -metoksy- γ -pyronem (wzór VII).



Hipotezę przynależności jangoniny do licznie w świecie roślinnym występujących pochodnych γ -pyronu poparłi W. Borsche i M. Gerhardt następującymi faktami doświadczalnymi:

jangonina podobnie jak dobrze poznany α' -dwumetylo- γ -pyron posiada następujące własności:

- 1) daje sole oksoniowe z FeCl_3 , AuCl_3 , H_2PtCl_6 ,
- 2) wytwarza z amoniakiem pochodną pirydonu,
- 3) ulega rozkładowi pod wpływem działania ługu, — powstają produkty podobne do otrzymanych podczas rozszczepiania α' -dwumetylo- γ -pyronu.

Studia W. Lampego i Z. Buczkowskiej⁴⁾, rozpoczęte w 1918 roku, a zmierzające do syntezy substancji macierzystej jangoniny, doprowadziły do otrzymania α' -styrylo- β' -karboksypyrononu; wymienieni badacze spotkali się z nieprzewidywanymi trudnościami w przeprowadzeniu otrzymanego przez nich połączenia w α' -styrylo-pyronon.

Bieg syntezy był następujący:

Kondensacja chlorku kwasu cynamonowego z solą sodową estru acetonodwukarbonowego powoduje powstawanie estru etylowego kwasu cynamoiloacetonodwukarbonowego. Wytworzony pod wpływem działania alkoholowego roztworu ługu kwas cynamoiloacetonodwukarbonowy, ulegał podczas ogrzewania z bezwodnikiem octowym przemianie — powstawał α' -styrylo- β' -karboetoksy-pyronon. Zmydlenie tego związku, nie przedstawiające żadnych trudności, doprowadziło do otrzymania α' -styrylo- β' -karboksypyrononu.

Ostatniej reakcji, polegającej na odszczepieniu bezwodnika węglowego od zsyntetyzowanego produktu, nie udało się wykonać mimo szeregu doświadczeń, zmierzających do tego celu.

Wobec tego niepowodzenia sprawa zbudowania α' -styrylo-pyrononu pozostawała nadal nie rozstrzygnięta.

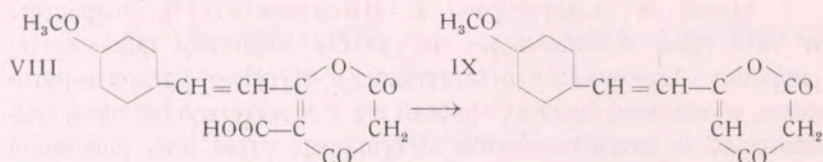
W roku 1929 W. Borsche i K. Bodenstein⁵⁾ ogłosili syntezę jangoniny, doprowadzoną właściwie do otrzymania laktonu jango-

⁴⁾ Praca doktorska Z. Buczkowskiej złożona Wydz. Fil. Uniw. Jagiel. w r. 1919.

⁵⁾ B. 62. 2515 (1929).

nowego (wzór IX). Droga jaką obrali uczeni niemieccy w swych poszukiwaniach nie odbiegała zasadniczo od kierunku badań W. Lampego i Z. Buczkowskiej.

Borsche i Bodenstein otrzymali α' -[p. metoksy-styrylo]- β' -karboksy-pyronon, używając jako materiału pierwotnego reakcji chlorek kwasu p. metoksy-cynamonowego. Odszczepienie bezwodnika węglowego od powstałego związku (wzór VIII) udało się przeprowadzić pod wpływem ogrzewania produktu w nitrobenzenie. Porównanie własności zsyntetyzowanego związku z laktonem, otrzymanym z jangoniny, wykazało tożsamość tych substancji.



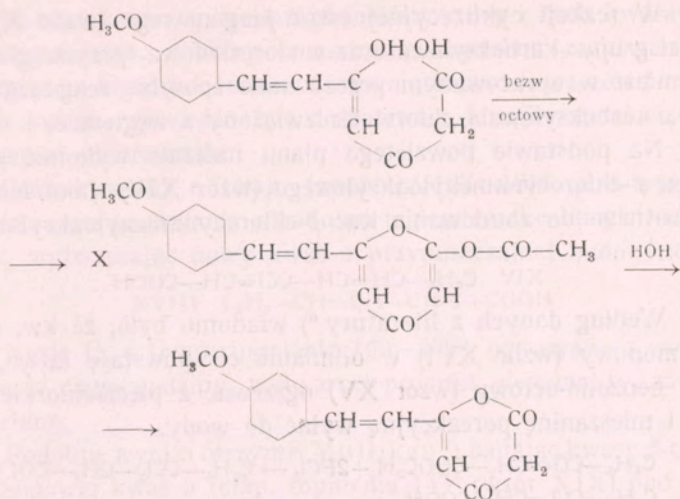
Z 0,6 g kwasu Borsche i Bodenstein otrzymywali 0,2 g surowego laktonu (wydajność około 45%). Pomimo tak dobrego wyniku dekarboksylacji badacze ci nie przeprowadzili zsyntetyzowanego laktonu w jangoninę — nie ma o tym wzmianki w wyżej wymienionej publikacji.

Wobec takiego stanu rzeczy uważałem kwestię syntezy jangoniny za otwartą i zająłem się opracowaniem tego zagadnienia.

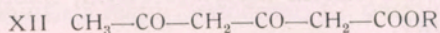
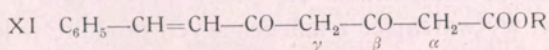
Badania swe rozpocząłem od zsyntetyzowania α' -styrylo- α -metoksy- γ -pyronu — substancji macierzystej jangoniny.

Mając na uwadze trudności w otrzymaniu laktonu substancji macierzystej jangoniny, spowodowane niemożliwością usunięcia grupy karboksylowej z pierścienia pyrononowego ułożyłem plan syntezy, której cechą charakterystyczną była możliwość bezpośredniego otrzymania niepodstawionego α' -styrylo-pyrononu.

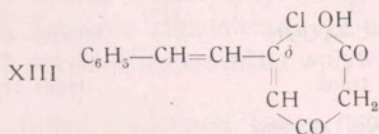
Z badań Winzheimera wiadomo, że z jangoniny można otrzymać kwas i ester jangonowy, które to związki, ogrzewane z bezwodnikiem octowym ulegają ponownej cyklizacji, tworząc acetylowany lakton jangoniny (wzór X). Acetylolakton pod wpływem działania ługu łatwo odszczepia rodnik kwasu octowego i wytwarza α' p. metoksy styrylo-pyronon.



Podobnie powinna przebiegać reakcja z bezwodnikiem octowym estru lub kwasu γ -cynamoiloacetylooctowego (wzór XI), związku dotychczas nieznanego. Synteza produktów typu estru jangonowego, to znaczy γ podstawionych acylowych pochodnych estru acetylooctowego, napotyka do tej pory na nieprzewyżnione trudności, dotychczas znany jest tylko jeden przedstawiciel tej klasy związków, tak zwany ester Sproxtona (wzór XII), otrzymany przez rozszczepienie kwasu trójacetowego

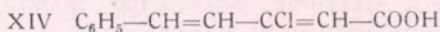


Wobec powyższego nie próbowałem opracowywać syntezy kwasu, czy estru γ -cynamoiloacetylooctowego, lecz zająłem się zbudowaniem związku, posiadającego również siedmiowęglowy łańcuch boczny, który mógłby ulegać zamknięciu z wytworzeniem pierścienia pyrononowego. Właściwościom podobnym odpowiada kwas β -chloro-cynamenylo-akryloilo-octowy (wzór XIII),

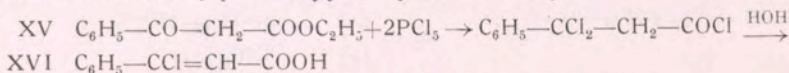


W reakcji cyklizacyjnej estru jangonowego (wzór X) biorą udział grupy: karboksylowa oraz wodorotlenowa (przy węglu δ), — natomiast w opracowanym przeze mnie sposobie reagować miały grupa karboksylowa i chlorowiec związany z węglem δ .

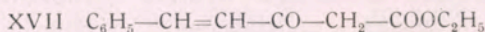
Na podstawie powziętego planu należało wykonać syntezę kwasu β -chlorocynamenyloakrylowego (wzór XIV), jako materiału pierwotnego do zbudowania kw. β -chlorocynamenyloakryloiloctowego.



Według danych z literatury ⁶⁾ wiadomo było, że kw. chlorocynamonowy (wzór XVI) w odmianie *cis* powstaje łatwo, jeżeli ester benzoilo-octowy (wzór XV) ogrzewać z pięciochlorkiem fosforu i mieszaninę poreakcyjną wylać do wody.



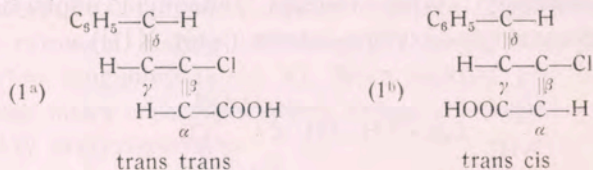
W celu otrzymania kw. β -chlorocynamenyloakrylowego użyłem estru cynamoiloctowego (wzór XVII); reagował on z pięciochlorkiem fosforu,



tworząc dość dużą ilość gęstego oleju, którego dokładnie jeszcze nie zbadałem, oraz mieszaninę dwóch chlorokwasów.

Różne własności fizyczne i chemiczne wskazują, że kwasy te są izomerami geometrycznymi kwasu chlorocynamenyloakrylowego. Dowodem znajdowania się chloru przy węglu β są reakcje cyklizacyjne, wytwarzające z łańcuchowych produktów kondensacji chlorków tych kwasów z estrem acetylooctowym, sześcioczłonowy pierścień heterocyklowy.

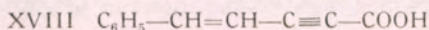
Jeżeli przyjąć, że podwójne wiązanie między węglami γ i δ (pochodzące od kw. *trans* cynamonowego, użytego do syntezy estru cynamoiloctowego) ma niezmienną konfigurację *trans*, to różnica między kwasami będzie polegała na różnym rozmieszczeniu chloru i wodoru przy węglach β i α .



⁶⁾ Journ. of Chem. Soc. 47. 256.

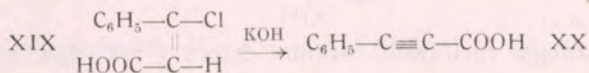
W celu rozstrzygnięcia zagadnienia, który z tych kwasów ma budowę trans-cis, a który trans-trans, zbadałem zachowanie się ich względem ługu. Jak to można wywnioskować ze wzorów pierwszy z tych kwasów powinien być dość trwały, drugi natomiast łatwo odszczepiać chlorowodór.

Otóż kwas 1^b o temp. topnienia 197—198^o, pod wpływem 8-minutowego ogrzewania z wodnym ługiem traci całkowicie chlorowodór, wytwarzając nowy kwas o przypuszczalnej budowie:



Kwas 1^a, o temp. topnienia 169—170^o, ogrzewany z wodnym ługiem w ciągu godziny, wytwarzał produkt niejednolity, zawierający chlor.

Podobne wyniki otrzymał Mulliken ⁷⁾ badając kwasy β-chlorocynamonowe; kwas o temp. topnienia 143^o (wzór XIX) pod wpływem ogrzewania w ługu łatwo tracił chlorowodór, dając kw. fenylopropiolowy (wzór XX).



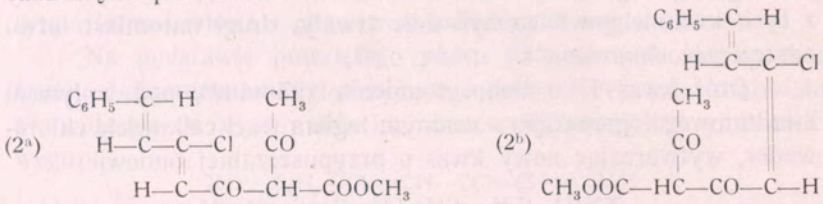
Natomiast kwas topiący się w temp. 132·5^o, pomimo znacznie dłuższego ogrzewania z ługiem, odszczepiał chlorowodór tylko częściowo. Wymieniony badacz podaje jako cechę charakterystyczną, odróżniającą oba związki, trudną rozpuszczalność w alkoholu soli potasowej kwasu cis i bardzo dużą rozpuszczalność soli kwasu trans.

Otóż alkoholowy roztwór kwasu 1^b, zadany alkoholowym ługiem, wydziela nierozpuszczalną sól potasową w postaci długich, grubych bezbarwnych igieł. Kwas 1^a wytwarza w tych samych warunkach sól rozpuszczalną, wydzielenie jej następuje po odparowaniu roztworu. Z doświadczeń tych wynika, że kwas 1^b ma budowę trans-cis a kwas 1^a trans-trans.

Udowodniwszy budowę otrzymanych kwasów, zająłem się przekształceniem ich w chlorki kwasowe i kondensacją tych ostatnich z solą sodową estru acetylooctowego. Prowadzenie syntezy równoległe z dwoma izomerycznymi związkami było usprawiedliwione chęcią zbadania zagadnienia, czy konfiguracja przestrzenna otrzymanych połączeń będzie miała wpływ na łatwość powstawania

⁷⁾ S. Mulliken. Dissertation. Leipzig (1890).

pierścieni heterocyklowych. Wyniki doświadczeń wykazały, że pochodne kwasu trans-trans i trans-cis z równą łatwością ulegały zamknięciu pierścienia.

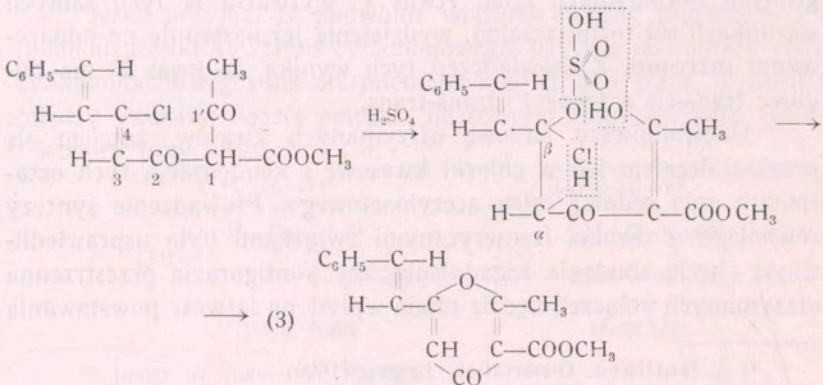


Otrzymane połączenia wytwarzają pod wpływem działania stężonego kwasu siarkowego — z wydzielaniem chlorowodoru i wody α' styrylo- α -metylo- β -karbometoksy- γ -pyron (wzór 3).

Przebieg reakcji można sobie wyobrazić w sposób następujący: kwas siarkowy przyłącza się do podwójnego wiązania między węglami 3 i 4 w taki sposób, że wodór kwasu siarkowego łączy się z węglem 3 a pozostałość $-\text{O}-\text{S}(\text{OH})_2$ z węglem 4. Powstanie takiego

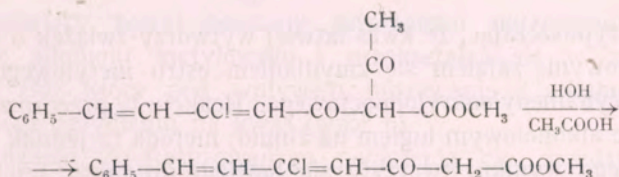
układu wzmacnia ruchliwość atomu chloru i tak dość ruchliwego ze względu na położenie β w stosunku do grupy karbonylowej. Następuje wydzielanie chlorowodoru z przywróceniem wiązania podwójnego. W dalszym przebiegu reakcji zachodzi zamknięcie pierścienia spowodowane wydzielaniem cząsteczki kwasu siarkowego z udziałem grupy $-\text{O}-\text{S}(\text{OH})_2$ i — wytworzonej przez enolizację —

grupy hydroksylowej, związanej z węglem 1'.



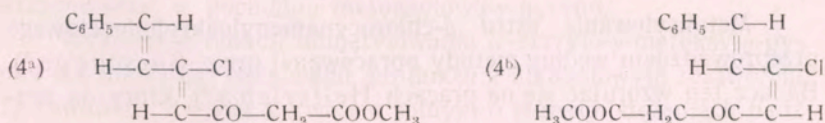
Jasną jest rzeczą, że ugrupowanie trans lub cis przy węglach 3 i 4 nie wpływa na przebieg reakcji, ponieważ następuje przejściowe wysycenie podwójnego wiązania, powodującego izomerię. Z izomerycznych więc związków 2^a i 2^b powstaje jeden α' -styrylo- α -metylo- β -kARBOMETOKSY- γ -PYRON (wzór 3), co potwierdza wynik analizy elementarnej, ilość grup OCH₃, oraz brak depresji w temp. topnienia mieszaniny obu preparatów. Dalsze badania wykazały, że podobne zamknięcie pierścienia zachodzi podczas ogrzewania związku 2^a lub 2^b, w bezwodnym kwasie octowym z dodatkiem octanu potasu.

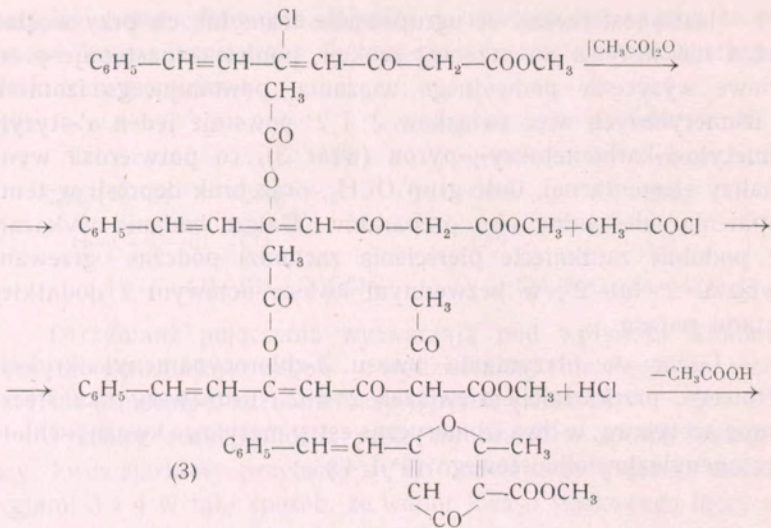
Dążąc do otrzymania kwasu β -chlorocynamenyloakryloilo-octowego, przekształciłem związek 2^a i 2^b, usunąwszy z cząsteczki grupę acetylową, w dwa izomeryczne estry metylowe kwasu β -chlorocynamenyloakryloilo-octowego (4^a i 4^b).



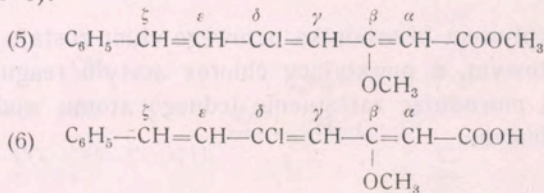
Próby wytworzenia z estru metylowego kwasu β -chlorocynamenyloakryloilo-octowego związku, zawierającego pierścień pyronowy zawiodły — dwugodzinne ogrzewanie produktów z bezwodnikiem octowym doprowadziło do otrzymania α' -styrylo- α -metylo- β -kARBOMETOKSY- γ -PYRONU (wzór 3). Przebieg reakcji jest następujący:

Pod wpływem bezwodnika octowego chlor zostaje zastąpiony kwasem octowym, a powstający chlorek acetylu reaguje z grupą metylenową powodując zastąpienie jednego atomu wodoru rodniem acetylowym.





Przypuszczając, że kwas łatwiej wytworzy związek o układzie pyrononowym, zająłem się zmydleniem estru metylowego kwasu β -chlorocynamenuoakryloiloctowego. Reakcję tę przeprowadzałem działając alkoholowym ługiem na zimno; metoda ta jednak nie dała pożądanego wyniku, tworzyły się bowiem produkty smoliste nie krystalizujące, przypuszczalnie powstałe pod wpływem rozszczepiającego działania ługu na układ dwuketonowy związku. Wobec tego postanowiłem wymienioną wyżej substancję przekształcić w ester metylowy kwasu β -metoksy- δ -chloro- ζ -fenylo-heptatrienowego. Związek ten (wzór 5) nie posiada już układu β -dwuketonowego i pod wpływem alkoholowego ługu powinien był łatwo wytworzyć kwas (wzór 6).



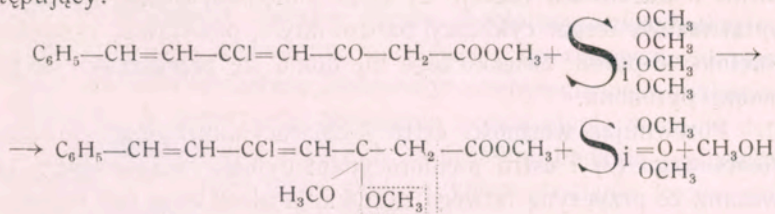
Metoksylowanie estru β -chlorocynamenuoakryloiloctowego przeprowadziłem według metody opracowanej przez Borsche'go⁸⁾. Badacz ten wzorując się na pracach Helferich'a⁹⁾, który do syn-

⁸⁾ B. 63. 2419 (1930).

⁹⁾ B. 57. 795 (1924).

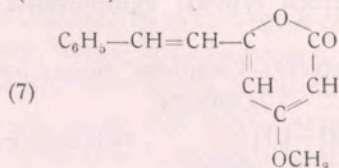
tezy acetalu użył z powodzeniem ortokrzemianu metylowego, poddał działaniu tego odczynnika ester metylowy kwasu cynamenuoakryloilooctowego, otrzymując w ten sposób ester metylowy kwasu kawainowego. Związek ten pod wpływem działania alkoholowego ługu przeprowadził Borsche w kwas kawainowy.

Opisaną wyżej reakcję wykonałem w nieco zmienionych warunkach i otrzymałem łatwo ester metylowy kwasu β -metoksy- δ -chloro- ζ -fenyloheptatrienowego. Synteza ta miała przebieg następujący:



Powstający acetal poddany ostrożnemu ogrzewaniu traci cząsteczkę alkoholu metylowego i przekształca się w związek o wzorze (5), który pod wpływem ogrzewania z alkoholowym ługiem ulega zmydleniu na kwas (wzór 6).

Cyklizacja zsyntetyzowanego połączenia nie przedstawiała żadnych trudności: ogrzewanie z bezwodnikiem octowym, oczyszczonym od kwasu octowego przez destylację z bezwodnym węglanem wapniowym, doprowadziło do otrzymania α' -styrylo- γ -metoksy- α -pyronu (wzór 7).



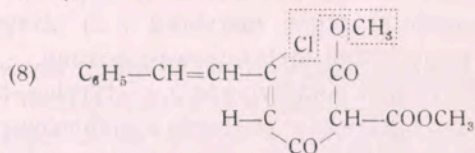
Związek ten różni się od substancji macierzystej jangoniny miejscem przyłączenia grupy metoksykowej, należało zatem 1) usunąć z cząsteczki grupę metylową i 2) otrzymany lakton przeprowadzić w pochodną metoksyową- γ -pyronu.

Wykonanie reakcji odmetylowania α' -styrylo- γ -metoksy- α -pyronu nie udało się; ogrzewanie produktu z alkoholowym roztworem chlorowodoru, a także z kwasem solnym o różnych stężeniach bądź nie zmieniało związku pierwotnego, bądź też doprowadzało do rozpadu substancji.

Z zestawienia dotychczasowych badań wynika, że zastosowanie do reakcji nierozkrzewionego łańcucha siedmioczłonowego nie powoduje otrzymania oczekiwanych związków o budowie pyrononowej. Dowodzą tego fakty następujące: 1) zbudowany przeze mnie ester metylowy kwasu β -chlorocynamenoakryloiloctowego nie przekształcał się w związek o pierścieniu pyrononowym, lecz wytwarzał pochodną γ pyronu; synteza ta odbywała się po uprzednim przyłączeniu grupy acetylowej do węgla 1, zachodzącym samorzutnie w warunkach reakcji. 2) kwas β -metoksy- δ -chloro- ζ -fenyloheptatrienowy ulegał cyklizacji bardzo łatwo, powstawał α' -styrylo- γ -metoksy- α -pyron; związku tego nie udało się przekształcić w pochodną pyrononu.

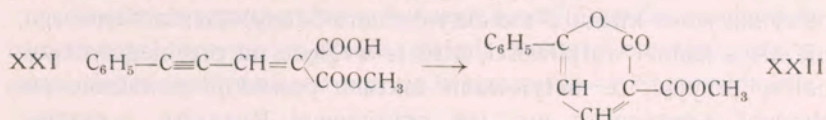
Porównując własności estru β -chlorocynamenoakryloiloacetylooctowego (2) i estru β -chlorocynamenoakryloiloctowego (4) uważam, że przyczyną łatwego zamykania pierścienia jest obecność w połączeniu pierwszym grupy metinowej, związanej z trzema rodnikami o charakterze kwaśnym. Wiadomo, że układ taki nie jest trwały i bądź to traci grupę acetylową, wytwarzając znacznie trwalszy związek typu (4), bądź też stabilizuje się przez śródcząsteczkową kondensację — powstaje wtedy związek pyronowy (3). Pierścień heterocyklowy ostatnio wymienionego połączenia powstaje z udziałem grupy acetylowej, natomiast synteza układu węglowego pyrononu wymaga udziału w reakcji grupy karboksylowej. Wobec

tęgo sądziłem, że jeżeli zamiast ugrupowania $-\text{CO}-\text{CH}$ wprowadzę do cząsteczki kompleks, posiadający dwie grupy karbometoksyłowe $-\text{CO}-\text{CH}$, związane z węglem metinowym, to wtedy powinno nastąpić wytworzenie α' -styrylo- β -karbometoksy-pyrononu (wzór 8).

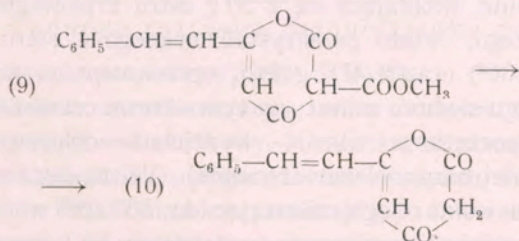


Łatwość tworzenia się układu pierścieniowego, zwłaszcza sześcioczłonowego, jest dowodem ogólnej dążności do wewnątrz-

cząsteczkowego obniżenia napięć i ładunków elektrycznych — związek przekształca się w formę, zapewniającą mu największą trwałość. Potwierdzeniem tego poglądu może być, opisany przez Claisena ¹⁰⁾, przypadek powstawania układu heterocyklowego:



Kondensacja chlorku kwasu β -chlorocynamenyloakrylowego z solą sodową malonianu metyloвого spowodowała otrzymanie estru metylowego kwasu β -chlorocynamenyloakryloilo-malonowego. Sądziłem, że zamknięcie pierścienia będzie mogło nastąpić dopiero po zmydleniu grupy estrowej, tymczasem badania wykazały, że związek ten bardzo łatwo pod wpływem działania kwasu siarkowego stężonego tracił składniki chlorowodoru oraz alkohol metylowy, dzięki czemu powstawał α' -styrylo- β -karbometoksy-pyrnon (wzór 9).



Produkt ten o charakterze cyklowego β -dwuketonu łatwo ulega zmydleniu oraz równoczesnej dekarboksylacji pod wpływem ogrzewania z alkoholowo-wodnym ługiem; w wyniku tych reakcji tworzy się α' -styrylo-pyrnon (wzór 10), czyli lakton substancji macierzystej jangoniny. Metylowanie związku bądź to dwuazometanem w roztworze eterowym, bądź też siarczanem dwumetylowym prowadzi do otrzymania jedno-metylowego eteru; reakcję tę wykonałem w warunkach, stosowanych przez Borschego do metylowania laktonu jangonowego. Badacz ten przyjmuje dla produktu metylowania budowę α' -p. metoksystrylo- α -metoksy- γ -pyronu (wzór VII), wobec tego związek otrzymany przeze mnie powinien posiadać budowę α' -styrylo- α -metoksy- γ -pyronu, a zatem różnić się zasadniczo od opisanego uprzednio na stronie 11 α' -styrylo- γ -metoksy- α -pyronu (wzór 7).

¹⁰⁾ B. 36. 3671 (1903).

Porównanie postaci krystalicznej, widma absorbcyjnego i temp. topnienia obu produktów, a także stwierdzenia braku obniżenia temp. topnienia mieszaniny preparatów — wykazały tożsamość związków. Ponieważ miejsce grupy metoksyowej w połączeniu otrzymanym z kwasu β -metoksy- δ -chloro- ζ -fenylo-heptatrienowego, nie ulega żadnej wątpliwości, a to ze względu na przebieg syntezy, należy przyjąć, że metylowanie laktonu powoduje powstanie pochodnej α -pyronu, a nie, jak przyjmował Borsche, γ -pyronu. Ostateczne wyjaśnienie tego zagadnienia będzie możliwe dopiero po zsyntetyzowaniu laktonu jangonowego i otrzymaniu substancji, powstającej z niego na skutek metylowania. Badania te są w toku.

Część doświadczalna

1) Kwasy trans-cis i trans-trans- β -chloro-cynamenyl-akrylowe (wzory 1a i b).

Mieszaninę, składającą się z 20 g estru etylowego kwasu cynamoilooctowego, świeżo przekrystalizowanego z eteru naftowego (o. t. w 18—30°) oraz z 47.7 g PCl_5 ogrzewałem na wrzącej łaźni wodnej w ciągu siedmiu minut; po tym okresie czasu ustało prawie zupełnie — początkowo silne — wydzielanie chlorowodoru i powstał ciężki olej barwy ciemnoczerwonej. Oleistą ciecz po ostygnięciu wlewałem wolno ciągle mieszając do 300 cm^3 wody z lodem; podczas czynności tej gwałtownie wydziela się HCl , produkt reakcji zaś osiada na dnie naczynia jako jasnożółta półstała masa. Po sześciu godzinach zdekantowałem kwaśny roztwór a pozostałość rozcierałem w moździerzu z małą ilością benzenu, który rozpuszcza żywcowate uboczne produkty reakcji. Otrzymaną gęstą papkę przesączyłem przez lejek Büchner'a — na sączku pozostała substancja o wyglądzie zbitej stałej masy zabarwionej kremowo; wydajność surowego produktu wynosiła 5 g.

Podczas pięciominutowego gotowania substancji z małą ilością benzenu do roztworu przechodzi kwas trans-trans- β -chlorocynamenyl-akrylowy, nierozpuszczoną natomiast pozostaje odmiana trans-cis. Z przesączu krystalizuje się kwas trans-trans w postaci bezbarwnych pryzmatycznych igieł, topiących się w temp. 165—170° z rozkładem. Ponowna krystalizacja z dużej ilości eteru naftowego doprowadza do otrzymania substancji w postaci długich pryzmatycznych igieł o temp. topn. 169—171° z rozkładem.

Analiza.

23·11 mg. subst. 53·53 mg—CO₂; 9·24 mg—H₂O; 0·1401 g. subst. 0·0958 g AgCl
C₁₁H₉O₂Cl (208·45) obliczono: %C—63·30; %H—4·31; %Cl—17·04;
znaleziono: %C—63·17; %H—4·47; %Cl—16·93.

Część nierozpuszczalną w benzenie krystalizowałem z alkoholu metylowego, otrzymując długie, pięknie wykształcone igły, zakończone piramidami; związek topi się w temp. 197—198° z rozkładem.

Analiza.

26·84 mg subst. 62·62 mg CO₂; 10·40 mg—H₂O; 0·1371 subst; 0·0963 g AgCl.
C₁₁H₉O₂Cl (208·45) Obliczono: %C—63·31; %H—4·31; %Cl—17·04;
znaleziono: %C—63·63; %H—4·33; %Cl—17·38.

Alkoholowy roztwór kwasu zadany obliczoną ilością alkoholowego KOH powoduje wytrącenie się trudno rozpuszczalnej soli potasowej kwasu trans-cis, podczas gdy kwas trans-trans w tych samych warunkach daje sól dobrze rozpuszczalną w alkoholu.

2) Zachowanie się kwasów trans-cis i trans-trans względem wodnego roztworu wodorotlenku potasowego.

Kwas styrylo-propiolowy (wzór XVIII).

0·57 g dobrze sproszkowanego kwasu trans-cis nadałem roztworem 0·38 g KOH w 4 cm³ wody. Mieszaninę ogrzewałem do wrzenia w ciągu 8 minut. Po ostygnięciu rozcieńczyłem wodą i wytrąciłem 10%-wym HCl. Związek krystalizuje się z mieszaniny benzenu i eteru naftowego w postaci bezbarwnych osławkowatych kryształków, topiących się w temp. 149—150° z rozkładem. Reakcja na chlorowec ujemna. Kwas siarkowy stężony rozpuszcza związek dając roztwór czerwono-brązowy o zielonej fluorescencji. Wodny roztwór kwasu, zadany wodnym roztworem HgCl₂, daje biały osad charakterystyczny dla ugrupowania —C=C=C— albo —C—C≡C¹¹⁾. Substancja przechowywana w świetle i w powietrzu brunatnieje.

Analiza.

0·1238 g subst. 0·3474 g CO₂; 0·0520 g—H₂O.
C₁₁H₈O₂(172) obliczono: %C—76·73; %H—4·65;
znaleziono: %C—76·53; %H—4·67.

Reakcję kwasu trans-trans z wodnym ługiem przeprowadziłem najpierw w podobnych warunkach, później ze zwiększeniem stężenia ługu i czasu ogrzewania. Po godzinnym ogrzewaniu otrzymałem

¹¹⁾ B. 14. 1540 (1881).

produkt, który, po przekrystalizowaniu z benzenu przedstawiał się niejednolicie (pod mikroskopem widoczne były kryształki w kształcie osełek i igieł). Oznaczenie chloru dało wynik, świadczący o tym, że reakcji uległo tylko 33% kwasu.

0·11844 g subst.; 0·05426 g—AgCl; znaleziono %Cl—11·32.

3) Chlorki kwasów β -chloro-cynamenylo-akrylowych.

a) Chlorek kwasu trans-trans.

Do zawiesiny 1·85 g kwasu w 10 cm³ suchego CHCl₃ dodałem 4 cm³ SOCl₂ i mieszaninę ogrzewałem do wrzenia na łaźni wodnej. Mniej więcej po 0·5-godzinym gotowaniu cała ilość kwasu uległa rozpuszczeniu. Ciecz ogrzewałem jeszcze w ciągu 1·5 godz. w celu dokończenia reakcji, a następnie oddestylowałem nadmiar SOCl₂ z chloroformem. W celu usunięcia resztek chlorku tionylu, zestaloną masę rozpuściłem w chloroformie i oddestylowałem rozpuszczalnik pod zmniejszonym ciśnieniem; czynność tę powtarzałem trzykrotnie. Oczyszczony w ten sposób chlorek, tworzący jasnożółto zabarwione, cienkie igły, używałem do kondensacji z estrem acetylooctowym.

b) Chlorek kwasu trans-cis otrzymywałem w sposób podobny.

4) Estry metylowe kwasów β -chloro-cynamenylo-akryloilo-acetylo-octowych (wzory 2a i b).

a) Ester trans-trans.

Całą ilość chlorku trans-trans powstałą z 10 g kwasu rozpuściłem w 50 cm³ suchego eteru, po czym dodawałem porcjami 6·1 g suchej soli sodowej acetylo-octanu metylu. Już podczas dodawania pierwszych porcji soli sodowej barwa roztworu ciemnieje przechodząc w czerwoną i zaczyna się wydzielać NaCl w postaci subtelnej zawiesiny. Mieszaninę reakcyjną pozostawiłem w temperaturze pokojowej w ciągu 12 godzin, a następnie — w celu zakończenia reakcji — ogrzewałem kolbę z zawartością do wrzenia przez godzinę. W celu rozłożenia soli sodowej produktu reakcji zakwasilem mieszaninę rozcieńczonym kwasem siarkowym, a następnie roztwór eterowy przemyłem wodą do reakcji kwaśnej i dodałem nasycony na zimno wodny roztwór octanu miedzi. Podczas wyklócania zaczyna się wydzielać żółto-zielono zabarwiona sól miedziana produktu kondensacji; odsączyłem ją, następnie przemyłem wodą i eterem. Po wysuszeniu wygotowywałem związek z małą ilością eteru

w celu uwolnienia substancji od pewnej ilości zanieczyszczeń. Sól miedziową rozłożyłem w zwykły sposób, wstrząsając zawiesinę dobrze sproszkowanego związku w eterze z rozcieńczonym H_2SO_4 ; uwolniony od miedzi związek rozpuszcza się w eterze. Warstwę eterową przemywałem wodą do reakcji obojętnej, suszyłem bezwodnym Na_2SO_4 , następnie usuwałem eter przez odparowanie. Pozostałość w postaci drobnych, żółto zabarwionych igielek, przekryształizowałem z eteru naftowego (t. w. 18—30°); z rozpuszczalnika tego substancja wykryształizowuje w postaci kanarkowo żółtych pryzmatów o t. t. 102° (z rozkładem). Produkt wykazuje dodatnią reakcję na chlor, alkoholowy roztwór związku, zadany roztworem $FeCl_3$ barwi się na kolor wiśniowo-czerwony. Kwas siarkowy stężony rozpuszcza kryształki, tworząc roztwór czerwony, odznaczający się silną pomarańczową fluorescencją. Zabarwienie to jest bardzo nietrwałe, natychmiast z roztworu wydziela się chlorowódór i plyn zmienia barwę na kolor jasnożółty ze słabą zieloną fluorescencją.

Analiza.

0·1324 g subst.; 0·3044 g— CO_2 ; 0·0579 g— H_2O ; 24·50 mg subst. 5·05 $cm^3 Na_2S_2O_8$
 $C_{16}H_{15}O_4Cl$ (306·45) obliczono: %C—62·64; %H—4·89; % OCH_3 —10·16;
znaleziono: %C—62·70; %H—4·85; % OCH_3 —10·65.

b) Ester trans-cis.

Kondensację chlorku kwasu trans-cis z solą sodową estru acetylooctowego przeprowadziłem w sposób podobny. Ester metylowy kwasu trans-cis- β -chloro-cynamenylo-akryloilo-acetylo-octowego kryształizuje się z eteru naftowego w postaci żółtych pryzmatycznych igieł, topiących się w temp. 82—83° (z rozkładem), barwa tego związku jest mniej intensywna, niż izomeru trans-trans.

Analiza.

0·1356 g subst. 0·3109 g— CO_2 ; 0·0584 g— H_2O .
 $C_{16}H_{15}O_4Cl$ (306·45) obliczono: %C—62·64; %H—4·89;
znaleziono: %C—62·53; %H—4·77.

5) Estry metylowe kwasów β -chloro-cynamenylo-akryloilo-octowych (wzory 4a i b).

a) Ester trans-trans.

Próby odszczepienia grupy acetylowej od związku opisanego wyżej, za pomocą rozcieńczonego kwasu octowego zawiodły; otrzymany produkt był bardzo zanieczyszczony i wydajność nie prze-

kraczała kilku procent. Wobec tego opracowałem metodę następującą: 10 g estru metylowego kwasu trans-trans- β -chloro-cynamenyloakryloilo-acetylo-octowego rozpuściłem w 550 cm³ alkoholu metylowego, a następnie dodałem 1·5 cm³ 10%-ego HCl i 200 cm³ H₂O — spowodowało to częściowe wytrącenie rozpuszczonego związku. Mieszaninę gotowałem w ciągu 14 minut i otrzymany klarowny roztwór zostawiłem w temp. pokojowej na 12 godzin. Po upływie tego czasu, w celu wydzielenia produktu reakcji, roztwór zostawiłem w temp. mieszaniny oziębiającej. Już po godzinie zaczęły się wydzielać długie zielonkawo zabarwione igły oczekiwanego związku; wydajność 6 g. Krystalizacja z eteru naftowego (t. w. 18—30°) doprowadza do otrzymania produktu w postaci żółto-zielono zabarwionych długich igieł, topiących się w temp. 74—75°. Związek daje dodatnią reakcję na chlorowec; chlorek żelazowy wytwarza w alkoholowym roztworze substancji ciemnoczerwone zabarwienie; stężony H₂SO₄ rozpuszcza kryształki, tworząc roztwór krwisto-czerwony o słabej pomarańczowej fluorescencji. Barwa roztworu pozostaje przez bardzo długi czas niezmienną jakkolwiek jednocześnie wydziela się chlorowódór.

Analiza.

27·36 mg subst. 63·79 mg—CO₂; 12·39 mg—H₂O; 25·54 mg subst. 5·54 cm³ Na₂S₂O₃
C₁₄H₁₃O₃Cl (264·45) obliczono: %C—63·53; %H—4·91; %OCH₃—11·7;
znaleziono: %C—63·58; %H—5·06; %OCH₃—11·2.

b) Ester trans-cis.

Otrzymany w podobny sposób ester metylowy kwasu trans-cis β -chloro-cynamenyloakryloilo-octowego, przekryształizowany z eteru naftowego, tworzył długie igły żółtozielonej barwy, topiące się w temp. 63°.

Analiza.

26·78 mg subst. 62·72 mg—CO₂; 12·26 mg—H₂O; 27·66 mg subst. 6·16 cm³ Na₂S₂O₃
C₁₄H₁₃O₃Cl (264·45) obliczono: %C—63·53; %H—4·91; %OCH₃—11·72;
znaleziono: %C—63·87; %H—5·12; %OCH₃—11·5.

6) α' -styrylo- α -metylo- β -karbometoksy- γ -pyron (wzór 3).

1 g dokładnie sproszkowanego związku, opisanego pod liczbą 4a wprowadzałem małymi porcjami, dobrze mieszając do 100 cm³ stężonego H₂SO₄. Powstająca w chwili rozpuszczania się związku krwisto czerwona barwa roztworu, zmienia się bardzo szybko na jasnożółtą z lekką zielonkawą fluorescencją, jednocześnie wydziela

się chlorowódór. Po wprowadzeniu całej ilości związku pozostawiłem roztwór w temp. pokojowej w ciągu godziny, następnie wylałem do litra wody z lodem. Wydzielony oleisty produkt krzepł w krótkim przeciągu czasu. Krystalizacja z eteru daje produkt w postaci ładnie wykształconych, silnie łamiących światło, zielonkavo-żółtych igieł, topiących się w temp. 100—101°. Reakcja związku na chlorowec ujemna; kwas siarkowy stężony rozpuszcza kryształy, dając roztwór barwy żółtej ze słabą zielonkawą fluorescencją.

Analiza.

29·10 mg subst. 75·55 mg—CO₂; 13·83 mg—H₂O; 23·84 mg subst. 5·20 cm³ Na₂S₂O₃
C₁₆H₁₄O₄ (270) obliczono: %C—71·11; %H—5·18; %OCH₃—11·48;
znaleziono: %C—70·84; %H—5·31; %OCH₃—11·32.

1 g estru opisanego pod liczbą 4a, rozpuszczonego w 5 cm³ bezwodnego kwasu octowego ogrzewałem na wrzącej łaźni wodnej z dodatkiem 0·8 g stopionego octanu potasu; już po paru minutach z roztworu zaczyna się wydzielać KCl. Po godzinnym ogrzewaniu odparowałem do sucha kwas octowy pod zmniejszonym ciśnieniem, pozostałość wymyłem wodą w celu usunięcia części mineralnych i po wysuszeniu krystalizowałem produkt z eteru etylowego. Postać krystaliczna, temp. topn., brak depresji w temp. topn. mieszaniny ze związkiem otrzymanym pod wpływem H₂SO₄ świadczą o tożsamości obu preparatów.

Podobne wyniki otrzymałem, wprowadzając do reakcji ester metylowy kwasu trans-cis-β-chlorocynamenyloakryloiloacetylooctowego.

Analiza.

0·1247 g subst. 0·3244 g—CO₂; 0·0581 g—H₂O; 23·84 mg subst. 5·20 cm³ Na₂S₂O₃
C₁₆H₁₄O₄ (270) obliczono: %C—71·11; %H—5·18; %OCH₃—11·48;
znaleziono: %C—70·95; %H—5·17; %OCH₃—11·32.

1 g estru metylowego kwasu trans-trans-β-chloro-cynamenyloakryloilo-octowego, rozpuszczonego w 20 cm³ bezwodnika octowego ogrzewałem na łaźni parafinowej (temp. 170—175°) w ciągu 2·5 godzin. Po upływie tego czasu oziębioną ciecz wlałem do 200 cm³ wody, co spowodowało wydzielenie się oleju, który po kilku dniach zestalił się.

Krystalizacja z eteru etylowego doprowadza do otrzymania substancji w postaci zielonkavo-żółtych igieł topiących się w temp. 100—101°. Postać krystaliczna, temp. topn., temp. top. mieszaniny ze związkiem otrzymanym poprzednimi metodami, świadczą o tym, że i ta reakcja wytwarza α'-styrylo-α-metylo-β-karbometoksy-γ-pyron.

7) Ester metylowy kwasu β -metoksy- δ -chloro- ζ -fenyloheptatrienowego (wzór 5).

a) 4·8 g estru metylowego kwasu trans trans- β -chlorocynamenylo-akryloilo-octowego rozpuściłem w 20 cm³ bezwodnego metanolu, dodałem 3·3 g ortokrzemianu metylowego, następnie wprowadziłem 3 krople nasyconego roztworu chlorowodoru w bezwodnym metanolu. Mieszaninę ogrzewałem do wrzenia na łaźni wodnej w ciągu 55 minut i pozostawiłem w temperaturze pokojowej w ciągu 24 godzin. Po upływie tego czasu roztwór oziębiłem w wodzie z lodem, co spowodowało wydzielenie się oczekiwanego produktu w postaci długich słabo żółto zabarwionych igieł; przesączyłem je i przemyłem oziębionym do -10° metanolem; wydajność 2·5 g. Krystalizacja z metanolu doprowadza do otrzymania związku w postaci pięknych długich igieł, topiących się w temp. 74—75^o. Związek daje reakcję na chlorowiec; H₂SO₄ stężony rozpuszcza substancję, wytwarzając roztwór czerwony, odbarwiający się zupełnie po pewnym, dość długim czasie; alkoholowy roztwór substancji nie wykazuje reakcji z FeCl₃ — reakcja ta występuje dopiero po paru godzinach.

Analiza.

24·76 mg subst. 58·20 mg—CO₂; 11·86 mg—H₂O; 27·51 mg—subst. 11·54 cm³ Na₂S₂O₃

C₁₅H₁₅O₃Cl (278·45) obliczono: %C—64·64; %H—5·38; %OCH₃—22·11;
znaleziono: %C—64·26; %H—5·37; %OCH₃—21·69.

Substancji tej nie udało mi się nigdy oczyścić od śladów krzemionki.

Związek otrzymany z estru metylowego kwasu trans-cis- β -chloro-cynamenylo-akryloilo-octowego topi się w temp. 75·5—77^o.

Analiza.

24·90 mg subst. 59·08 mg—CO₂; 12·54 mg—H₂O; 29·20 mg subst. 12·44 cm³ Na₂S₂O₃

C₁₅H₁₅O₃Cl (278·45) obliczono: %C—64·64; %H—5·38; %OCH₃—22·11;
znaleziono: %C—64·71; %H—5·64; %OCH₃—22·03.

8) Kwas β -metoksy- δ -chloro- ζ -fenyloheptatrienowy (wzór 6).

1 g estru (wzór 5) rozpuściłem w 15 cm³ alkoholu metylowego, zawierającego 1 g KOH, po czym kolbę ogrzewałem do wrzenia w ciągu 2·5 godzin. Po upływie tego czasu mieszaninę rozcieńczy-

lem 50 cm³ wody i wytrąciłem metoksy-kwas rozcieńczonym kwasem octowym. Wydzielony bezpostaciowy osad barwy słabo-żółtej, krystalizowałem z metanolu; otrzymałem jasnożółto zabarwione igły, często słabo zakrzywione, topiące się z rozkładem w temp. 189—191°; wydajność około 0·5 g.

Analiza.

22·22 mg subst. 51·78 mg—CO₂; 10·20 mg—H₂O; 24·96 mg subst. 5·48 cm³ Na₂S₂O₃
C₁₄H₁₃O₃Cl(264·45) obliczono: %C—63·53; %H—4·91; %OCH₃—11·7;
znaleziono: %C—63·55; %H—5·13; %OCH₃—11·34.

9) *a'*-styrylo- γ -metoksy- α -pyron (wzór 7).

Roztwór 0·2 g metoksy-kwasu, opisanego pod liczbą 8, w 10 cm³ bezwodnika octowego, destylowanego z nad bezwodnego CaCO₃, ogrzewałem na łaźni parafinowej w temp. 170—175° w ciągu dwóch godzin. Po ostygnięciu cieczy, mieszaninę wylewałem do 100 cm³ wody, mieszając bardzo starannie w celu jak najszybszego rozłożenia bezwodnika octowego; po kilku godzinach produkt zestala się, tworząc skupienia delikatnych jedwabistych bezbarwnych igielek. Związek przekrystalizowałem z mieszaniny eteru naftowego (18—30°) z benzenem; otrzymałem słabo kremowo zabarwione, długie pryzmatyczne igły, wolne od chlorowca, topiące się w temperaturze 138·5—139·5°. W stężonym kwasie siarkowym, związek rozpuszcza się, tworząc żółto zabarwiony roztwór, odznaczający się słabą zieloną fluorescencją. Substancja jest bardzo łatwo rozpuszczalna prawie we wszystkich organicznych rozpuszczalnikach, w eterze naftowym rozpuszcza się bardzo słabo.

Analiza.

26·67 mg subst. 72·29 mg—CO₂; 12·80 mg—H₂O; 10·42 mg subst. 2·83 cm³ Na₂S₂O₃
C₁₁H₁₂O₃(228) obliczono: %C—73·68; %H—5·26; %OCH₃—13·6;
znaleziono: %C—73·92; %H—5·36; %OCH₃—14·0.

10) Ester metylowy kwasu trans-trans β -chlorocynamenylo-akryloilo-malonowego (wzór 8).

Chlorek, otrzymany z 9 g kwasu trans-trans β -chlorocynamenyloakrylowego, rozpuściłem w 250 cm³ bezwodnego eteru i dodawałem do tego roztworu porcjami — ciągle mieszając — 6·13 g suchej, dobrze sproszkowanej soli sodowej estru metylowego kwasu malo-

nowego. Po wprowadzeniu całej ilości soli pozostawiłem mieszaninę na 12 godzin w temp. pokojowej, następnie ogrzałem do wrzenia w ciągu 0·5 godziny. Produkt kondensacji wydzieliłem w postaci soli miedziowej, która tworzy drobniutkie, o jedwabistym połysku, jasnozielono zabarwione pryzmatyczne igły. Bardzo często sól miedziowa nie wydzielala się z warstwy eterowej; wówczas odparowywałem rozpuszczalnik i otrzymaną gęstą smolę zalewałem małą ilością eteru; powodowało to wydzielenie się wyżej wymienionego związku w postaci stałej — domieszki pozostawały w roztworze. Zabieg ten powtarzałem kilkakrotnie, uzyskując dzięki temu całą ilość soli miedziowej; wydajność wynosiła 4 g. Po wygotowaniu w eterze sól miedziową rozłożyłem w zwykły sposób 4%-ym H_2SO_4 ; odparowanie rozpuszczalnika powodowało osadzenie się substancji w postaci krystalicznej masy, zabarwionej na kolor kanarkowy.

Ester metylowy kwasu trans-trans β -chlorocynamenuakryloilomalonowego krystalizuje się z alkoholu metylowego w postaci długich kanarkowo zabarwionych igieł o temp. top. 78—80°. Reakcja związku na chlorowiec dodatnia; $FeCl_3$ powoduje powstawanie ciemnowiśniowego zabarwienia.

Analiza.

26·71 mg subst. 58·60 mg— CO_2 ; 11·11 mg H_2O ; 24·73 mg subst. 8·98 cm³ $Na_2S_2O_3$
 $C_{16}H_{15}O_5Cl(322·45)$ obliczono: %C—59·62; %H—4·65; %OCH₃—19·2;
 znaleziono: %C—59·84; %H—4·66; %OCH₃—18·8.

11) α' -styrylo- β -karbometoksypranon (wzór 9).

3·6 g dobrze sproszkowanego i wysuszonego związku opisanego pod liczbą 10 dodałem małymi porcjami — ciągle mieszając — do 200 cm³ stężonego H_2SO_4 (d—1·84). Następowalo szybkie rozpuszczenie się związku z czerwono-pomarańczowym zabarwieniem cieczy i prawie natychmiast zaczynał wydzielać się chlorowódór, a barwa roztworu ulegała zmianie na jasnożółtą z wyraźną zieloną fluorescencją. Każdą następną porcję dodawałem po przereagowaniu poprzedniej; po dodaniu całej ilości estru pozostawiłem roztwór w pokojowej temperaturze na przeciąg 0·5 godz., a następnie wylałem go do litra wody z lodem. Ciecz początkowo mętniała, a po pewnym czasie wydzielił się obfity osad barwy jasnożółtej; odsączyłem go po upływie godziny. Podczas krystalizacji z metanolu osadzał się α' -styrylo- β -karbometoksypranon w postaci żółtych blaszek topiących się w temp. 203—205° z rozkładem; wydajność

wynosiła 1·2 g. Reakcja produktu na chlorowiec ujemna, FeCl_3 wytwarza w metanолоwym roztworze związku niezbyt intensywne, czerwone zabarwienie; kwas siarkowy stężony rozpuszcza kryształy, tworząc roztwór żółty o słabej zielonej fluorescencji. Z roztworów alkoholowych wodny ług wytrąca bezbarwną sól enolową, krystalizującą się z wody w postaci bezbarwnych igiełek albo blaszek

Analiza.

25·80 mg subst. 62·68 mg— CO_2 ; 10·62 mg— H_2O ; 27·06 mg subst. 5·76 cm³ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
 $\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_3$ (272) obliczono: %C—66·18; %H—4·41; % OCH_3 —11·39;
 znaleziono: %C—66·26; %H—4·61; % OCH_3 —11·4.

12) α' -styrylopyronon.

0·2 g związku, opisanego pod liczbą 11 w 10 cm³ metanolu, ogrzewałem do wrzenia, w celu rozpuszczenia się większej części substancji, następnie dodałem 20 cm³ 2nNaOH i w temperaturze wrzenia mieszaniny wprowadziłem 10 cm³ H_2O . Po 15—20 min. gotowania wytrącona sól sodowa uległa rozpuszczeniu, powstawał klarowny roztwór, który pozostawiłem w ciągu 48 godz. w temp. pokojowej. Po tym okresie czasu dolałem 100 cm³ wody, odsączyłem wydzielone domieszki i wytrąciłem 10%-ym HCl produkt reakcji w postaci żółto zabarwionych kłaczków. Skoagulowany osad odsączyłem, przemyłem wodą do reakcji obojętnej, wysuszyłem w powietrzu i wygotowałem z eterem. Rozpuszczalnik ten usuwa drobne ilości ubocznych produktów reakcji, pozostawiając prawie zupełnie czysty α' -styrylopyronon. Szybkie oziębienie roztworu substancji w alkoholu metylowym prowadziło do otrzymania związku w postaci prawie bezbarwnych blaszek, natomiast powolna krystalizacja powodowała osadzanie się brązowo-żółto zabarwionych osiekowatych igieł. Obie formy krystaliczne topią się w temp. 243—246° z rozkładem. Z roztworem chlorku żelazowego związek wytwarza niezbyt wyraźne czerwone zabarwienie, ze stężonym kwasem siarkowym powstaje roztwór o barwie żółtej ze słabą zielonkawą fluorescencją; roztwory w ługach posiadają barwę słomkowo-żółtą.

Analiza.

25·44 mg subst. 67·62 mg— CO_2 ; 10·82 mg— H_2O ;
 $\text{C}_{13}\text{H}_{10}\text{O}_3$ (214) obliczono: %C—72·89; %H—4·67;
 znaleziono: %C—72·49; %H—4·76.

13) α' -styrylo- γ -metoksy- α -pyron (wzór 7).

0.1 g laktonu (wzór 10) rozpuściłem w 0.93 cm³ 2nNaOH i dodałem 0.23 g SO₂(OCH₃)₂. Po 15-minutowym wstrząsaniu zaczynają wydzielać się drobnutki, silnie błyszczące kryształki produktu metylowania, które po 4 godzinach odsączyłem; wydajność surowego produktu wynosiła 70 mg. Z rozcieńczonego metanolu substancja krystalizuje się w postaci drobnutkich, błyszczących igiełek słabo żółto zabarwionych, topiących się w temp. 135.5—136.5°. Następna krystalizacja z mieszaniny benzenu z eterem naftowym (t. w. 18—30°) dała produkt w postaci długich pryzmatycznych, często powyginanych igiełek o temp. top. 138.5—139.5°. Kwas siarkowy stężony rozpuszcza związek, tworząc roztwór barwy żółtej z zieloną fluorescencją.

Metylowanie laktonu dwuazometanem w roztworze eterowym powoduje otrzymanie tego samego produktu.

Analiza.

25.34 mg subst. 68.56 mg—CO₂; 12.12 mg—H₂O; 3.48 mg subst 2.70 cm³ Na₂S₂O₃^{1/30n}.
 C₁₁H₁₂O₃(228) obliczono: %C—73.68; %H—5.26; %OCH₃—13.6;
 znaleziono: %C—73.79; %H—5.35; %OCH₃—13.4.

Produkt metylowania α' -styrylo-pyrononu posiada tę samą postać krystaliczną i temp. top. co α' -styrylo- γ -metoksy- α -pyron, opisany pod liczbą 9. Temperatura topnienia mieszaniny obu preparatów nie wykazuje obniżenia, widmo absorbcyjne obu związków jest identyczne (patrz fotografia na tab. II).

Panu Profesorowi Dr. W. Lampemu składam serdeczne podziękowanie za wskazanie mi tematu pracy, cenne rady i wskazówki oraz za stałe interesowanie się przebiegiem badań.

Warszawa Uniwersytet, Zakład Chemii Organicznej.

ZUSAMMENFASSUNG.

Vorliegende Arbeit bezweckte die Ausarbeitung einer praktischen α' -Styryl-Pyronon Synthese, welche — der früher beschriebenen gegenüber — sich wesentlich unterscheidet. Während die ältere Methode — von Acetondicarbonsäureester ausgehend — einen durch die Carboxylgruppe in der Stellung β' substituirten Pyronon-Ring liefert, synthetisiert das neue Verfahren den heterocyclischen Ring direkt, wodurch die äusserst schwer verlaufende Carboxylgruppe-Abspaltung gänzlich wegfällt.

5791)
 5770)
 5461)

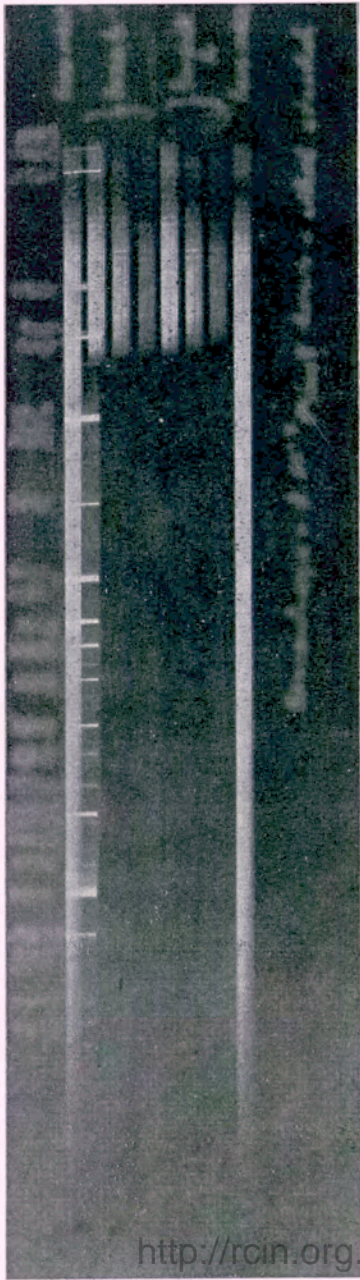
 4359
 4078
 4047

 3663
 3653
 3650

 3342

 3132
 3126
 3022
 2967
 2894

 2804
 2753
 2700
 2655
 2654
 2652
 2576
 2537
 2483=79
 2464
 2447
 2400
 2378



Rura wod. + Hg 8.
 }
 Barwnik 4
 7.
 6.
 5.
 }
 Barwnik 2
 4.
 3.
 2.
 }
 Rura wodór. 1.

Koncentracja = 2·10⁻⁴ gr/cm³ barwn. w alkoh. absolutn.

1. Ciągłe widmo lampy wodorowej	5 minut		
2. widmo absorbcyjne	1 "		
3. " "	4 "		} produkt metylowania laktanu subst. macierzystej jaangoniny
4. " "	16 "		
5. " "	1 "		} α'-styrylo-γ-metoksy-α-pyron (wzór 7)
6. " "	4 "		
7. " "	16 "		
8. widmo ciągłe, nałoż. Hg. 4 min.			

Der Synthesen — Gang (siehe die Beilage zur Arbeit mit der Formeln Zusammenstellung) führt — von β -chlorcinnamenyl-acrylsäure ausgehend — über zwei Zwischen-Stufen durch, und endigt mit der glatt durchlaufenden Darstellung von α' -Styryl-Pyronon, welcher Körper auch einer Methylierung unterworfen wurde. Das synthetisch erhaltene Produkt ist das Lacton der Mutter-Substanz des natürlichen Jangonins, für welches eine α' -p. Methoxy-Styryl- α -Methoxy- γ -Pyron-Formel aufgestellt wurde.

Der Verfasser ist gegenwärtig beschäftigt mit der Prüfung dieser Formel auf ihre Richtigkeit — es soll — von der p. Methoxy- β -chlor-cinnamenyl-acrylsäure ausgehend und die neuaufgefundene Synthese benützend — das entsprechende Lacton synthetisiert und sein Methoxy-Derivat mit dem Jangonin verglichen werden.

Warszawa Universität, Institut für Organische Chemie.

G. Kurepa.

O mocy zbiorów częściowo uporządkowanych.

Przedstawił W. Sierpiński dnia 24 stycznia 1939.

STRESZCZENIE.

Niech pE oznacza moc zbioru E częściowo uporządkowanego przy pomocy relacji \prec , p_0E — najmniejszą liczbę kardynalną \geq mocy każdego podzbioru zbioru E dobrze uporządkowanego przy pomocy relacji \prec lub relacji odwrotnej \succ , p_sE — najmniejszą liczbę kardynalną \geq mocy każdego podzbioru E złożonego z elementów nieporównywalnych ze względu na relację \prec .

Uogólniając twierdzenie Hausdorff'a orzekające, że jeżeli E jest zbiorem uporządkowanym, to $pE \leq 2^{p_0E}$, autor dowodzi wzoru

$$pE \leq (2p_sE)^{p_0E}.$$

Przykład podany przez autora wykazuje, że w powyższym wzorze nie można zastąpić symbolu „ \leq ” przez „ $<$ ”.

Georges Kurepa.

Sur la puissance des ensembles partiellement ordonnés.

Note présentée par M. W. Sierpiński dans la séance du 24 janvier 1939.

M. Sierpiński a posé le problème ¹⁾ de savoir si un ensemble ordonné dont tout sous-ensemble bien ordonné croissant ou décroissant est au plus dénombrable est d'une puissance $\leq 2^{\aleph_0}$. Paul Urysohn a résolu le problème par l'affirmative ²⁾. Or, M. Hausdorff a observé à Urysohn que le théorème ainsi établi résulte des considérations qu'il avait faites en 1907 dans les *Leipziger Berichte*, Bd 59, pp. 84—159, et qu'il avait reproduites en 1914 dans son ouvrage *Grundzüge der Mengenlehre* (Ch. VI, § 7 et § 8). En effet, M. Hausdorff établit, implicitement, dans son livre que la puissance d'un ensemble ordonné est $\leq 2^{\aleph_\xi}$, pourvu que chacun de ses sous-ensembles bien ordonnés, croissants ou décroissants, soit d'une puissance $\leq \aleph_\xi$ ³⁾. Dans la Thèse ⁴⁾, j'ai donné une démonstration du théorème de M. Hausdorff différant de celles de M. Hausdorff et d'Urysohn.

Le but du présent travail sera d'établir un théorème analogue pour des *ensembles partiellement ordonnés*. Voici son énoncé:

En désignant pour un ensemble X par

$$(1) \quad pX \text{ la puissance de } X,$$

posons, pour un ensemble partiellement ordonné E ,

$$(2) \quad p_0 E = \text{Sup}_F pF$$

$$(3) \quad p_s E = \text{Sup}_G pG,$$

F, G parcourant respectivement tous les ensembles bien ordonnés croissants ou décroissants extraits de E , et tous les sous-ensembles de E composés de points deux à deux incomparables; alors

$$(4) \quad pE \leq (2p_s E)^{p_0 E} \quad 5).$$

¹⁾ Voir *Fundamenta Mathematicae*, 2, 1921, p. 286, problème 12.

²⁾ Voir *Fundamenta Mathematicae*, 5, 1924, pp. 14—19.

³⁾ Pour cela, voir *Fund. Math.*, 6, 1924, p. 278 où Paul Urysohn se rapporte aux travaux de M. Hausdorff.

⁴⁾ *Ensembles ordonnés et ramifiés*, pp. 114—118, en particulier, p. 118, th. I (Paris, 1935; aussi *Publ. Math. Univ. Belgrade*, IV, 1935 avec la même pagination).

⁵⁾ Le théorème est énoncé dans *C. R.*, Paris, 205, 1937, p. 1196, formule (1).

Dans le cas des E ordonnés, on a $p_s E = 1$, et la formule (4) se réduit au théorème de M. Hausdorff.

Avant de passer à la démonstration de notre théorème, posons, pour un E partiellement ordonné,

$$(5) \quad p_c E = \text{Sup}_F pF$$

$$(6) \quad p_d E = \text{Sup}_G pG$$

F, G parcourant tous les sous-ensembles bien ordonnés de E , croissants et décroissants respectivement (par conséquent, $p_0 E = \max(p_c E, p_d E)$), et désignons, pour un $a \in E$, par

(7) $(., a)_E$ l'ensemble des points de E précédant le point a et par

(7') $(., a]_E$ l'ensemble $(., a)_E$ augmenté du point a .

A. Cas particulier où tout sous-ensemble ordonné de E est bien ordonné.

Lemme. B étant un ensemble partiellement ordonné dont tout sous-ensemble ordonné est bien ordonné, on a

$$(8) \quad pB \leq (2p_s B)^{p_c B} \quad (\text{cf. (1), (3), (5)}).$$

1. Manifestement, l'ensemble

$$(9) \quad R_0 B$$

des points de B dont aucun n'est précédé par un point de B est bien déterminé et ses points sont deux à deux incomparables; de même, F étant un sous-ensemble ordonné (et donc bien ordonné) de E , soit

$$(10) \quad F_B$$

le dernier point de F s'il y en a un, et, si F est dépourvu du dernier point, l'ensemble des premiers points de l'ensemble des points de B succédant à tout point de F (bien entendu, si B ne contient aucun point succédant à tout point de F , F_B est vide); évidemment, les points de F_B sont deux à deux incomparables.

Par conséquent, en désignant par

(11) X l'un des ensembles (9), (10), on aura $pX \leq p_s B$ (cf. (1), (3)); dès lors,

$$(12) \quad \left\{ \begin{array}{l} M \text{ étant un ensemble quelconque tel que} \\ pM = p_s B, \text{ on aura} \end{array} \right.$$

$$(13) \quad pX \leq pM,$$

ce qui veut dire qu'il y a une transformation biunivoque de l'ensemble X en un sous-ensemble de M ; nous en désignerons l'une quelconque par

$$(14) \quad \varphi(a, X), \quad (a \in X).$$

2. Soit

$$(15) \quad \mathcal{L}$$

la famille de tous les sous-ensembles bien ordonnés *maxima* non vides extraits de l'un des ensembles

$$(\cdot, a)_B \quad (\cdot, a]_B,$$

a parcourant B (cf. (7), (7')). L étant un élément de \mathcal{L} , soient α le type d'ordre de l'ensemble bien ordonné L et

$$(16) \quad a_0, a_1, \dots, a_\xi, \dots, \quad (\xi < \alpha)$$

les points de L dans leur bon ordre.

En désignant, pour tout $\xi < \alpha$, par L^ξ l'ensemble bien ordonné des a_η , ($\eta < \xi$), faisons correspondre à L le complexe

$$(17) \quad \left\{ \begin{array}{l} \Phi(L) = (m_0, m_1, \dots, m_\xi, \dots)_{\xi < \alpha} \quad \text{où} \\ m_0 = \varphi(a_0, R_0 B), \dots, m_\xi = \varphi(a_\xi, (L^\xi)_B) \end{array} \right.$$

$(L^\xi)_B$ désignant, d'après (10), l'ensemble des premiers points du sous-ensemble de B dont tout point succède à L^ξ .

Passons aux conclusions.

3. L, L_1 étant deux éléments distincts de \mathcal{L} , les complexes $\Phi(L), \Phi(L_1)$ sont distincts ⁶⁾.

Distinguons deux cas, suivant que $LL_1 = 0$ ou $LL_1 \neq 0$.

Dans le cas où $LL_1 = 0$, soient a le premier point de L et b le premier point de L_1 ; a, b étant donc deux points distincts de $R_0 B$ (cf (9)), $\varphi(a, R_0 B), \varphi(b, R_0 B)$ seront deux points distincts de M (cf. (12), (14)). Les complexes $\Phi(L), \Phi(L_1)$ commençant, d'après (17), par les points $\varphi(a, R_0 B), \varphi(b, R_0 B)$ respectivement, on aura bien $\Phi(L) \neq \Phi(L_1)$.

⁶⁾ Bien entendu, deux complexes $(c_0, \dots, c_\xi, \dots)_{\xi < \gamma}, (d_0, d_1, \dots, d_\xi, \dots)_{\xi < \delta}$ ne sont égaux que si $\gamma = \delta$ et $c_\xi = d_\xi$ pour tout $\xi < \gamma$.

Dans le cas où $LL_1 \neq 0$, soient

$$l_0, l_1, \dots, l_\xi, \dots, \quad (\xi < \alpha)$$

$$l'_0, l'_1, \dots, l'_\xi, \dots, \quad (\xi < \beta)$$

les points de L, L_1 dans leurs bons ordres, respectivement; ν étant le premier indice tel que $l_\nu \neq l'_\nu$, il est évident que l'ensemble F des points l_0, \dots, l_μ, \dots , ($\mu < \nu$), est un sous-ensemble ordonné *maximal* extrait de $(\cdot, l_\nu)_B$ (cf. (7)) et que l_ν, l'_ν sont deux points distincts de l'ensemble F_B (cf. (10)). Par conséquent,

$$\varphi(l_\nu, F_B) \neq \varphi(l'_\nu, F_B) \quad \text{et dès lors} \quad \Phi(L) \neq \Phi(L_1),$$

le rang ν des complexes $\Phi(L), \Phi(L_1)$ étant occupé par $\varphi(l_\nu, F_B), \varphi(l'_\nu, F_B)$ respectivement (cf. (14), (17)).

Bref, en désignant par

(18) $\Phi(\mathcal{L})$ la famille des complexes $\Phi(L)$, ($L \in \mathcal{L}$), les familles $\mathcal{L}, \Phi(\mathcal{L})$ ont une même puissance, la transformation

$$\Phi(L), \quad (L \in \mathcal{L})$$

étant biunivoque:

$$(19) \quad p\mathcal{L} = p\Phi(\mathcal{L}) \quad (\text{cf. (1), (15), (18)}).$$

4. Or, la puissance, pour un certain ordinal α , des complexes

$$(m_0, m_1, \dots, m_\xi, \dots)_{\xi < \alpha}, \quad (m_\xi \in M)$$

étant égale à $(pM)^{p\alpha}$, on aura

$$p\Phi(\mathcal{L}) \leq \sum_{\alpha} (pM)^{p\alpha}, \quad (p\alpha \leq p_c B),$$

et donc

$$p\Phi(\mathcal{L}) \leq (pM)^{p_c B} \cdot p_c B \leq (2pM)^{p_c B},$$

ce qui, vu (12) et (19), entraîne

$$(20) \quad p\mathcal{L} \leq (2p_s B)^{p_c B} \quad (\text{cf. (1), (3), (5), (15)}).$$

5. Or

$$(21) \quad pB \leq p\mathcal{L}.$$

En effet, en désignant pour tout point $a \in B$ par $L(a)$ un certain ensemble ordonné *maximal* extrait de $(\cdot, a]_B$ (cf. (7')), $L(a)$ sera un élément de la famille \mathcal{L} (cf. (15)), et manifestement $L(a) \neq L(a')$ pour tout $a' \in B$, pourvu que $a \neq a'$.

Finalement, la formule (8) du Lemme résulte des formules (20), (21).

B. Cas général d'un ensemble partiellement ordonné quelconque.

Soient E un ensemble infini ordonné partiellement par rapport à une relation binaire \prec et

$$(22) \quad a_0, a_1, \dots, a_\xi, \dots, \quad (\xi < \psi, a_\xi \neq a_{\xi'} \text{ pour } \xi < \xi' < \psi)$$

une bonne ordination quelconque de E ⁷⁾, ψ désignant le premier nombre ordinal tel que

$$(22') \quad p\psi = pE \quad ^7).$$

6. Soit

(23) B l'ensemble des points a_ξ , ($\xi < \psi$), ordonné partiellement par la relation ϱ que voici:

(24) $a_\xi \varrho a_\eta$ équivaut à ce que $a_\xi \prec a_\eta$ et $\xi < \eta < \psi$. Manifestement,

$$(25) \quad pB = pE.$$

De plus, B est partiellement ordonné par ϱ , et chacun de ses sous-ensembles ordonnés par ϱ est bien ordonné par ϱ et à fortiori par rapport à la relation initiale \prec ; dès lors, B remplissant la condition du Lemme,

$$pB \leq (2p_s B)^{p_c B}$$

et donc, d'après (25) et la relation évidente $p_c B \leq p_c E$,

$$(26) \quad pE \leq (2p_s B)^{p_c E}.$$

7. Prouvons que

$$(27) \quad p_s B \leq (2p_s E)^{p_d E} \quad (\text{cf. (3), (6)}).$$

Pour cela, soit N un sous-ensemble quelconque de B composé de points deux à deux incomparables par rapport à ϱ (cf. (24)); soient a_μ, a_ν deux points distincts de N avec $\mu < \nu$, la notation de ceux-ci étant celle de la suite (22). De la définition (24), on conclut sans peine que, ou bien $a_\nu \prec a_\mu$, ou bien a_μ, a_ν sont deux points incomparables par rapport à la relation initiale \prec . Si alors le signe $a_\mu \sigma a_\nu$ équivaut à ce que $\mu < \nu < \psi$, $a_\nu \prec a_\mu$, l'ensemble N sera partiellement ordonné par la relation σ , et on s'aperçoit, d'une part, que tout sous-ensemble de N ordonné par σ est encore bien ordonné par rapport à σ , ce qui, d'après le Lemme, entraîne

$$(28) \quad pN \leq (2p_s N)^{p_c N};$$

⁷⁾ Nous admettons donc la possibilité d'une bonne ordination de E .

et, d'autre part, que tout sous-ensemble de N ordonné par σ est un sous-ensemble de E bien ordonné par \succ ; dès lors, $p_c N \leq p_d E$, ce qui, joint à (28) et à la formule évidente $p_s N \leq p_s E$, entraîne $pN \leq (2p_s E)^{p_d E}$, d'où résulte (27) immédiatement.

8. Les formules (26), (27) donnant

$$(29) \quad pE \leq (2p_s E)^{p_c E \cdot p_d E},$$

la formule (4) de notre théorème en résulte immédiatement. En effet, les deux nombres cardinaux $p_c E$, $p_d E$ (cf. (5), (6)) sont, les deux, soit finis soit transfinis. Dans le second cas,

$$p_c E \cdot p_d E = \max(p_c E, p_d E) = p_0 E$$

et donc (29) entraîne (4); dans le premier cas, soit n l'entier $p_c E = p_d E = p_0 E$. En posant $R_1 E = R_0(R_0 E)$ et $R_i E = R_0(R_{i-1} E)$ pour tout $i \leq n$ (cf. (9)), il est manifeste, d'une part, que chacun des ensembles $R_0 E, R_1 E, \dots, R_{n-1} E$ est composé de points deux à deux incomparables par rapport à \prec , et dès lors $pR_i E \leq p_s E$, et, d'autre part, que $E = R_0 E + R_1 E + \dots + R_{n-1} E$. On en conclut que $pE \leq p_s E \cdot n$, et, d'autant plus, $pE \leq (2p_s E)^n$.

Ainsi le théorème est complètement démontré.

9. Nous pouvons nous demander encore si la formule (4) constitue la meilleure approximation de pE , au sens que, quels que soient deux nombres cardinaux infinis m , n , il y aurait un ensemble partiellement ordonné E vérifiant

$$p_s E = m, \quad p_0 E = n, \quad pE = (2m)^n.$$

Dans le cas des E ordonnés, il en est bien ainsi. En effet, soient n un nombre cardinal infini quelconque et φ le premier ordinal de puissance n ⁸⁾; soit E l'ensemble des complexes $(a_0, a_1, \dots, a_\xi, \dots)_{\xi < \varphi}$ ($a_\xi = 0$ ou 1), ordonné de telle manière que $(a_0, \dots, a_\xi, \dots)_{\xi < \alpha}$ précède $(a'_0, \dots, a'_\xi, \dots)_{\xi < \alpha}$ si et seulement si, d'une part, il y a un $\xi < \varphi$ vérifiant $a_\xi \neq a'_\xi$ et de l'autre si, en désignant par η le premier indice vérifiant $a_\eta \neq a'_\eta$ l'on ait $a_\eta = 0$, $a'_\eta = 1$. Alors, on prouve sans peine que E est ordonné et que $p_0 E = n$, $pE = 2^n$.

⁸⁾ C'est-à-dire nous admettons que n est un aleph.

Posiedzenie

z dnia 21 lutego 1939 r.

Władysław Gorczyński.

Usłonecznienie na wybrzeżu polskim, według danych heliograficznych w Gdyni (wraz z Gdańskiem) oraz na półwyspie helskim.

Z Gabinetu Aktynometrycznego Tow. Nauk. Warsz.

Komunikat zgłoszony dnia 22 listopada 1938 r.

SUMMARY.

Duration of bright sunshine on Polish shores (Baltic Sea), after the heliographic records of Gdynia (with Dantzig) and the Hel-peninsula.

Mémoire présenté à la séance du 21 février 1939.

WSTĘP.

Na posiedzeniu listopadowym 1938 r. została zapoczątkowana seria komunikatów, dotycząca klimatu wybrzeży polskich pod względem stosunków usłonecznienia, zachmurzenia i natężenia promieniowania słonecznego według danych aktynometrycznych. Pierwszy komunikat, poświęcony ogólnemu omówieniu sprawy tak zwanego klimatu słonecznego wybrzeży polskich już się ukazał w druku w »Sprawozdaniach« T. N. W. (zeszyt 7-9 z r. 1938, Wydział III) pod tytułem »O uprzywilejowanym charakterze usłonecznienia na wybrzeżu polskim (wraz z W. M. Gdańskiem) w porównaniu z innymi dzielnicami Polski«, wraz z 1 mapką polskich wybrzeży Bałtyku. Obecny drugi komunikat poświęcony jest wyłącznie omówieniu jednego tylko elementu klimatu słonecznego, w sensie jednak fizycznym a nie matematycznym tego wyrazu, a mianowicie długości czasu usłonecznienia i odpowiednim wartościami procentowym według danych heliografów z Gdyni, Gdańska i Helu.

Jak wynika z ogółu rozważań i tablic niniejszego komunikatu, czas trwania usłonecznienia jest większy, zwłaszcza w porze cieplejszej roku, na polskich wybrzeżach Bałtyku, niż w Warszawie lub w innych dzielnicach niżu polskiego. W górzystych miejscowościach Karpat i Tatr, deficyt roczny i zwłaszcza letni jest największy w porównaniu z wybrzeżem; jedynie tylko dodatnio pod względem usłonecznienia wybijają się miesiące zimowe tak, że Zakopane ma przeciętnie w styczniu lub lutym więcej godzin słońca niż Gdynia w tym czasie.

Długość usłonecznienia w godzinach, według danych heliograficznych.

Mówiąc o usłonecznieniu danej miejscowości, należy ściśle odróżnić dwa pojęcia: natężenie promieniowania w kaloriach (całkowitego czy w pewnych częściach widma słonecznego: infraczerwonej, widzialnej czy ultrafioletowej) od długości usłonecznienia mierzonego w godzinach słonecznych. Do pierwszego celu służą aktynografy samozapisujące (solarygrafy, pyrheliografy, dyfuzografy i t. d.), zaś do czasu trwania usłonecznienia używamy heliografów. Poza heliografami elektrycznymi systemu Marvin'a używanego w Stacjach Zjednoczonych Ameryki Północnej, w Europie i innych częściach świata rozpowszechnione są prawie tylko heliografy szklane i fotograficzne.

Już w r. 1854 J. F. Campbell urządził pierwszy przyrząd do rejestracji czasu trwania usłonecznienia. Początkowo brał on flaszkę kulistą, jako soczewkę wypełnioną wodą; zaś w r. 1876 zastąpił flaszkę z wodą kulą szklaną, do której przymocował czaszę metalową półkulistą, na której umieszczał pasek papieru. W ten sposób promienie słoneczne, ogniskując się na tym pasku, wypalały swój ślad, przez co można było odczytać czas trwania usłonecznienia w godzinach.

W r. 1885 J. B. Jordan wprowadził heliograf oparty na zasadzie fotograficznej. Brał on niewielki walec jako ciemnię, do której wpuszczał przez wąską szczelinę snopek promieni słonecznych, które znaczyły ślad na papierze fotograficznym. Przyrząd był tani i prosty, lecz wkrótce przekonano się, że posiada wiele wad i jest nieporównywalny ani z heliografem szklanym, ani nawet między sobą z powodu różnych czułości papierów fotograficznych. Z tego jednak zupełnie nie wynika, że heliograf z kulą szklaną funkcjo-

nuje bez zarzutu; przeciwnie jest to przyrząd, mający liczne źródła błędów, które należy pilnie badać i uwzględnić w odczytywaniach ostatecznych.

Na wybrzeżu Bałtyku i w ogóle na stacjach polskich używane są obecnie prawie wyłącznie heliografy o kuli szklanej (system Campbell-Stokes lub krótko Campbell'a). W Warszawie i Krakowie oraz na niektórych stacjach, włącznie z Gdańskiem, używane były dawniej systemy fotograficzne, lecz zostały one obecnie prawie zupełnie skasowane, przy czym odnośne rezultaty obserwacyjne zredukowano do danych heliografu szklanego systemu Campbell'a.

Wielu autorów, głównie Maurer, a ostatnio C. F. Brooks zwracali uwagę na liczne źródła błędów, które występują w heliografach szklanych. Według E. Stenza są to: różna przezroczystość kuli szklanej, niejednakowa czułość pasków heliograficznych (różnice w jakości papieru, barwie, wymiarach i t. d.), dalej niejednakowy, indywidualny sposób odczytywania długości śladów, wreszcie większa lub mniejsza staranność w ustawieniu i obsłudze heliografu i jego utrzymaniu w należytych stanie. Dodamy od siebie, że prawidłowa instalacja heliografu, a mianowicie dokładne umieszczenie kuli szklanej i podstawki metalowej z kartonem, na których wypala się ślad od promieni słonecznych, jest okolicznością bardzo ważną, bo od tego zależy, czy heliograf działa w najlepszych warunkach i nie spóźnia się zanadto przy wschodzie (lub przestaje za wcześnie wypalać ślady przed zachodem). Z drugiej strony należy pilnie baczyć, czy w ciągu dnia, gdy słońce jest dość wysoko by w każdym razie mogło dawać ślady wypalone na papierze heliograficznym, aparat nie ma cienia od jakiej wystającej krawędzi dachu lub budynku a nawet drzew.

Wspominamy o tym, bo w Gdyni, mimo obszernego i dogodnego na ogół położenia heliografu, zauważono potrzebę wprowadzenia nowych poprawek, zmiennych od roku do roku i występujących zwłaszcza w procesie letnim.

Te poprawki, czysto lokalne dla Gdyni, zostały przez nas uwzględnione, przez co średnie miesięczne i roczne w tab. I różnią się nieco od danych wartości drukowanych poprzednio w publikacjach i rocznikach warszawskich P. I. M. lub w sprawozdaniach statystycznych, wydawanych periodycznie w Gdyni (w dziale poświęconym meteorologii).

Tab. Ia.

Ustalonecznienie dla Gdyni, Gdańska i Helu (w godzinach słonecznych na dzień, przeciętnie dla każdego miesiąca).

Duration of bright sunshine in hours per day (Gdynia 1928/37, Dantzig 1930/37 and Hel 1932/37).

A. Gdynia. Obserwatorium Morskie. Państw. Instytut. Meteorologiczny.
Harbour of Gdynia. Marine Observatory of the Polish Meteor. Institute.

Miesiące Months	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
1928	1.4	2.4	6.2	5.2	6.2	8.5	8.8	6.2	5.9	3.7	1.3	1.0*	4.7
1929	1.9	2.9	5.2	5.5	8.6	9.0	8.7	8.6	7.7	3.6	1.5	1.0*	5.4
1930	1.2	1.8	3.8	5.0	7.9	12.2	8.3	6.6	4.3	3.3	2.0	0.9*	4.8
1931	1.0	1.0	4.9	5.1	8.8	9.3	8.2	7.2	4.1	4.4	2.7	0.9*	4.8
1932	2.0	2.6	4.7	7.2	5.9	9.6	8.3	8.7	5.6	2.7	2.4	1.6*	5.1
1933	0.9*	2.8	4.6	5.7	8.0	9.4	9.3	8.2	6.5	5.1	2.2	1.4	5.3
1934	1.6	2.8	3.3	6.8	10.0	10.7	8.4	8.3	7.9	4.4	2.7	0.4*	5.6
1935	1.5	2.8	5.4	7.4	9.4	10.3	9.6	6.9	6.2	2.9	2.2	0.9*	5.5
1936	1.2*	2.0	3.8	6.3	6.5	9.7	8.8	6.8	7.7	4.2	1.5	1.5	5.0
1937	3.3	1.5	3.2	4.3	10.2	10.0	9.4	8.4	6.3	4.5	2.1	0.7*	5.3

Gdańsk. Obserwatorium Wolnego Miasta Gdańska.
Dantzig. Observatory (free city of Dantzig).

1930	1.2	1.9	3.7	5.2	7.9	12.2	8.1	6.5	4.3	3.5	1.9	0.8*	4.8
1931	1.0	0.9*	5.1	5.3	9.0	9.2	8.1	7.1	4.2	4.3	2.7	1.1	4.9
1932	2.1	2.7	4.6	7.1	5.9	9.5	8.8	8.3	5.5	2.6	2.3	1.4*	5.1
1933	0.8*	2.6	4.8	5.9	8.1	9.3	9.2	8.4	6.4	4.9	2.1	1.5	5.3
1934	1.8	2.6	3.1	7.0	10.0	10.6	8.2	8.2	7.8	4.3	2.6	0.5*	5.6
1935	1.6	2.9	5.6	7.2	9.3	10.3	9.5	6.8	6.1	2.8	2.2	0.9*	5.4
1936	1.3*	2.0	3.7	6.2	6.5	9.7	8.7	6.7	7.5	4.2	1.7	1.5	5.0
1937	3.5	1.7	3.3	4.1	10.1	10.2	9.4	8.3	6.4	4.6	1.9	0.6*	5.4

Hel. Obserwatorium na półwyspie helskim.
Hel. Meteorological Observatory (peninsula of Hel).

1932	2.0	2.7	4.6	6.4	6.0	9.9	8.7	8.7	5.1	2.6	2.4	1.5*	5.0
1933	0.5*	2.0	4.2	5.6	7.7	9.3	9.3	8.1	5.8	4.3	2.1	1.4	5.0
1934	1.6	2.1	2.9	6.4	10.1	10.1	8.0	7.9	6.4	3.5	2.2	0.4*	5.1
1935	1.2	2.0	5.1	6.9	9.8	10.2	9.2	7.1	5.1	2.2	2.5	0.9*	5.2
1936	1.1*	1.8	3.8	5.4	6.4	8.8	9.2	6.3	6.5	3.6	1.3	1.4	4.6
1937	2.9	1.3	2.6	4.2	9.6	9.9	8.2	7.8	5.1	4.2	1.9	0.4*	4.8

Tab. Ib.

B. Wartości średnie. Mean values. Max. abs., Min. abs.
 (G = Gdynia, D = Dantzig, H = Hel, W = Warszawa Warsaw)
 Period: 1932—1937. Wartości średnie. Mean values.

Miesiące Months	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Gdynia	1.8	2.4	4.2	6.3	8.3	10.0	9.0	7.9	6.7	4.0	2.2	1.1*	5.3
Dantzig	1.9	2.4	4.2	6.3	8.3	9.9	9.0	7.8	6.6	4.0	2.1	1.1*	5.3
Hel	1.6	2.0	3.9	5.8	8.3	9.7	8.8	7.7	5.7	3.4	2.1	1.2*	5.0
Warsaw	1.7	2.2	3.7	5.6	7.8	8.5	7.6	6.8	5.8	3.4	1.7	1.3*	4.7
G—W	0.1	0.2	0.5	0.7	0.5	1.5	1.4	1.1	0.9	0.6	0.5	—0.2	0.6
G—H	0.2	0.4	0.3	0.5	0.0	0.3	0.2	0.2	1.0	0.6	0.1	—0.1	0.3

Period: 1930—1937. Wartości średnie. Mean values. Hours per day.

Gdynia	1.6	2.2	4.2	6.0	8.3	10.2	8.8	7.6	6.1	3.9	2.2	1.0*	5.2
Dantzig	1.7	2.2	4.2	6.0	8.4	10.1	8.8	7.5	6.0	3.9	2.3	1.0*	5.2
Warsaw	1.6	2.1	3.8	5.3	7.6	8.5	7.1	6.5	5.2	3.6	1.9	1.1*	4.5
D—W	0.1	0.1	0.4	0.7	0.8	1.6	1.7	1.0	0.8	0.3	0.4	—0.1	0.7
G—D	—0.1	0.0	0.0	0.0	—0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	—0.1	0.0	0.0

Period: 1928—1937. Wartości średnie. Mean values.

Gdynia	1.6	2.3	4.1	5.9	8.2	9.9	8.8	7.6	6.2	3.9	2.1	1.1*	5.2
Warsaw	1.6	2.2	4.1	5.2	7.3	8.1	7.1	6.4	5.4	3.5	1.7	1.0*	4.5
G—W	0.0	0.1	0.0	0.7	0.9	1.8	1.7	1.2	0.8	0.4	0.4	0.1	0.7

C. Period: 1928—1937. Max. abs., Min. abs.

Max. abs.

Gdynia	3.3	2.9	6.2	7.4	10.2	12.2	9.6	8.7	7.9	5.1	2.7	1.6*	5.6
Warsaw	3.7	3.5	6.6	6.5	11.3	10.6	9.3	7.8	6.4	4.5	3.4	1.9*	5.1

Min. abs.

Gdynia	0.9	1.0	3.2	4.3	5.9	8.5	8.2	6.2	4.1	2.7	1.3	0.7*	4.7
Warsaw	0.8	1.0	2.3	3.9	5.2	6.1	5.3	4.9	2.7	2.2	0.8	0.2*	4.0

Wspomniane poprawki lokalne nie należy łączyć ze zwykłymi poprawkami heliograficznymi na wschód i zachód słońca. Ponieważ nawet przy najlepszym ustawieniu heliografu ślady zostają wypalane o tyle, o ile natężenie promieniowania słonecznego wynosi około 0·3 gr. kal. na minutę i cm^2 powierzchni według pomiarów pyrliometrycznych, to jest rzeczą zrozumiałą, że musi być różnica między teoretyczną (czy astronomiczną) długością dnia a czasem, który może wskazywać heliograf, nawet w czasie zupełnie pogodnego nieba i najlepszej czystości atmosfery. Te poprawki heliograficzne dla wschodu i zachodu słońca, rozumiane jako różnice między teoretyczną długością dnia a czasem rzeczywiście osiągalnym, to jest możliwym dla danego heliografu, mogą dochodzić a nawet przekraczać 2 godziny w przeciętnej rocznej, t. j. wynoszą mniej więcej 1 godzinę po wschodzie i przed zachodem słońca.

Przechodząc do tab. I, gdzie zestawione są wartości miesięczne i roczne dla Gdyni, Gdańska i Helu dla lat w okresie 1928-1937, w których funkcjonowały heliografy, czytamy tam, że:

1) w okresie 1930—1937 nie ma istotnych różnic w usłonecznieniu między Gdynią i Gdańskiem, co jest poniekąd zrozumiałym licząc, że oba te porty polskie oddalone są około 20 km i jednako są położone w zatoce pod względem usłonecznienia.

Różnice: (Gdynia)—(Gdańsk) niewiele wybiegają ponad $\pm 0\cdot 1$ godziny (6 minut) w średnich miesięcznych, przy czym uderza fakt, że w półroczu zimowym raczej Gdynia wykazuje o jedną dziesiątą godziny mniej, niż Gdańsk. Za to w cieplejszej porze roku (zwłaszcza w sierpniu i we wrześniu) Gdynia ma drobną przewagę w porównaniu z Gdańskiem. W sumie rocznej oba porty dają zgodnie 5·2 godzin jako średnią przeciętną za dobę (w Warszawie tylko 4·5), co odpowiada różnicy o prawie 15% na korzyść naszego wybrzeża.

2) Dane usłonecznienia Gdyni lub Gdańska oraz miejscowości między tymi dwoma portami położonych jak Orłowo Morskie (odległość plaży orłowskiej od portu w Gdyni około 5 km) i Sopoty, których pomost z przyległą plażą odległy jest o dalsze pięć kilometrów od Gdyni (mniej więcej na połowę drogi Gdynia—Gdańsk), różnią się bardzo znacznie od Warszawy i w ogóle stacji nizinnych Polski.

Biorąc dane dziesięcioletnie (1928—1937), otrzymujemy stale dodatnie odchylenia dla średnich miesięcznych usłonecznienia w porównaniu z Warszawą:

(Gdynia)—(Warszawa)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
0·0	0·1	0·0	0·7	0·9	1·8	1·7	1·2	0·8	0·4	0·4	0·1	0·7

Dla portu Hel na samym cyplu półwyspu helskiego otrzymujemy dla sześćościa (1932—1937) następujące odchylenia:

(Hel)—(Warszawa)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
—0·1	—0·2	0·2	0·2	0·5	1·2	1·2	0·9	—0·1	0·0	0·4	—0·1	0·3

a w porównaniu z Gdynią otrzymujemy różnice:

(Hel)—(Gdynia)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
—0·2	—0·4	—0·3	—0·5	0·0	—0·3	—0·2	—0·2	—1·0	—0·6	—0·1	0·1	—0·3

co znaczy, że Hel jest mniej usłoneczniony od Gdyni i daje też mniejszą przewagę godzin słonecznych w porównaniu z Warszawą.

3) A więc z danych tab. I wynika, że dla Gdyni (wraz z Orłowem Morskim, Sopotami i Gdańskiem) otrzymuje się w półroczu letnim przeciętnie 1·2 godzin słonecznych więcej niż dla stolicy Polski. W półroczu zimowym różnica ta wynosi już tylko 0·2 na korzyść wybrzeża (w ogólnej przeciętnej dla całego roku 0·7 godzin słonecznych więcej w porównaniu z Warszawą).

Największa przewaga wybrzeża na plażach w Orłowie Morskim lub Sopotach między Gdynią a Gdańskiem występują w miesiącach letnich: czerwiec...1·8; lipiec...1·7; sierpień...1·2 więcej niż w Warszawie, chociaż i miesiące wiosenne (maj...0·9, kwiecień...0·7) oraz początek jesieni (wrzesień...0·8) dają także dość znaczne różnice.

Za to miesiące zimowe i początek wiosny, od grudnia do marca włącznie, nie odbiegają zbytnio pod względem usłonecznienia od Warszawy; w październiku i listopadzie mamy do zanotowania, na korzyść wybrzeża, wartości po 0·4 godziny słonecznej w przeciętnej dziennej więcej niż dla stolicy Polski.

Przeliczając to na sumy godzin słonecznych w danym miesiącu (to jest mnożąc przeciętne różnice dzienne przez liczby dni w odpowiednim okresie miesięcznym), otrzymujemy, że przewaga wybrzeża polskiego w porównaniu z nizinami Polski wyraża się, w sumach zaokrąglonych oraz w pełnych dniach słonecznych w razie zupełnego braku chmur, w sposób następujący: lato 180 (lipiec 70, czerwiec 65 i sierpień 45) godzin słonecznych więcej, co odpowiadałoby 11 dniom zupełnie pogodnym. W razie zaś częściowego pokrycia obłokami zasłaniającymi bezpośrednio promieniowanie od tarczy słonecznej, wypada stąd, że letnicy na wybrzeżu zyskują w czerwcu, lipcu i sierpniu około 20 dni częściowo usłonecznionych w porównaniu z Warszawą.

Wrzesień, który na całym obszarze Polski należy do miesięcy bardziej usłonecznionych, daje na wybrzeżu okrągło 25 godzin słonecznych przewagi w sumach miesięcznych, a nawet pozostała jesień jest dość uprzywilejowana (październik +13 godzin, listopad +12 godzin). Miesiąc maj (+30 godzin słonecznych), a w nieco mniejszym stopniu i kwiecień (+20 godzin), należy również w Gdyni i Orłowie Morskim i dalej w kierunku Gdańska do miesięcy z wybitną przewagą usłonecznienia w porównaniu z innymi dzielnicami Polski.

Co do miesięcy w zimniejszej połowie roku (od grudnia do marca włącznie), to nie dają one większej przewagi pod względem godzin słonecznych.

W sumie ogólnej rocznej wybrzeże wykazuje okrągło 255 godzin słonecznych więcej w porównaniu z Warszawą w okresie dziesięcioletnim 1928—1937; odpowiadałoby to przeszło 20 dni o pełnym usłonecznieniu, a w razie zachmurzenia częściowego około dwa razy więcej.

4) Co do półwyspu helskiego, to przewaga usłonecznienia tutaj spada, zachowując jednakowoż stałą przewagę w okresie letnim w porównaniu z resztą Polski. W porcie Hel, na samym końcu półwyspu, mamy w czerwcu lub lipcu 1·2 godzin słonecznych więcej w porównaniu ze stolicą Polski (w Gdyni lub Orłowie Morskim 1·8 godzin), a w sumie ogólnej rocznie tylko o 100 godzin słonecznych więcej niż w Warszawie (w Gdyni o 255). Poza tym uderza w Helu znaczne pogorszenie się w odniesieniu do Gdyni stosunków usłonecznienia wczesną jesienią (wrzesień i październik) oraz od połowy zimy i w miesiącach wiosennych. Być może jest

nico lepiej w pozostałych miejscowościach półwyspu helskiego i na wybrzeżu od Władysławowa do Karwii i Dąbek, lecz to musi być stwierdzone danymi klimatycznymi (zwłaszcza co do usłonecznienia i natężenia promieniowania w Juracie, Jastarni i pozostałej grupie osiedli na otwartym morzu). W każdym razie plaża w Orłowie Morskim będzie górowała nad wszystkimi miejscowościami wybrzeża polskiego, do czego dochodzi nadto korzystne położenie Orłowa tuż przy Gdyni i Sopotach.

Tab. II.

Czas trwania usłonecznienia w godzinach dla przedziału sześciogodzinnego od 9 h do 15 h, i stosunek jego do czasu heliograficznego od wschodu do zachodu. Sunshine duration in hours, for the interval of six hours 9^h—15^h, and the heliographic ratio between »sunrise-sunset« and »6 hours« (9^h—15^h).

A. Czas trwania usłonecznienia w godzinach (przeciętne dla każdego dnia) według heliografu od wschodu do zachodu. Gdańsk i Warszawa, okres 10 lat: 1927/36.

Duration of bright sunshine (in hours per day), after heliographic records from sunrise to sunset. Dantzig and Warsaw. Period of 10 years: 1927/36.

Miesiące Months	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
a. m.	0·6*	1·0	2·1	2·8	3·9	4·7	4·3	3·6	3·0	1·8	1·0	0·6*	2·5
p. m.	0·8	1·3	2·3	3·1	4·0	4·8	4·4	3·8	3·1	2·0	1·1	0·7*	2·6
Dantzig	1·4	2·3	4·4	5·9	7·9	9·5	8·7	7·4	6·1	3·8	2·1	1·3*	5·1
Warsaw	1·4	2·2	4·1	5·2	6·8	7·8	7·0	6·5	5·4	3·4	1·8	1·1*	4·4
D—W	0·0	0·1	0·3	0·7	1·1	1·7	1·7	0·9	0·7	0·4	0·3	0·2	0·7

B. Podobne wartości w godzinach słonecznych, dla sześciu godzin (9—15 h). Same values in hours of bright sunshine, for six hours from 9 h till 15 h.

Dantzig	1·3	1·9	3·0	3·2	3·6	4·0	3·9	3·6	3·6	2·8	1·8	1·2*	2·8
Warsaw	1·2	1·7	2·7	3·1	3·5	3·8	3·4	3·5	3·5	2·5	1·6	1·0*	2·6
D—W	0·1	0·2	0·3	0·1	0·1	0·2	0·5	0·1	0·1	0·3	0·2	0·2	0·2

C. Stosunek czasu trwania = (wschód-zachód): (9—15 h).
Heliographic ratio = (sunrise-sunset): (9 h—15 h).

Dantzig	1·1	1·2	1·5	1·8	2·2	2·4	2·2	2·1	1·7	1·4	1·2	1·1	1·8
Warsaw	1·2	1·3	1·5	1·7	1·9	2·1	2·1	1·9	1·5	1·4	1·1	1·1	1·7

Tab. III.

Procenty usłonecznienia dla sześciu godzin (9^h—15^h).
 Percentages of the duration of sunshine during six hours (9^h—15^h).

A. Gdynia. Obserwatorium Morskie. Państw. Instytut Met.
 Harbour of Gdynia. Marine Observatory of the Polish Met. Institute
 Średnie dla 10 lat: 1928/37. Max. Min. Means for 10 years: 1928/37.

Miesiące Months	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I—XII
Gdynia	24	30	48	54	62	67	63	63	61	46	31	17	48
Max.	43	43	62	67	75	80	70	75	77	63	42	28	52
Min.	13	15	37	42	47	57	55	50	43	30	22	8	42

B. Gdańsk. Obserwatorium Wolnego Miasta.
 Dantzig. Observatory of the free city.

1930	20	22	43	47	58	82	58	53	45	42	30	10*	43
1931	17	13*	62	47	68	62	62	57	45	52	40	18	45
1932	32	32	50	67	49	63	70	68	53	32	35	23*	49
1933	12*	37	48	53	58	70	70	70	58	60	30	23	49
1934	28	34	35	62	75	75	58	67	75	52	35	8*	50
1935	25	39	60	60	69	67	67	58	61	33	32	15*	49
1936	20*	29	37	53	50	62	62	53	70	50	25	25	45
1937	52	24	37	40	75	70	65	67	57	50	28	8*	48

C. Hel. Obserwatorium na półwyspie helskim.
 Meteorological Observatory (Hel-peninsula).

1932	32	35	52	62	48	62	65	72	52	32	35	25*	48
1933	8*	40	45	50	58	67	67	62	58	55	30	22	47
1934	25	27	35	65	75	72	58	65	72	45	32	7*	48
1935	18	28	52	60	73	70	63	60	58	27	33	15*	47
1936	18*	25	38	53	53	62	60	52	63	45	18*	22	43
1937	42	20	30	43	73	72	58	62	55	50	28	7*	45

D. Porównanie wartości średnich. Comparison of mean values.

G = Gdynia, D = Dantzig, H = Hel, W = Warsaw. Period: 1932/37.

Dantzig	28	33	45	56	63	68	65	63	62	46	31	18*	48
Warsaw	23	28	42	51	63	63	58	59	64	40	23	20*	45
D—W	5	5	3	5	0	5	7	4	—2	6	8	—2	3

Hel	24	29	42	56	63	68	62	62	60	42	29	16*	46
D—H	4	4	3	0	0	0	3	1	2	4	3	2	2

Period: 1928/37.

Gdynia	24	30	48	54	62	67	63	63	61	46	31	17*	48
Warsaw	22	26	45	51	62	66	56	56	58	43	25	15*	44
G—W	2	4	3	3	0	1	7	7	3	3	6	2	4

Tab. IV.

Porównanie usłonecznienia dla Gdyni i Warszawy.

Comparison of heliographic data and the percentages between Gdynia and Warsaw. Period: 1928/37.

Miesiące Months	Astr. dług. dnia Astr. duration.			Wschód—Zachód Sunrise—Sunset			6 godzin (9 ^h —15 ^h) 6 hours					
			Diff.			Diff.	eff. Duration			Percentages		
	Gdynia	Warszawa		Gdynia	Warszawa		Gdynia	Warszawa	Diff.	Gdynia	Warszawa	Diff.
	hours	hours	hours	h	h	h	h	h	h	%	%	%
I	7·94	8·30	—·36	1·6	1·6	0·0	1·4	1·3	0·1	24	22	2
II	9·70	9·93	—·23	2·3	2·2	0·1	1·8	1·7	0·1	30	28	2
III	11·87	11·88	—·01	4·1	4·1	0·0	2·9	2·8	0·1	48	47	1
IV	14·09	13·91	+·18	5·9	5·2	0·7	3·2	3·0	0·2	54	49	5
V	16·06	15·71	+·35	8·2	7·3	0·9	3·7	3·7	0·0	62	61	1
VI	17·16	16·68	+·48	9·9	8·1	1·8	4·0	3·9	0·1	67	64	3
VII	16·65	16·20	+·45	8·8	7·1	1·7	3·8	3·4	0·4	63	57	6
VIII	14·87	14·64	+·23	7·6	6·4	1·2	3·8	3·4	0·4	63	57	6
IX	12·74	12·67	+·07	6·2	5·4	0·8	3·7	3·6	0·1	61	59	2
X	10·53	10·64	—·11	3·9	3·5	0·4	2·8	2·4	0·4	46	41	5
XI	8·52	8·81	—·29	2·1	1·7	0·4	1·9	1·4	0·5	31	23	8
XII	7·39	7·81	—·42	1·1	1·0	0·1	1·0	0·9	0·1	17	15	2
I-XII	12·30	12·26	+·04	5·2	4·5	0·7	2·8	2·6	0·2	48	44	4

The three first columns (and the three last ones) in the Tab. IV show certain differences with corresponding values given in my preceding paper («The greater insolation of the maritime district of Poland etc.» of November, 1938; see especially the Tab. II given there with «Percentages of sunshine during 6 hours»). Slight variations in the values of astronomical duration are due of a new computation of these tables (instead of the ancient numerical values given by C. E. P. Brooks).

The new percentages of bright sunshine for six hours (9^h—15^h) were also newly revised for Gdynia and Warsaw; they should be taken now from Tab. IV and III given in present paper (instead of Tab. II of my preceding paper).

Pierwsze i ostatnie trzy kolumny tab. IV wykazują pewne różnice odnośnych wartości, podanych w naszym poprzednim komunikacie («O uprzywilejowanym charakterze usłonecznienia etc.» z listopada 1938 r., a zwłaszcza w umieszczonej tamże tab. II dla procentów usłonecznienia). Drobne różnice w astronomicznej długości dnia wynikają z ponownego przeliczenia tej tabeli teoretycznej zamiast danych Brooks'a. Co do % usłonecznienia dla 6 godzin (9^h—15^h), to podane zostają nowe poprawione wartości, które należy przyjąć w miejsce dawnej tab. II z poprzedniego komunikatu.

Tab. V.

Liczby dni bez usłonecznienia. Gdańsk i Warszawa (1930/37) oraz parę innych stacji dla porównania.

Numbers of day without bright sunshine. Dantzig and Warsaw: 1930/37, and some other stations for comparison.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
1930	15	16	8	8	2	1	0	2	6	8	7	22	95
1931	19	18	3	4	3	0	1	2	4	4	9	15	82
1932	10	3	5	3	5	3	0	0	2	7	7	11	56
1933	21	10	8	4	4	1	0	1	3	5	11	17	85
1934	13	5	8	3	1	1	3	1	1	4	6	26	72
1935	13	6	3	1	3	1	1	1	1	5	10	14	59
1936	16	10	12	1	2	2	0	0	0	0	12	13	68
1937	8	9	12	4	0	2	1	1	1	6	14	25	83
Średn. Means	14.4	9.8	7.4	3.5	2.5	1.4	0.8	1.0	2.2	4.9	9.5	17.9	75.7
<p>Odpowiednie średnie dla Warszawy (1930/37) oraz różnice z Gdańskiem. Corresponding means for Warsaw (1930/37) and differences with Dantzig.</p>													
Warsaw	15.8	11.8	7.5	2.8	2.1	1.9	1.4	1.8	3.3	7.0	13.5	19.7	89.6
W—G	1.4	2.0	0.1	-0.7	-0.4	0.5	0.6	0.8	1.1	2.1	4.0	1.8	13.9
<p>Niektóre inne dane dla porównania. Some other data for comparison. (różne okresy, przeważnie 1890/1915) (different periods, mostly 1890/1915).</p>													
Tczew	14	10	8	5	3	2	1	1	2	6	14	17	83
Margra- bowa	17	12	11	5	2	2	1	1	3	8	17	21	100
Schnee- koppe	14	11	12	8	5	4	3	4	7	10	13	16	107

Tczew (Dirschau), lat. 54^o.1 N long. 18^o.8 E, period 1890/1909 (after Hellmann); Margrabowa (Treuburg) lat. 54^o.1 N long. 22^o.9 E, period of about 20 years, 1889/1909. Schneekoppe (H=1.6 km) lat 50^o N long. 15^o E, period 1900/1915.

O przebiegu i wartościach procentowych usłonecznienia dla interwalu sześciogodzinnego od godziny 9-tej do 15-tej.

Mając na względzie, że każdy heliograf nie od razu znaczy ślad słońca wraz z momentem wschodu i przestaje wypalać papier heliograficzny jeszcze przed zachodem słońca, dobrze jest wybrać taki możliwie długi interwał czasu kulminujący w południe prawdziwe, aby uniknąć tego źródła błędów. Jest to tym potrzebniejsze, że odnośne poprawki między czasem teoretycznym (astronomicznie możliwym) długości dnia a długością śladów heliograficznych podczas zupełnie pogodnego i czystego nieba, różnią się lokalnie, przestrzennie i nawet zależnie od instalacji danego heliografu, stopnia czystości jego kuli szklanej i t. p. Wybieramy zatem przedział sześciogodzinny od godziny 6-ej do 15-ej czasu prawdziwego słonecznego w danej miejscowości. W warunkach Europy Środkowej (okrągło od 55° do 45° stopnia szerokości geograficznej północnej) słońce w tym czasie jest już dostatecznie wysoko, aby w warunkach normalnych heliograf mógł wypalać ślady na założonym w ognisku kuli szklanej pasku. Biorąc taki sześciogodzinny interwał możemy być pewni, że uniezależnimy się prawie od tego, z jakim opóźnieniem dany heliograf zaczyna rejestrować ślady na paskach.

W tab. II podane są w średnich dla okresu dziesięcioletniego 1927—36, odnośne czasy trwania usłonecznienia dla interwalu 9^h—15^h dla jednej stacji wybrzeża, przy czym wartości średnie zostały podane nie tylko dla Gdańska, lecz także gwoli porównania dla Warszawy w tymże okresie dziesięcioletnim.

Z tejsz tab. II wynika, że dla godzin słonecznych stosunek heliograficzny: 6 godzin (9^h—15^h) do czasu od wschodu do zachodu waha się od 1:2½ (czerwiec) do prawie 1:1 (grudzień), co jest zrozumiałe, jeżeli się zważy, że długość astronomiczna dnia wynosi wtedy w Gdyni lub Gdańsku w średnich miesięcznych od 17·2 do 7·4 godzin, zaś heliograf nie wypala śladów przynajmniej od 1 do 2 godzin, a nawet i więcej. Z drugiej strony nie należy zapominać, że wybrzeże Bałtyku leży bardziej na północ: szerokość geograficzna jest dla Gdyni 54°·5, (Gdańsk 54°·4, Hel 54°·6 N), a dla Warszawy 52°·2, wskutek czego dzień trwa dłużej na wybrzeżu w lecie, a krócej w zimie. Różnica ta dochodzi prawie do pół godziny każdorazowo czyli w przebiegu rocznym dochodzi prawie do 1 godziny.

Znamienne jest jednakowoż, że, jak wynika z drugiej części tab. II, ten stosunek zmienia się niezbyt znacznie, dla miejscowości dość odległych (odległość od Warszawy do Gdyni wynosi około 300 km w linii powietrznej), wynosząc na ogół 1:1·7 w przeciętnej rocznej.

W tab. III dane usłonecznienia dla interwalu (9^h—15^h) są przeliczone w procentach w stosunku do sześciu godzin słonecznych. Żeby otrzymać efektywne godziny słoneczne w tym interwale, wystarczy pomnożyć procenty przez 0·06. Tak więc 50% odpowiada 3·00 godzin, 80% oznacza 4·80 i t. d.

W teście tab. III wynika, że wartości procentowe, dochodzące w maksimum do 80%, zdarzają się wyłącznie w półroczu letnim od kwietnia do września. Jednak wartości, przekraczające 60% (3·6 godzin słonecznych w przedziale od 9 rano do 3 po poł.) zdarzają się dość często w marcu i październiku. W listopadzie i lutym usłonecznienie może przekroczyć 40%; pamiętny jest także styczeń 1937 r., w którym usłonecznionego przy silnych mrozach wyniosło 43% w czasie od 9 do 15 godziny t. j. praktycznie w ciągu całego dnia.

Żeby łatwiej rozpatrzeć się w odnośnych rezultatach, podane są w tab. IV wartości porównawcze dla Gdyni i Warszawy w poszczególnych miesiącach.

Konstatujemy tu przede wszystkim, że istnieją dość znaczne odchylenia w przebiegu różnic między Gdynią i Warszawą zależnie od tego, czy się bierze całkowitą rejestrację dzienną od wschodu do zachodu, czy też tylko 6 godzin około-południowych (9^h—15^h). W ocenie i porównaniu tych różnic wypada liczyć się z dwoma ważnymi faktami, a mianowicie:

- a) że Gdynia leżąc bardziej na północ od Warszawy, wykazuje mniej godzin między wschodem i zachodem w zimie (grudzień 7·39 w Gdyni, a 7·81 w Warszawie), a natomiast więcej w lecie (czerwiec 17·16 w Gdyni, a tylko 16·68 w Warszawie);
- b) że paski heliografów nie dają dostrzegalnych śladów przy wschodzie i zachodzie, przy czym zachodzą różnice indywidualne w poszczególnych przyrządach. Obok różnic indywidualnych mogą być różnice lokalne, zależne od przeszkód takich, jak wzniesienie domu lub krawędzie dachu (jak to miało miejsce w Gdyni) lub też z powodu rosnących obok drzew, przy czym liście w porze letniej mogą zasłaniać heliograf (zdaje się, że ta okoliczność była powodem znacznych poprawek letnich w Warszawie na Stacji Pomp przy ulicy Czerniakowskiej, co zostało jednak usunięte w r. 1933).

Biorąc okres sześciogodzinny około-południowy, kiedy słońce jest dość wysoko, usuwa się przeważnie te perturbacje w wolnym przebiegu promieni słonecznych w kierunku kuli szklanej heliografu. Toteż wartości procentowe z godzin od 9-ej do 15-ej bardziej charakteryzują istotne różnice przebiegów usłonecznienia między Gdynią i Warszawą.

Tab. VI.

Przebieg dzienny usłonecznienia (w setnych godziny słonecznej).

Gdańsk. Średnie 6-letnie: 1932—1937. 1=0·01 godz.

Diurnal variation of the duration of bright sunshine (hundredths of each hour).

Dantzig. Means of 6 years: 1932—1937. 1=0·01 hour.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I/XII
3—4						01	00						00
4—5				00	14	43	24	02					07
5—6			00	12	41	55	45	24	07				15
6—7			06	36	51	57	53	48	27	01			23
7—8		03	24	44	57	64	61	55	53	15	01		31
8—9	05	17	37	52	61	68	63	57	64	32	09	02	39
9—10	18	27	43	57	62	68	65	64	61	40	21	10	45
10—11	27	28	46	60	64	67	66	64	64	44	30	16	48
11—12	31	36	46	58	63	71	65	63	63	45	32	20	49
12—13	34	36	45	57	63	67	64	62	64	50	38	21	50
13—14	32	33	44	55	61	67	64	64	61	50	35	22	49
14—15	28	36	44	48	62	66	65	62	57	48	30	16	47
15—16	12	21	42	44	61	68	61	63	57	42	17	02	41
16—17		08	35	41	58	64	60	58	52	21	01		33
17—18			10	40	53	62	58	54	27	03			26
18—19				18	45	57	53	37	03				18
19—20					18	42	32	04					08
20—21						02	01						00
Średnie dla 6 godzin. Mean values of six hours (9—15).													
9—15	28	33	45	56	63	68	65	63	62	46	31	18	48

Jednakowoż i w tym wypadku, przewaga lata nad wybrzeżem polskim jest najzupełniej widoczna i występuje stanowczo w porównaniu z Warszawą i resztą kraju. Przeciętnie za cały rok mamy 4%,

co odpowiada mniej więcej 180 godzin słonecznych w sumie rocznej na korzyść Gdyni, z czego około 80 przypada na właściwe miesiące letnie. Uderzają zarazem duże zwyczajki, na korzyść wybrzeża, procentów usłonecznienia w listopadzie i lutym.

Tab. VII.

Przebieg dzienny usłonecznienia (w setnych godziny słonecznej).

Warszawa. Średnie 6-letnie: 1932/37. 1=0·01 godz.

Diurnal variation of the duration of bright sunshine (hunderths of each hour).

Warsaw. Means of 6 years: 1932/37. 1=0·01 hour.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I/XII
3—4						00							00
4—5					04	15	07	01					02
5—6				08	40	44	35	19					12
6—7			01	32	54	56	50	43	05				20
7—8		04	23	47	59	64	55	50	39	12	01		30
8—9	09	15	37	51	59	68	56	58	55	30	13	02	38
9—10	19	23	42	55	61	64	58	60	62	34	19	13	43
10—11	22	28	41	54	64	64	60	60	63	39	21	16	44
11—12	23	28	42	54	63	63	60	60	64	42	22	20	45
12—13	25	30	43	51	64	63	58	59	65	43	25	24	46
13—14	26	31	44	48	65	61	57	59	66	42	24	24	46
14—15	25	29	41	46	63	60	57	57	61	42	24	23	44
15—16	18	23	38	44	58	58	57	52	57	37	19	10	39
16—17	01	10	22	40	54	56	58	51	36	21	03		29
17—18		00	02	30	52	52	48	41	08	01			20
18—19				10	34	40	36	16	01				11
19—20				00	07	24	12	01					04
20—21						01	00						00
Średnie dla 6 godzin. Mean values of six hours (9—15).													
9—15	23	28	42	51	63	63	58	59	64	40	23	20	45

Pożyteczne jest zwrócenie uwagi na tab. V z liczbami dni bez usłonecznienia, chociaż i tutaj wpływ poprawek heliograficznych odgrywa rolę. Z rozpatrzenia tych liczb wynika, że gdy Gdańsk w ciągu ośmiu lat 1930—37 wykazał 76 dni bez śladów na heliografie, to w tym czasie Warszawa miała 90 takich dni.

Największe różnice, na korzyść wybrzeża, dają luty i listopad. Biorąc długoletnie okresy z innych okresów, konstatujemy, że pobliska do Gdańska stacja Tczew (odległość od Gdańska około 30 km) daje liczby roczne dość znacznie różne od wybrzeża. Góra Śnieżkowa, położona w Sudetach na wysokości 1·6 km daje 107 dni w roku; co do stacji nizinnej Margrabowej, położonej na pograniczu Prus Książęcych z Suwalszczyzną, to daje ona w stosunku rocznym 100 dni (w Warszawie tylko 90).

O przebiegu dziennym usłonecznienia na wybrzeżu.

Dla przejścia od przedziału całodziennego czy też sześciogodzinnego do interwałów cegodzinnych, rozważymy pokrótce przebieg dzienny usłonecznienia na wybrzeżu Bałtyku oraz w stolicy Polski. W tab. VI i VII podane są odnośne dane dla Gdańska i Warszawy, obliczone dla ściśle jednakowego okresu (6 lat: 1932—1937) i podających procentowo (w ułamkach setnych dla każdej godziny), ile słońce w danej godzinie świeciło efektywnie. Z tablic tych wynika, że:

a) w Gdańsku i w ogóle na wybrzeżu występuje przeciętnie w średnich miesięcznych i rocznych przewaga godzin popołudniowych w porównaniu do odpowiednich godzin przed południem.

Różnice odnośne dochodzą w Gdańsku dla powyższego okresu do 2% w przedziale od 9 do 15 h, a nawet do 3% rano i wieczorem.

Widać to w tab. II (por. kolumny a. m. i p. m. dla Gdańska) oraz z tab. VI.

b) W Warszawie godziny wczesne i wieczorowe dają, w przeciętnej dla całego roku, raczej mniejsze różnice, niż dla interwału od 9^h—15^h, co być może objaśnia się przeszkodami, jakie promienie słoneczne napotykają, gdy słońce jest blisko horyzontu.

Z drugiej strony da się tutaj zauważyć, że półrocze letnie odznacza się innym przebiegiem niż półrocze zimowe. Jest to w związku z prądami konwekcyjnymi, które występują głównie w miesiącach letnich.

c) Maxima występują w lecie w godzinach przedpołudniowych (w czerwcu, lipcu i sierpniu koło 10 h) z drugorzędym maximum koło 15 h. Jednak te drugie maximum występuje głównie na wybrzeżu, słabiej zaś w Warszawie. W zimie obserwujemy raczej tylko jeden maximum (około godziny 13-tej).

Rozpatrując przebiegi dzienne usłonecznienia, możemy zadać sobie pytanie, czy nie należałoby, zamiast jednolitego przedziału sześciogodzinnego, wybrać różne przebiegi (np. od 4 godzin w zimie do 10 godzin w lecie). Jest to zagadnienie ciekawe, które jednak musimy odłożyć z braku miejsca i rozważyć w innym komunikacie.

Również nie zajmiemy się tutaj bliższym rozpatrywaniem tabeli dla astronomicznej długości dnia (tab. IX) oraz dla momentów wschodu i zachodu słońca (tab. VIII) dla Gdyni. Odkładamy to do następnych komunikatów, poświęconych rozpatrzeniu stosunków usłonecznienia w Warszawie, na zasadzie efektywnego materiału heliograficznego, gromadzonego w stolicy Polski już od r. 1903.

Wtenczas bowiem był zainstalowany przez autora, w charakterze kierownika ówczesnej Sieci Meteorologicznej Warszawskiej, pierwszy heliograf na tarasie Biura meteorologicznego przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa przy ul. Krakowskie Przedmieście nr 66.

Ten przyrząd przebywał tam do sierpnia 1915 r., kiedy, w związku z wypadkami wojennymi, należałoby ukryć heliograf przed wojskiem okupacyjnym niemieckim, instalując go na tarasie Towarzystwa Naukowego Warszawskiego przy ul. Śniadeckiej nr 8.

W końcu niniejszego komunikatu, poświęconego stosunkom usłonecznienia na naszym wybrzeżu, podajemy poniższe zestawienie, które — mimo tego, że podane niżej stacje heliograficzne nie posiadają ściśle jednakowych okresów — daje dość dobre pojęcie o przewadze wybrzeża polskiego pod względem usłonecznienia, w porównaniu z innymi obszarami Polski.

Procenty usłonecznienia w %, dla przedziału od godziny 9-tej do 15-tej.

Miejscowości	Miesiące skrajne		Pory roku				Rok
	lipiec	styczeń	Lato	Wiosna	Zima	Jesień	
Gdynia z Gdańskiem (1928/37)	64	25	65	46	24	55	48
Port Hel (1932/37)	62	24	64	44	23	54	46
Kołobrzeg-ujście (1890—1915) (Kolbergermünde)	63	23	62	41	26	52	45
Tczew (1890/1909)	62	27	62	42	27	50	45
Warszawa (1927/36)	56	20	60	42	21	52	44
Zakopane (H=833 m). (Według okresu 1924/38)	47	45	43	50	37	49	45
Śnieżka Sudecka (H=1·6 km) (Schneekoppe) 1900/1915 . . .	42	37	41	34	30	38	36

Chociaż przewaga wybrzeża polskiego najdobitniej występuje w lecie (w lipcu wybrzeże od Gdyni do Gdańska wykazuje 64%, a w Warszawie tylko 56%), to jednakże ta nadwyżka znajduje wyraz i w przeciętnych rocznych a także i w średnich dla jesieni i wiosny. Jedynie tylko wyróżniają się góry nasze w ciągu zimy, wykazując pewną nadwyżkę nad Gdynią lub Gdańskiem (do 12% w styczniu, a 6% przeciętnie w zimie dla Śnieżki Sudeckiej, a znacznie więcej dla Zakopanego).

Tab. VIII.

Godziny i minuty wschodu i zachodu słońca w Gdyni według czasu środkowo-europejskiego.

Sunrise and sunset in Gdynia (in hours and minutes of the Central-European time)

Daty	Wschód	Zachód	Różnica	Daty	Wschód	Zachód	Różnica
Dates	Sunrise	Sunset	Differen.	Dates	Sunrise	Sunset	Differen.
	h mm	h mm	h mm		h mm	h mm	h mm
I 1	8 09	15 29	7 20	VII 10	3 21	20 19	16 58
11	8 04	15 43	7 39	20	3 35	20 09	16 34
21	7 53	16 01	8 08	30	3 51	19 53	16 02
31	7 38	16 21	8 43				
II 10	7 20	16 41	9 21	VIII 9	4 09	19 32	15 23
20	6 58	17 02	10 04	19	4 27	19 11	14 44
				29	4 45	18 46	14 01
III 2	6 35	17 21	10 46	IX 8	5 04	18 21	13 17
12	6 10	17 42	11 32	18	5 22	17 56	12 34
22	5 45	18 01	12 16	28	5 40	17 30	11 50
IV 1	5 20	18 20	13 00	X 8	5 59	17 06	11 07
11	4 55	18 39	13 44	18	6 18	16 41	10 23
21	4 31	18 59	14 28	28	6 38	16 19	9 41
V 1	4 08	19 18	15 10	XI 7	6 58	15 59	9 01
11	3 48	19 37	15 49	17	7 18	15 41	8 23
21	3 31	19 55	16 24	27	7 36	15 29	7 53
31	3 17	20 08	16 51				
VI 10	3 09	20 19	1 709	XII 7	7 52	15 22	7 30
20	3 06	20 25	17 15	17	8 03	15 20	7 17
30	3 11	20 26	17 15	27	8 08	15 25	7 17

Spółrzędne geograficzne dla portów polskich i Warszawy. Coordinates for the Polish harbours and Warsaw.

	Gdynia	Dantzig	Hel	Warsaw
Lat. N.	54° 31'	54° 23'	54° 36'	52° 13'
Long. E. Gr.	18° 34'	18° 32'	18° 49'	21° 3'

Tab. IX.

Długości astronomiczne dnia w Gdyni (w godzinach i częściach dziesiątych).
Astronomical duration (in hours and tenth) at Gdynia.

Date	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	7·3	8·8	10·8	13·0	15·2	16·9	17·2	15·9	13·8	11·6	9·4	7·8
2	7·4	8·9	10·8	13·1	15·3	16·9	17·2	15·8	13·7	11·5	9·3	7·7
3	7·4	8·9	10·9	13·1	15·3	16·9	17·1	15·7	13·7	11·5	9·3	7·7
4	7·4	9·0	10·9	13·2	15·4	17·0	17·1	15·7	13·6	11·4	9·2	7·7
5	7·4	9·0	11·0	13·2	15·4	17·0	17·0	15·7	13·5	11·4	9·2	7·6
6	7·5	9·1	11·1	13·3	15·5	17·1	17·0	15·6	13·5	11·3	9·1	7·6
7	7·5	9·2	11·2	13·4	15·5	17·1	17·0	15·6	13·4	11·2	9·0	7·5
8	7·5	9·2	11·3	13·5	15·6	17·1	17·0	15·5	13·3	11·1	8·9	7·5
9	7·6	9·3	11·4	13·6	15·7	17·1	17·0	15·4	13·3	11·1	8·9	7·5
10	7·6	9·3	11·4	13·7	15·7	17·2	17·0	15·3	13·2	11·0	8·8	7·5
11	7·7	9·4	11·5	13·7	15·8	17·2	16·9	15·2	13·1	10·9	8·8	7·4
12	7·7	9·5	11·5	13·8	15·8	17·2	16·9	15·2	13·0	10·8	8·7	7·4
13	7·7	9·5	11·6	13·9	15·9	17·2	16·8	15·1	12·9	10·7	8·7	7·4
14	7·8	9·6	11·7	14·0	16·0	17·2	16·8	15·0	12·9	10·7	8·6	7·4
15	7·8	9·7	11·8	14·1	16·0	17·2	16·7	14·9	12·8	10·6	8·5	7·4
16	7·9	9·8	11·9	14·2	16·1	17·2	16·7	14·9	12·7	10·5	8·5	7·4
17	8·0	9·9	11·9	14·3	16·1	17·2	16·6	14·8	12·6	10·5	8·4	7·3
18	8·1	10·0	12·0	14·3	16·2	17·2	16·6	14·7	12·6	10·4	8·3	7·3
19	8·1	10·0	12·1	14·4	16·3	17·2	16·6	14·7	12·5	10·3	8·3	7·3
20	8·1	10·1	12·2	14·5	16·3	17·3	16·6	14·6	12·4	10·3	8·3	7·3
21	8·1	10·2	12·2	14·5	16·4	17·3	16·5	14·5	12·4	10·2	8·2	7·3
22	8·2	10·2	12·3	14·6	16·4	17·3	16·4	14·4	12·3	10·1	8·1	7·3
23	8·2	10·3	12·4	14·7	16·5	17·3	16·3	14·3	12·3	10·0	8·1	7·3
24	8·3	10·4	12·5	14·8	16·5	17·3	16·3	14·3	12·2	9·9	8·0	7·3
25	8·3	10·5	12·6	14·8	16·6	17·3	16·2	14·2	12·1	9·9	8·0	7·3
26	8·4	10·5	12·7	14·9	16·6	17·3	16·2	14·1	12·0	9·8	7·9	7·3
27	8·5	10·6	12·8	14·9	16·7	17·3	16·2	14·1	11·9	9·7	7·9	7·3
28	8·5	10·7	12·8	15·0	16·7	17·3	16·1	14·0	11·8	9·7	7·8	7·3
29	8·6	10·7	12·9	15·0	16·7	17·3	16·1	14·0	11·8	9·6	7·8	7·3
30	8·7		12·9	15·1	16·8	17·3	16·0	13·9	11·7	9·5	7·8	7·3
31	8·7		13·0		16·9		16·0	13·8		9·5		7·3
M	7·94	9·70	11·87	14·09	16·06	17·16	16·65	14·87	12·74	10·53	8·52	7·39

Średnia roczna. General means: I/XII = 12·30.

Literatura polska dotycząca usłonecznienia.

Bibliography of Polish papers concerning sunshine.

- 1) W. Gorczyński: O przebiegu rocznym i dziennym usłonecznienia w Krakowie. Spr. T. N. W., rok III. Warszawa 1910.
- 2) W. Smosarski: Długość usłonecznienia w Warszawie. Spr. T. N. W., rok III. Warszawa 1910.
- 3) W. Gorczyński: O insolacji ziem polskich. Geogr. Fiz. Ziem. pol. Encykl. Polska, tom I. Kraków 1913.
- 4) W. Gorczyński: O wartościach przeciętnych usłonecznienia i o wynikach obserwacji heliograficznych w r. 1911 i 1912. Sprawozdanie za r. 1912 Sieci Meteorologicznej Warszawskiej (Wiad. Matematyczne. Warszawa 1913).
- 5) W. Gorczyński: Wartości pyrhelometryczne i sumy ciepła dla Warszawy w okresie 1901—1913. Wyd. T. N. W. tom II. 1914.
- 6) R. Merecki: Klimatologia ziem polskich. Warszawa 1915.
- 7) B. Wigilew: Z badań nad klimatem Zakopanego. Spr. Kom. Fizjogr. Ak. Um. w Krakowie, tom 51, 1917.
- 8) W. Dziewulski: O przebiegu rocznym usłonecznienia w Krakowie, Zakopanym i Lwowie. Spr. Kom. Fizjogr. Ak. Um. w Krakowie, tom 51, 1917. Dodatek: Biul. Obs. Astr. w Wilnie, II, nr 1, 1921.
- 9) E. Stenz: Natężenie promieniowania słonecznego i insolacja w Warszawie w okresie 1913—1918. Rocznik P. I. M. za r. 1919. Warszawa 1922.
- 10) E. Stenz: a) O usłonecznieniu Czarnohory. Kosmos A, tom 51, 1926. Por. także »Gazeta Lekarska« nr 1, 1926.
— b) Z klimatologii polskiego wybrzeża Bałtyku. »Pam. Pol. Tow. Balneol.« Kraków 1926.
- 11) W. Dziewulski: O przebiegu rocznym i dziennym usłonecznienia w Wilnie. Obs. Astr. w Wilnie, II, nr 2, 1921; nr IV, 1927.
- 12) E. Stenz: Usłonecznienie Wielkopolski i Pomorza. Kosmos A, vol. 53, 1928.
- 13) E. Stenz: O usłonecznieniu w Polsce. Pamiętnik II Zjazdu Słow. Geogr. i Etnogr. w Polsce 1927 r., tom I, str. 69. Kraków 1929.
- 14) E. Stenz: O rozkładzie geograficznym usłonecznienia w Polsce. Kosmos, vol. 55. Lwów 1930.
- 15) J. Moniak i E. Stenz: Zarys klimatologii Śląska. Wydawnictwo Instytutu Śląskiego. Katowice 1936.
- 16) A. Rojecki: Usłonecznienie i zachmurzenie w Wilnie i w Trokach. Rocznik Obserw. Wileńskiego. Wilno 1936.
- 17) E. Stenz: O usłonecznieniu możliwym miejscowości górskich, wyznaczonem geometrycznie. »Wiad. Meteor. P. I. M.«, zeszyt 1—6. Warszawa 1934.
- 18) Z. Kaczorowska: Warunki klimatyczne polskiego wybrzeża Bałtyku — »Wiad. Meteor. P. I. M.«. Warszawa 1934.

- 19) St. Leszczycki: a) Badania insolacyjne w Tatrach Wysokich.
— b) przyczynek do usłonecznienia Tatr Wysokich. »Wiad. Meteor. P. I. M.«, nr 2 i nr 9/10 z r. 1932. Warszawa 1933.
- 20) E. Stenz: Usłonecznienie w Warszawie. »Wiad. Meteor. P. I. M.«, nr 10/12 z r. 1935. Warszawa 1935.
- 21) St. Kończak: Zarys hydrografii i klimatologii Bałtyku. Tom XVI. »Przegląd Geograficzny«. Warszawa 1937.
- 22) K. Demel: Usłonecznienie i termika morza przy Helu. »Archiwum Hydrobiologii i Rybactwa«, t. XI. Suwałki 1938.
- 23) W. Gorczyński: O uprzywilejowanym charakterze usłonecznienia na wybrzeżu polskim (wraz z W. M. Gdańskiem) w porównaniu z innymi dzielnicami Polski. T. XXXI z r. 1938. Spr. T. N. W. zeszyt 7—9. Wydział III. Warszawa 1939.

Władysław Gorczyński.

Duration of bright sunshine on Polish shores (Baltic Sea), after the heliographic records of Gdynia (with Dantzig) and the Hel-peninsula.

(From the Actinometrical Laboratory, Science Society, Warsaw).

SUMMARY.

The Polish text contains an introduction and three chapters: 1) the duration of bright sunshine for the following heliographic series: Gdynia 1928—37, Dantzig 1930—37 and Hel 1932—37, together with means and differences with Warsaw; 2) the heliographic data and the corresponding percentages for the interval of six hours (9^h—15^h) and the whole day; 3) the diurnal variation of bright sunshine. In these chapters we find, in the Polish text, nine numerical tables (provided with English subtitles and with explanation in both languages), with corresponding mean values for Gdynia, Dantzig, Hel, Warsaw and, in special cases, some other stations for comparison.

Tab. I. Duration of bright sunshine in hours per day (Gdynia 1928—37, Dantzig 1932—37 and Hel 1932—37); mean values, max. and min.

Tab. II. Sunshine duration in hours, for the interval of six hours (9^h—15^h). Gdynia 1928/37, Dantzig 1930/37, Hel 1932/37; mean values, max. and min. Heliographic ratio between sunrise-sunset and six hours.

Tab. III. Percentages of the duration of sunshine during six hours (9^h—15^h). Gdynia 1928/37, Dantzig 1930/37, Hel 1932/37 with mean values and corresponding differences.

Tab. IV. Comparison of heliographic data and percentages between the Polish littoral and Warsaw. Gdynia and Warsaw. Period 1928/37.

Tab. V. Numbers of day without bright sunshine. Dantzig and Warsaw: 1930/37, and some other stations for comparison.

Tab. VI. Diurnal variation of duration of bright sunshine (hunderths of each hour). Dantzig. Means of 6 years: 1932/1937.

Tab. VII. Diurnal variation of bright sunshine. Warsaw. Means of the same period: 1932/1937.

Tab. VIII Sunshine and sunset in Gdynia (in hours and minutes of the Central European time).

Tab. IX. Astronomical duration in Gdynia (in hours and tenth).

As follows from all these tables, summarizing all recent heliographic records from Gdynia (1928/37), Dantzig (1930/37) and Hel (1932/37), the hours of bright sunshine are greater (especially in the summer months) in comparison with Warsaw, and perhaps for all places in Poland with one big exception. The mountains ressorts in the south of Poland (for instance Zakopane, situated 833 m high in Tatra) give in winter more sunshine, as central Poland and polish shores on Baltic Sea. Such conclusions are obtained not only from heliographic records from sunrise to sunset, but also from comparisons during six hours (9 a. m to 3 p. m.). In this case we are mostly independent from the corrections owing to the fact, that the astronomical duration of day is greater (about 1 hour) that the possible duration for each heliograph.

Taking the percentages values, we find for the polish shores of Baltic Sea:

July 64% January 25% Annual total 48%
whereas Warsaw gives:

July 56% January 20% Annual total 44%
and Zakopane (altitude 0·8 km.) in Tatra-Mountains

about 46% for July and January (annual total 45%).

It is stated, in the Polish text, that the surplus of the bright sunshine in Gdynia (or Dantzig) are about 200 hours as annual total. The both months of July and August are especially favored.

Stefania Braun.

O pewnej własności charakterystycznej przestrzeni w sobie zwartej.

Komunikat przedstawiony przez W. Sierpińskiego dnia 21 lutego 1939 r.

STRESZCZENIE.

Autorka dowodzi, że następująca własność przestrzeni E :

Jeżeli ciąg monotoniczny funkcji rzeczywistych ciągłych, określonych na E , jest zbieżny do funkcji ciągłej, to zbieżność ciągu jest jednostajna, która, w myśl twierdzenia Dini'ego przysługuje przestrzeniom w sobie zwartym, charakteryzuje przestrzenie w sobie zwarte spośród wszystkich przestrzeni normalnych, w których zbiory zamknięte przeliczalne są zbiorami G_δ .

Stefania Braun.

Sur une propriété caractéristique des espaces compacts en soi.

Note présentée par M. W. Sierpiński à la séance du 21 février 1939.

D'après un théorème de Dini, si la suite f_1, f_2, \dots de fonctions réelles définies et continues sur un espace E compact en soi est monotone ($f_1(x) \leq f_2(x) \leq \dots$ pour tout $x \in E$) et convergente vers une fonction continue, la convergence est uniforme¹⁾. Or, le problème se pose²⁾, si cette propriété est caractéristique pour les espaces compacts en soi, c. à d. si le théorème de Dini est en défaut pour chaque espace non compact en soi. Je vais démontrer qu'il en est ainsi au moins si nous se bornons aux espaces E normaux dans lesquels tout ensemble fermé dénombrable est un G_δ . Les espaces satisfaisant aux conditions indiquées comprennent donc les espaces parfaitement normaux et, à plus forte raison, les espaces métriques.

Théorème. *Etant donné un espace E normal, dans lequel tout ensemble fermé dénombrable est un G_δ , et qui est non compact en soi, il existe une suite monotone de fonctions réelles définies et continues sur E et qui est convergente, mais non uniformément, vers une fonction continue sur E .*

Démonstration. L'espace E étant non compact, il existe une suite p_1, p_2, \dots de points de E différents deux à deux et n'ad-

¹⁾ H. Hahn, *Reelle Funktionen*, 1932, p. 214, 28.2.2 et 28.3.1.

²⁾ Ce problème était posé par M. W. Sierpiński.

mettant aucun point d'accumulation, donc, à plus forte raison, constituant un ensemble fermé. Désignons-le par F . D'après les prémisses concernant E , il y a donc une suite d'ensembles ouverts G_1, G_2, \dots , telle que

$$(1) \quad F = \prod_{n=1}^{\infty} G_n.$$

Nous pouvons, en outre, supposer que la suite G_1, G_2, \dots est monotone:

$$(2) \quad G_1 \supset G_2 \supset \dots$$

Soit $H_n = \{p_{n+1}, p_{n+2}, \dots\}^1$ et $K_n = E - G_n + (p_1) + (p_2) + \dots + (p_n)$.

L'ensemble F ne contenant aucun point d'accumulation, tout son sous-ensemble est fermé; donc, en particulier, H_n l'est aussi. G_n étant ouvert, K_n est fermé. D'après $F \subset G_n$ et les p_i étant distincts deux à deux, les ensembles fermés H_n et K_n sont disjoints, donc, l'espace E étant normal, il existe d'après le théorème d'Urysohn une fonction réelle continue ne prenant que les valeurs de l'intervalle $\mathcal{J} = \langle 0, 1 \rangle$ et telle que $f_n(x) = 0$ pour $x \in H_n$ et $f_n(x) = 1$ pour $x \in K_n$.

Posons

$$(2) \quad \varphi_n = \text{Max}(f_1, f_2, \dots, f_n), \quad n = 1, 2, \dots;$$

c'est donc une fonction continue ainsi que les fonctions f_i . La suite G_1, G_2, \dots étant descendante, on a $K_1 \subset K_2 \subset \dots$ et, d'après (1),

$$K_1 + K_2 + \dots = \sum_{n=1}^{\infty} (E - G_n) + \sum_{n=1}^{\infty} (p_n) = (E - \prod_{n=1}^{\infty} G_n) + F = (E - F) + F = E.$$

Il en résulte que si $x \in E$, on a $x \in K_n$ pour n suffisamment grands; pour ces valeurs de n , on a $f_n(x) = 1$, donc aussi, en vertu de (2) et que les fonctions φ_n ne prennent de même que f_n que les valeurs appartenant à \mathcal{J} , $\varphi_n(x) = 1$, ce qui implique que $\lim_{n \rightarrow \infty} \varphi_n(x) = 1$.

La suite monotone des fonctions φ_n continues sur E est donc convergente vers une fonction égale à 1 partout sur E . Mais la convergence est non uniforme, puisque, quel que soit n , on a $p_{n+1} \in H_i$ pour $i \leq n$, donc $f_i(p_{n+1}) = 0$ pour $i \leq n$, et, d'après (2), $\varphi_n(p_{n+1}) = 0$, donc $|\varphi_n(p_{n+1}) - 1| = 1$, c. q. f. d.

¹⁾ c. à d. H_n se compose des points p_{n+1}, p_{n+2}, \dots

Jerzy Alexits.

O pewnym zagadnieniu dotyczącym budowy zbiorów punktkształtnych.

Komunikat przedstawiony przez W. Sierpińskiego dnia 21 lutego 1939 r.

STRESZCZENIE.

Niech E oznacza przestrzeń metryczną ośrodkową, \mathcal{K}_1 i \mathcal{K}_2 odpowiednio — klasy wszystkich podzbiorów przestrzeni E , których wszystkie składowe, resp. wszystkie quasi-składowe są jednopunktowe, \mathcal{K}_3 -klasę wszystkich podzbiorów 0-wymiarowych przestrzeni E . Autor nazywa przestrzeń (kontynuum) *prawie dziedzicznie peanowską*, jeżeli ta przestrzeń (to kontynuum) jest sumą przeliczalną kontynuów dziedzicznie peanowskich.

Uogólniając twierdzenia G. T. Whyburna i poprzednio opublikowane własne twierdzenie, udowodnione uprzednio dla krzywych regularnych, względnie dla kontynuów dziedzicznie peanowskich, autor udowadnia następujące własności przestrzeni prawie dziedzicznie peanowskiej:

Twierdzenie 1. *Jeżeli E jest podzbiorem przestrzeni prawie dziedzicznie peanowskiej, to $\mathcal{K}_1 = \mathcal{K}_2 = \mathcal{K}_3$.*

Twierdzenie 2. *Jeżeli K jest kontynuum prawie dziedzicznie peanowskim, to każdy podzbiór zbioru K , będący jednocześnie F_σ i G_δ oraz wymiaru dodatniego zawiera łuk prosty.*

Twierdzenie 3. *Zbiór punktów 1-go rzędu kontynuum K prawie dziedzicznie peanowskiego jest co najwyżej stale 0-wymiarowym podzbiorem zbioru K , t.j. pozostaje 0-wymiarowy po dołączeniu dowolnego podzbioru 0-wymiarowego zbioru K .*

Kontynuum prawie dziedzicznie peanowskie C posiada jeszcze następującą własność:

Twierdzenie 4. *Punkty zbioru C , dla których nie istnieje otoczenie V takie, że $C \bar{V}$ jest kontynuum dziedzicznie peanowskim, tworzą zbiór nigdzie gęsty.*

Georges Alexits.

**Sur un problème concernant la structure des ensembles
punctiformes.**

Communication présentée par M. W. Sierpiński dans la séance du 21 février 1939.

Soit E un espace métrique séparable et désignons par \mathcal{K}_1 la classe des sous-ensembles non-connexes de E ; c'est à dire: l'ensemble ACE appartient à \mathcal{K}_1 , lorsque tout composant de A se réduit à un point. Nous appellerons ensemble totalement non-connexe un ensemble dont tout quasi-composant se réduit à un point. Désignons par \mathcal{K}_2 la classe des sous-ensembles totalement non-connexes de E et par \mathcal{K}_3 celle des sous-ensembles 0-dimensionnels de E . Il est connu¹⁾ que $\mathcal{K}_3 \subset \mathcal{K}_2 \subset \mathcal{K}_1$, mais la relation inverse, c'est à dire $\mathcal{K}_1 = \mathcal{K}_2 = \mathcal{K}_3$, est, en général, fausse. On a essayé plusieurs fois à indiquer une classe \mathcal{K} de continus quelque générale que possible et telle que les classes $\mathcal{K}_1, \mathcal{K}_2, \mathcal{K}_3$ coïncident pour les sous-ensembles des continus appartenants à \mathcal{K} . Jusqu'à présent, les résultats suivant sont les plus généraux:

- I. $\mathcal{K}_1 = \mathcal{K}_2 = \mathcal{K}_3$ pour les sous-ensembles d'une courbe régulière²⁾.
- II. $\mathcal{K}_1 = \mathcal{K}_2$ pour les sous-ensembles d'un continu héréditairement péanien³⁾.

Dans les suivants, nous démontrerons que la relation $\mathcal{K}_1 = \mathcal{K}_2 = \mathcal{K}_3$ reste encore exacte pour les sous-ensembles d'une classe bien étendue de continus; classe qui comprend, entre outre, tous les continus héréditairement péaniens. Appelons espace (continu) presque héréditairement péanien un espace métrique (continu) représentable comme somme d'une infinité dénombrable de continus héréditairement péaniens non nécessairement distincts.

Théorème 1. $\mathcal{K}_1 = \mathcal{K}_2 = \mathcal{K}_3$ pour les sous-ensembles des espaces presque héréditairement péaniens.

¹⁾ K. Menger, *Dimensionstheorie* (Leipzig und Berlin, 1928), p. 203.

²⁾ G. T. Whyburn, *Monatsh. Math. Phys.* **38** (1931), p. 85. Quant à la définition de courbe régulière, rationnelle, irrationnelle et ordre d'un point, voir K. Menger, *Kurventheorie* (Leipzig und Berlin, 1932), p. 96—98.

³⁾ G. T. Whyburn, *Amer. Journ. Math.* **53** (1931), p. 374. On appelle continu héréditairement péanien un continu dont tout sous-continu est péanien.

Notre théorème est établi, si nous réussissons de démontrer que les deux hypothèses:

(1) $\dim A > 0$,

et

(2) $A \in \mathcal{K}_1$,

sont incompatibles. Admettons donc que A est un sous-ensemble d'un espace E presque héréditairement péanien et que A est assujetti aux conditions (1) et (2). Nous en déduirons une contradiction. On peut poser, en effet,

$$E = \sum_{n=1}^{\infty} K_n$$

où $K_1, K_2, \dots, K_n, \dots$ désignent des continus héréditairement péaniens. Si $\dim AK_n$ était $= 0$ pour tout indice n , l'ensemble

$$A = \sum_{n=1}^{\infty} AK_n$$

serait la somme d'une infinité dénombrable d'ensembles 0-dimensionnels et relativement fermés dans A ; leur somme, c'est à dire A , serait donc aussi 0-dimensionnelle⁴⁾, contrairement à (1). Il existe donc un indice n_0 tel que $\dim AK_{n_0} > 0$. L'ensemble A étant, d'après (2), non-connexe, AK_{n_0} est un sous-ensemble non-connexe du continu héréditairement péanien K_{n_0} . Par conséquent, AK_{n_0} est totalement non-connexe en vertu du théorème II de M. G. T. Whyburn. M. K. Menger⁵⁾ a démontré que les sous-ensembles 0-dimensionnels d'un espace métrique compact sont identiques avec les ensembles qui restent totalement non-connexes même en leur attachant un point arbitraire de l'espace considéré. Par suite, AK_{n_0} étant un sous-ensemble totalement non-connexe et de dimension positive de l'espace métrique compact K_{n_0} , il existe un point p de K_{n_0} tel que $AK_{n_0} + (p)$ ne soit plus totalement non-connexe. Il en résulte, d'après le théorème II de M. G. T. Whyburn, que l'ensemble $AK_{n_0} + (p)$ contient un ensemble connexe B comprenant plus d'un point. Soit donc $q \in B$ un point différent de p et $V(p)$ un voisinage de q ne comprenant pas le point p . L'ensemble B étant un sous-ensemble connexe comprenant plus d'un point du

⁴⁾ L. c. 1) p. 93.

⁵⁾ L. c. 1), p. 207.

continu héréditairement péanien K_{n_0} , tout voisinage $V(q)$ de q comprend, en vertu d'un théorème dû à M. L. Wilder⁶⁾, un voisinage $W(q)$ de q tel que $B \cdot W(q)$ soit connexe. Mais

$$B \cdot W(q) \subset B \cdot V(q) \subset B - (p) \subset AK_{n_0};$$

c'est à dire que AK_{n_0} contient un ensemble connexe $B \cdot W(q)$ comprenant plus d'un point. AK_{n_0} n'est donc pas un ensemble non-connexe, contrairement à (2). Cette contradiction prouve l'incompatibilité des relations (1) et (2), c. q. f. d.

Le théorème précédent nous permet de généraliser deux théorèmes⁷⁾ concernant la structure des courbes régulières.

Théorème 2. *K étant un continu presque héréditairement péanien et l'ensemble $A \subset K$ un G_δ ou un F_σ de dimension positive, il existe un arc CCA .*

Soit d'abord A un G_δ et $\dim A > 0$. Il résulte, comme dans la démonstration du théorème 1, l'existence d'un continu héréditairement péanien $K_{n_0} \subset K$ tel que $\dim AK_{n_0} > 0$. L'ensemble AK_{n_0} contient donc, d'après le théorème 1, un ensemble connexe B comprenant plus d'un point. Envisageons l'ensemble $AK_{n_0} \cdot \bar{B}$. Les ensembles facteurs A , K_{n_0} et \bar{B} étant des G_δ , leur produit est aussi un G_δ . L'ensemble $AK_{n_0} \cdot \bar{B}$ est donc un G_δ connexe comprenant plus d'un point et situé dans le continu héréditairement péanien K_{n_0} ; à tout point $p \in AK_{n_0} \cdot \bar{B}$ et à tout voisinage $V(p)$ de p correspond donc, en vertu du théorème précité de M. L. Wilder, un voisinage $W(p) \subset V(p)$ de p tel que $AK_{n_0} \cdot \bar{B} \cdot W(p)$ soit connexe. Tous ces propriétés de l'ensemble $AK_{n_0} \cdot \bar{B}$ entraînent, d'après M. K. Menger⁸⁾, l'existence d'un arc $C \subset AK_{n_0} \cdot \bar{B}$; la première partie de notre proposition est donc démontrée.

Soit maintenant A un F_σ et $\dim A > 0$. Il est connu⁹⁾ que, dans ce cas, A contient un continu. Ce continu étant un G_δ de dimension positive, il contient, en vertu de la première partie de notre proposition, un arc C . Nous avons donc établi aussi la deuxième partie du théorème 2.

⁶⁾ R. L. Wilder, Proc. Nat. Ac. Sci. U. S. A. **15** (1929), p. 616.

⁷⁾ G. Alexits, C. R. Soc. Sc. L. Varsovie Cl. III A. XXXI (1938), p. 104—105.

⁸⁾ K. Menger, Monatsh. Math. Phys. **36** (1929), p. 212. Voir aussi N. Aronszajn, Fund. Math. **15** (1930), p. 228 et C. Kuratowski, Fund. Math. **15** (1930), p. 301.

⁹⁾ S. Mazurkiewicz, Fund. Math. **3** (1922), p. 65.

Introduisons la terminologie suivante: A s'appelle un sous-ensemble au plus constamment 0-dimensionnel de K , lorsque, N étant un sous-ensemble 0-dimensionnel arbitraire de K , la somme $A+N$ est aussi de dimension 0. En désignant par K^1 l'ensemble des points d'arrêt du continu K , nous pouvons énoncer ce

Théorème 3. *Le sous-ensemble K^1 d'un continu presque héréditairement péanien K est au plus constamment 0-dimensionnel.*

Admettons, en effet, que K^1 ne soit pas un sous-ensemble au plus constamment 0-dimensionnel de K et nous en déduisons une contradiction. Soit, à ce but, N un sous-ensemble 0-dimensionnel de K tel que $\dim(K^1+N) > 0$. Il est connu¹⁰⁾ que N est contenu dans un ensemble $M \subset K$ où M est un G_δ et $\dim M = 0$. La somme K^1+M est donc un G_δ et

$$\dim(K^1+M) \geq \dim(K^1+N) > 0.$$

L'ensemble K^1+M contient donc, en vertu du théorème 2, un arc C . Le produit CK^1 est évidemment une partie de l'ensemble des deux points d'arrêt de C ; par conséquent, $CM = C - CK^1$ comprend un arc, contrairement à l'hypothèse $\dim M = 0$. C'est la contradiction annoncée.

La condition du théorème 3 que K soit un continu presque héréditairement péanien ne se laisse pas remplacer par la condition moins restrictive: K est une courbe, c'est à dire un continu de dimension 1. En effet, MM. B. Knaster et S. Mazurkiewicz¹¹⁾ ont construit une courbe irrationnelle K ayant la propriété d'être la somme de l'ensemble K^1 de ces points d'arrêt et d'une infinité dénombrable de segments $S_1, S_2, \dots, S_n, \dots$. L'ensemble $\sum_{n=1}^{\infty} S_n$ se laisse décomposer en deux ensembles A, B où $\dim A = 0$ et B est un ensemble dénombrable. La courbe K se laisse donc représenter dans la forme

$$K = K^1 + A + B.$$

¹⁰⁾ L. Tumarkin, Math. Ann. **98** (1928), p. 638.

¹¹⁾ B. Knaster et S. Mazurkiewicz, Ergebnisse Math. Koll. Wien **5** (1933), p. 7.

Si K^1 était un sous-ensemble au plus constamment 0-dimensionnel de K , la somme $K^1 + A$ serait de dimension 0. Tout point $p \in K^1 + A$ posséderait donc des voisinages arbitrairement petits dont les frontières appartiennent à l'ensemble dénombrable B . Par conséquent, tous les points de $K^1 + A$ seraient des points rationnels; la courbe K ne pourrait être, par suite, irrationnelle qu'aux points de l'ensemble dénombrable B . Mais, on sait que l'ensemble K^c des points irrationnels de K comprend un continu ou bien est vide¹²). Il s'ensuit donc que la courbe K ne pourrait être irrationnelle ni aux points de l'ensemble $K^1 + A$ ni aux points de B , c'est à dire que K serait une courbe rationnelle. L'hypothèse $\dim(K^1 + A) = 0$ nous a conduit à une contradiction; on voit donc que l'ensemble $K^1 + A$ est de dimension positive, ce qui équivaut justement à notre proposition, notamment que l'ensemble K^1 des points d'arrêt de la courbe irrationnelle K de MM. B. Knaster et S. Mazurkiewicz n'est pas constamment 0-dimensionnelle. Le problème, s'il existe aussi une courbe rationnelle ayant la même propriété, reste ouvert.

Nous allons encore voir que la structure des continus presque héréditairement péaniens est, en effet, «presque» la même que celle des continus héréditairement péaniens. Désignons, à ce but, par C^* l'ensemble des points p du continu C auxquels on peut trouver un voisinage $V(p)$ de p tel que $C \cdot \overline{V(p)}$ soit un continu héréditairement péanien.

Théorème 4. *L'ensemble $C - C^*$ est, pour tout sous-continu C d'un continu presque héréditairement péanien K , non-dense dans C .*

Considérons, pour simplifier la démonstration, le continu C comme espace métrique; les propriétés relatives des ensembles se rapportent donc à cet espace. Désignons par U un sous-ensemble ouvert arbitraire de C . Le continu K étant presque héréditairement péanien, il existe une infinité dénombrable de continus héréditairement péaniens $K_1, K_2, \dots, K_n, \dots$ tels que $K = \sum_{n=1}^{\infty} K_n$, par conséquent

$U = \sum_{n=1}^{\infty} K_n U$. Si tous les ensembles $K_n U$ étaient non-denses, le sous-ensemble ouvert U du continu C serait de première catégorie, ce qui est impossible. Il existe donc un indice n_0 tel que $K_{n_0} U$ ne soit

¹²) K. Menger, *Kurventheorie* (Leipzig und Berlin, 1932), p. 133.

pas non-dense. Par suite, $K_{n_0}U$ étant fermé dans U , l'ensemble $K_{n_0}U$ comprend un ensemble ouvert V . De plus, V étant un sous-ensemble de K_{n_0} , il s'ensuit que V est aussi ouvert dans K_{n_0} . Il existe donc, à tout point $p \in V$, un voisinage $V(p)$ de p tel que $K_{n_0} \cdot \overline{V(p)}$ soit un continu héréditairement péanien et $K_{n_0} \cdot \overline{V(p)} \subset V$. L'ensemble $K_{n_0} \cdot V(p)$ étant ouvert dans K_{n_0} , il est aussi relativement ouvert dans V ; $K_{n_0} \cdot V(p)$ est, par conséquent, un sous-ensemble ouvert de C . Il en résulte: $C \cdot \overline{V(p)} = K_{n_0} \cdot \overline{V(p)}$; le produit $C \cdot \overline{V(p)}$ est donc un continu héréditairement péanien, c'est à dire que le point arbitraire $p \in V$ appartient à l'ensemble C^* . Ainsi, nous avons démontré que tout ensemble ouvert U comprend un ensemble ouvert $V \subset C^*$. Désignons donc par W le plus grand ensemble ouvert contenu dans C^* ; il s'ensuit, d'après ce résultat, que W est dense dans C . L'ensemble fermé $C - W$ est, par conséquent, non-dense; $C - C^* \subset C - W$ est donc d'autant plus un sous-ensemble non-dense de C .

St. J. Thugutt.

O działaniu wodnego roztworu kwaśnego siarczanu potasowego na sanidyn.

Komunikat zgłoszony 21 lutego 1939 r.

STRESZCZENIE

Wiercenia głębokie wykonane w różnych warunkach geologicznych ujawniły obecność kwasu siarkowego względnie jego soli w wodach głębinowych. Działanie wodnego roztworu kwaśnego siarczanu potasowego na glinokrzemiany jest bardzo energiczne. Z glinodwukrzemianu potasowego powstaje np. obok alunitu i wolnej krzemionki newtonit¹⁾, z leucytu — produkt lyszczykowy²⁾. Byłoby więc rzeczą interesującą przekonać się, jak zachowają się w analogicznych warunkach skalenie.

¹⁾ St. J. Thugutt. Sprawozd. z pos. Tow. Nauk. Warsz. **30** (1937) 147

²⁾ St. J. Thugutt. Tamże **31** (1938) 85.

W tym celu ogrzewałem w autoklawie wymoszczonym platyną 2·01714 g sanidynu z Wehr³⁾ z 1·2 g kwaśnego siarczanu potasowego i 550 cm³ wody przekroplonej zrazu w ciągu 36 godzin w temperaturze 180—210° C, następnie jeszcze 110 godzin w temperaturze 223—226° C. Po upływie tego czasu do roztworu koloidalnego przeszła przeważnie krzemionka obok niewielkiej ilości glinokrzemianu.

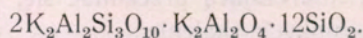
W roztworze znaleziono:

SiO ₂	0·48241 g
Al ₂ O ₃	0·05621 „
Fe ₂ O ₃	0·00346 „
K ₂ SO ₄	0·74907 „
Na ₂ SO ₄	0·06152 „
SO ₃	0·18297 „
	1·53564 g

Produkt stały składał się z mieszaniny drobniutek i niezbyt licznych romboedrów alunitu, z produktu natury łyszczkowej i z resztek nierozłożonego sanidynu.

Produkt stały	Alunit	Reszta	Stos. cząst.
SiO ₂	49·05	—	4·77
Al ₂ O ₃	25·45	8·03	} 1·00
Fe ₂ O ₃	0·06	—	
BaO	1·23	—	
CaO	0·10	—	} 0·68
K ₂ O	9·11	2·47	
Na ₂ O	2·23	—	
H ₂ O	4·01	2·84	0·38
SO ₃	8·41	8·41	—
	99·65	21·75	77·90

Z przebiegu reakcji wynika, że $\frac{1}{3}$ część glinki w sanidynie inną odgrywa rolę aniżeli pozostałe $\frac{2}{3}$ zgodnie ze strukturą skalenia potasowego wysnutą przeze mnie dawniej⁴⁾:



³⁾ St. J. Thugutt. N. Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. 9 (1895) 597.

⁴⁾ St. J. Thugutt. N. Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. 9 (1895) 598.

St. J. Thugutt.

Über die Einwirkung des sauren Kaliumsulfats in wässriger Lösung auf Sanidin.

Vorgelegt am 21 Februar 1939.

ZUSAMMENFASSUNG.

In verschiedenen geologischen Verhältnissen ausgeführte Tiefbohrungen haben die Gegenwart freier Schwefelsäure resp. ihrer Alkalisalze im Tiefwasser erwiesen. Die Einwirkung des sauren Kaliumsulfats in wässriger Lösung auf Tonerdesilikate ist sehr energisch. Aus dem Kaliophililit z. B. wird neben Alunit und freier Kieselsäure der Newtonit¹⁾ gebildet, aus dem Leucit entsteht ein glimmerartiges Produkt²⁾. Es war deshalb interessant zu erfahren, wie verhält sich unter analogen Bedingungen der Feldspat.

Zu diesem Ende wurden im mit Platin ausgekleideten Autoklav 2·01714 g Sanidin von Wehr³⁾ mit 1·2 g KHSO₄ und 550 cm³ destilliertem Wasser zuerst 36 Stunden bei 181—210° C, dann 110 Stunden bei 223—226° C erhitzt. Nach dieser Zeit ging ein Teil Kieselsäure neben wenig Alumosilikat kolloidal in Lösung.

Dieselbe enthielt:

SiO ₂	0·48241 g
Al ₂ O ₃	0·05621 „
Fe ₂ O ₃	0·00346 „
K ₂ SO ₄	0·74907 „
Na ₂ SO ₄	0·06152 „
SO ₃	0·18297 „
	<hr/>
	1·53564 g

Im festen Produkte wurde neben winzigen Alunitrhomboedern und unzersetzt gebliebenem Sanidin ein glimmerartiges Silikat gefunden.

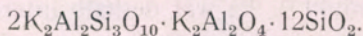
¹⁾ St. J. Thugutt. Sprawozd. z pos. Tow. Nauk. Warsz. 30 (1937) 147.

²⁾ St. J. Thugutt. Daselbst 31 (1938) 85.

³⁾ St. J. Thugutt. N. Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. 9 (1895) 597.

Das Gemenge	Alunit	Der Rest	Mol. Verh.
SiO ₂ 49·05	—	49·05	4·77
Al ₂ O ₃ 25·45	8·03	17·42	} 1·00
Fe ₂ O ₃ 0·06	—	0·06	
BaO 1·23	—	1·23	} 0·68
CaO 0·10	—	0·10	
K ₂ O 9·11	2·47	6·64	
Na ₂ O 2·23	—	2·23	} 0·38
H ₂ O 4·01	2·84	1·17	
SO ₃ 8·41	8·41	—	
<u>99·65</u>	<u>21·75</u>	<u>77·90</u>	

Es folgt aus dem Reaktionsverlaufe, dass $\frac{1}{3}$ Tonerde im Sanidin eine andere Rolle zu spielen scheint als die übrigen $\frac{2}{3}$, in Übereinstimmung mit der früher von mir angenommenen Formel ⁸⁾:



⁸⁾ St. J. Thugutt. N. Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. 9 (1895) 598.

Jerzy Słupecki.

Kryterium pełności wielowartościowych systemów logiki zdań.

Przedstawił J. Łukasiewicz dnia 21 lutego 1939 r.

Z zagadnień, dotyczących definiowalności funktorów logik wielowartościowych, na szczególną uwagę zasługuje zagadnienie t. zw. pełności systemu ¹⁾. System nazywamy pełnym, gdy przy pomocy jego terminów pierwotnych można zdefiniować wszystkie możliwe funktry danej logiki wielowartościowej. W celu wykazania pełności systemu wystarczy udowodnić definiowalność w nim wszystkich funktorów dwuargumentowych, gdyż posługując się tymi funktryami zawsze potrafimy zdefiniować wszystkie funktry danej logiki

¹⁾ Określenie, czym są wielowartościowe systemy logiki zdań, czyli krócej logiki wielowartościowe, znajdzie czytelnik w § 10 pracy prof. J. Łukasiewicza, *Znaczenie analizy logicznej dla poznania*, Przegląd Filozoficzny, rocznik XXXVII, Warszawa 1934.

o dowolnej skończonej ilości argumentów²⁾. Zagadnienie jednak definiowalności wszystkich funktorów dwuargumentowych, proste i łatwe w logice dwuwartościowej, nasuwa w logikach wielowartościowych dość znaczne trudności. Kryteria więc ogólne, dotyczące tych zagadnień, posiadają znaczenie praktyczne, zaoszczędzając czasu i pracy przy badaniu pełnych logik wielowartościowych.

W rozprawce tej podamy proste kryterium pełności tych systemów logik wielowartościowych, o których skądinąd wiemy, że w nich dają się zdefiniować wszystkie funktory jednoargumentowe. W ten sposób trudności, związane z badaniem pełności systemów wielowartościowych, zostaną zredukowane do badania definiowalności wszystkich funkcji jednoargumentowych. Ostatnie to zagadnienie, dzięki twierdzeniu S. Piccard³⁾, daje się w szeregu przypadków rozwiązać natychmiastowo lub prawie natychmiastowo.

Kryterium, o którym była mowa wyżej, podamy w postaci następującego twierdzenia:

Twierdzenie. *Jeżeli w danej logice wielowartościowej są definiowalne wszystkie funktory jednoargumentowe, to jest ona systemem pełnym wtedy i tylko wtedy, gdy przynajmniej jeden jej termin pierwotny, będący funktorem dwuargumentowym, posiada tabelkę interpretacyjną⁴⁾, w której przynajmniej jeden wiersz i jedna kolumna nie mają wszystkich elementów identycznych i w której występują jako elementy te wszystkie wartości, jakie w danej logice wielowartościowej mogą przyjmować zmienne zdaniowe.*

Dowód. Niech będzie dana dowolna logika wielowartościowa taka, że jej terminy pierwotne pozwalają zdefiniować wszystkie

²⁾ Dowód tego twierdzenia został umieszczony w mojej dotąd nieopublikowanej pracy, *Pełny trójwartościowy rachunek zdań*. W pracy tej została udowodniona powyższa własność funktorów dwuargumentowych logiki trójwartościowej, uogólnienie jednak tego twierdzenia na dowolną skończoną wielowartościową logikę nie sprawia żadnych trudności.

³⁾ Twierdzenie to znajdzie czytelnik w pracy: *Sur les fonctions définies dans les ensembles finis quelconques* par Sophie Piccard (Neuchâtel). *Fundamenta Mathematicae*, t. XXIV, Warszawa 1935, str. 298—301.

⁴⁾ Określenie pojęcia tabelki interpretacyjnej znajdzie czytelnik w pracy: Dr Jan Łukasiewicz, profesor Uniwersytetu Warszawskiego, *Elementy logiki matematycznej*. Skrypt autoryzowany opracował M. Presburger. Nakładem Komisji Wydawniczej Koła Matematyczno-Fizycznego Słuchaczy Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1929.

funkcje jednoargumentowe i niech funkcja Ppq ⁵⁾, będąca terminem pierwotnym tej logiki, posiada tabelkę, spełniającą warunki naszego twierdzenia.

Wartości, jakie mogą przyjmować zmienne zdaniowe w rozważanej logice, niech tworzą ciąg następujący:

$$(1) \quad 1, 2, \dots, n.$$

Tabelka zaś funkcji Ppq niech ma postać:

P	1	2	...	n
1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}
.
.
.
n	a_{n1}	a_{n2}	...	a_{nn}

gdzie liczby naturalne a_{ij} spełniają warunek:

$$1 \leq a_{ij} \leq n \quad \text{dla} \quad i=1, 2, \dots, n; \quad j=1, 2, \dots, n.$$

Z założeń, dotyczących tabelki funkcji Ppq , wynika, że musi w niej występować taki wiersz (niech to będzie k -ty wiersz), że przynajmniej dwa jego elementy nie są identyczne.

Rozpatrzmy dwa przypadki: 1) w wierszu k -tym nie występuje pewien wyraz ciągu 1. Lecz w myśl założeń naszego twierdzenia tabelka funkcji Ppq musi zawierać element identyczny z tym wyrazem ciągu 1. Niech to będzie element a_{st} .

Łatwo widzieć, że w k -tym wierszu tabelki muszą występować dwa takie elementy a_{hr} i a_{kt} , że $a_{hr} \neq a_{kt}$, przy czym oba te elementy są różne od elementu a_{st} .

Wykazaliśmy więc istnienie w rozważanym przypadku takich czterech wyrazów k, r, s, t ciągu 1, że dla nich zachodzi:

$$(2) \quad Pkr \neq Pkt; \quad Pkr \neq Pst; \quad Pkt \neq Pst.$$

Rozpatrzmy teraz przypadek drugi: w k -tym wierszu tabelki funkcji Ppq występują wszystkie elementy ciągu 1. Łatwo widzieć,

⁵⁾ W pracy tej posługiwać się będziemy beznawiasową symboliką pomysłu prof. J. Łukasiewicza, której zasady znajdzie czytelnik w *Elementach logiki matematycznej* (porównaj odnośnik 4).

że i przy tym założeniu muszą istnieć cztery wyrazy ciągu 1, spełniające związki 2, w przeciwnym bowiem razie każda z kolumn tabelki funkcji Ppq posiadałaby wszystkie elementy identyczne, co sprzeczne jest z założeniem naszego twierdzenia.

Weźmy pod uwagę trzy dowolne funkcje jednoargumentowe: A_1p , A_2p oraz A_3p , z których każda posiada tę własność, że dla różnych wartości argumentów przyjmuje zawsze różne wartości.

O funkcjach tych zakładamy jeszcze, że spełniają one następujące związki:

dla $p=1$, $p=2$, funkcja A_1p przyjmuje odpowiednio wartości k oraz s ;

dla $p=1$, $p=2$ funkcja A_2p przyjmuje odpowiednio wartości t oraz r ;

dla $p=a_{kt}$, $p=a_{rr}$, $p=a_{st}$ funkcja A_3p przyjmuje odpowiednio wartości 1, 2 oraz 3.

Zauważmy jeszcze, że zgodnie z założeniem naszego twierdzenia funkcje A_1p , A_2p oraz A_3p , jako funkcje jednoargumentowe, dają się w rozważanej logice zdefiniować, przy czym istnienie funkcji A_3p , spełniającej wyżej wymienione warunki, wynika ze związków 2.

Niech wyrażenie

$$PA_1pA_2q$$

definiuje funkcję Qpq , dla której, jak łatwo widzieć, zachodzą związki:

$$Q11=a_{kt}; \quad Q12=a_{kr}; \quad Q21=a_{st}.$$

Wprowadzimy jeszcze następującą definicję:

$$(3) \quad Rpq \stackrel{\text{df}}{=} A_3Qpq.$$

Dla zdefiniowanej funkcji zachodzi:

$$(4) \quad R11=1; \quad R12=2; \quad R21=3,$$

przy czym tabelka funkcji Rpq , jak również tabelki funkcji Ppq oraz Qpq zawierają wśród swych elementów wszystkie wyrazy ciągu 1, stąd zaś wynika, że dla każdego wyrazu k tego ciągu istnieją takie dwa wyrazy a_k oraz b_k tegoż ciągu, które spełniają następujący związek:

$$(5) \quad Ra_k b_k = k.$$

Oznaczmy symbolem $S_i pq$ ($i=2,3,\dots,n$), dowolną funkcję dwuargumentową, posiadającą taką tabelkę, że i pierwszych elementów pierwszego wiersza tej tabelki są równe numerom kolumn, w których te elementy występują, pierwsze zaś i elementów pierwszej kolumny są równe numerom wierszy, w których się znajdują. Pozostałe elementy pierwszego wiersza i pierwszej kolumny tabelki funkcji $S_i pq$ są równe i .

Przedo wszystkim udowodnimy definiowalność funkcji $S_2 pq$. W tym celu potrzebne nam będą trzy funkcje jednoargumentowe $B_1 p$, $B_2 p$ oraz $B_3 p$, przy czym funkcja $B_1 p$ dla $p=1$ przyjmuje wartość 1, dla wszystkich pozostałych wartości argumentu — wartość 2, funkcja $B_2 p$ dla $p=1$ przyjmuje wartość 2, dla wszystkich pozostałych wartości argumentu — wartość 1; wreszcie funkcja $B_3 p$ dla $p=3$ przyjmuje wartość 1, dla wszystkich pozostałych wartości argumentu — wartość 2.

Rozpatrzmy teraz dwa przypadki: 1) funkcja Rpq (patrz def. 3) dla obu argumentów o wartości 2 przyjmuje wartość 1; 2) funkcja Rpq dla tych wartości argumentów przyjmuje wartość różną od 1.

Funkcja $S_2 pq$ definiuje się w każdym z tych przypadków odpowiednio przez następujące wyrażenia:

$$(6) \quad B_3 R B_2 p B_1 q \quad \text{oraz} \quad B_1 R B_1 p B_1 q.$$

Zauważmy tu, że funkcja $S_2 pq$ posiada dodatkowo tę własność, że dla obu argumentów o wartości 2 przyjmuje wartość 2. Z tej własności funkcji $S_2 pq$ skorzystamy w dalszej części naszego dowodu.

Zakładając, że potrafimy zdefiniować funkcję $S_i pq$ dla pewnego naturalnego i większego od 1 i mniejszego od n , udowodnimy obecnie definiowalność funkcji $S_{i+1} pq$.

Weźmy w tym celu pod uwagę przede wszystkim dwie funkcje jednoargumentowe $C_1 p$ oraz $C_2 p$, które dla wartości argumentów:

1, 2, 3, przyjmują odpowiednie wartości:

1, 1, 2

1, 2, 1

dla wartości zaś argumentu większych od 3, lecz niewiększych od $i+1$ (o ile wartości takie istnieją) przyjmują wartość o 1 mniejszą od wartości argumentu p , dla pozostałych wartości tego argumentu przyjmują obie te funkcje w przypadku $i > 2$ stale wartość i w przypadku zaś $i=2$ odpowiednio wartość 2 oraz 1.

Uwzględnimy jeszcze dwie funkcje również jednoargumentowe D_1p oraz D_2p , które dla wartości argumentu mniejszej od 3 przyjmują wartość równą wartości argumentu, dla każdej zaś wartości k argumentu p większej od 2, lecz nie większej od i (o ile wartości takie istnieją) przyjmują te funkcje odpowiednio wartości a_{i+1} oraz b_{i+1} , spełniające związek (5). Dla wszystkich pozostałych wartości argumentu, niech te funkcje przyjmują wartość 1.

Łatwo widzieć, że funkcje T_1pq oraz T_2pq , zdefiniowane odpowiednio przez wyrażenia

$$D_1S_iC_1pC_1q \quad \text{oraz} \quad D_2S_iC_2pC_2q,$$

mają tabelki, których pierwsze $i+1$ elementów pierwszego wiersza i pierwszej kolumny tworzą w przypadku $i > 2$ odpowiednio dwa następujące ciągi:

$$1, 1, 2, a_4, a_5, \dots, a_i, a_{i+1}$$

$$1, 2, 1, b_4, b_5, \dots, b_i, b_{i+1},$$

w przypadku zaś $i = 2$:

$$1, 1, 2$$

$$1, 2, 1.$$

Wszystkie pozostałe elementy pierwszego wiersza i pierwszej kolumny tabelki funkcji T_1pq oraz T_2pq są w przypadku $i > 2$ odpowiednio równe a_{i+1} oraz b_{i+1} , w przypadku zaś $i = 2$ odpowiednio równe 2 oraz 1.

Ze związków (4) oraz (5) wynika, że wyrażenie

$$RT_1pqT_2pq$$

definiuje funkcję $S_{i+1}pq$.

Udowodniliśmy więc na drodze indukcji definiowalność funkcji $S_i pq$ dla $i = 2, 3, \dots, n$, w szczególności zaś definiowalność funkcji $S_n pq$. Funkcja ta ma tę własność, że gdy jeden z jej argumentów ma wartość 1, to funkcja przyjmuje zawsze wartość równą wartości drugiego argumentu.

Obecnie będziemy dążyli do zdefiniowania ciągów funkcji $U_{rs}^k pq$, gdzie wskaźniki k, r, s przebiegają wszystkie wartości od 1 do n .

Funkcje te mają spełniać następujące własności: dla $p = r$ i $q = s$ funkcja $U_{rs}^k pq$ przyjmuje wartość k , dla wszystkich pozostałych układów wartości argumentów — wartość 1.

W celu zdefiniowania funkcji $U_{rs}^k pq$, potrzebne nam będą dwa następujące ciągi funkcji jednoargumentowych: $E_r p, F_k p$, gdzie wskaźniki r oraz k przyjmują wszystkie wartości od 1 do n , przy czym:

funkcja $E_r p$ dla $p=r$ przyjmuje wartość 1,
 funkcja $F_k p$ dla $p=1$ przyjmuje wartość k ,

dla wszystkich pozostałych wartości argumentu funkcja $E_r p$ przyjmuje wartość 2, funkcja zaś $F_k p$ — wartość 1.

Wyrażenie definiujące funkcję $U_{rs}^k pq$ ma postać:

$$F_k S_2 E_r p E_s q.$$

Funkcje $U_{rs}^k pq$ oraz $S_n pq$ pozwalają zdefiniować dowolną funkcję dwuargumentową Xpq rozważanej logiki wielowartościowej⁶⁾.

Niech tabelka funkcji Xpq ma postać:

X	1	2	...	n
1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1n}
2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2n}
.
.
.
n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nn}

gdzie liczby naturalne x_{ij} spełniają warunek:

$$1 \leq x_{ij} \leq n \quad \text{dla} \quad i=1, 2, \dots, n; \quad j=1, 2, \dots, n.$$

Wyrażeniem definiującym funkcję Xpq jest, jak łatwo widzieć, wyrażenie następujące:

$$S_n U_{11}^{x_{11}} pq S_n U_{12}^{x_{12}} pq \dots S_n U_{1n}^{x_{1n}} pq S_n U_{21}^{x_{21}} pq \dots S_n U_{2n}^{x_{2n}} pq \dots S_n U_{n, n-1}^{x_{n, n-1}} pq U_{nn}^{x_{nn}} pq.$$

Udowodniliśmy więc, że podane w twierdzeniu warunki są wystarczające, by w systemie mogły być zdefiniowane wszystkie funktry dwuargumentowe, stąd zaś wynika, jak była już o tym mowa wyżej, że warunki naszego twierdzenia są wystarczające, by rozważany system logiki wielowartościowej był systemem pełnym.

⁶⁾ W tej części dowód nasz jest wzorowany na analogicznych dowodach prof. J. Łukasiewicza.

Że warunki te są jednocześnie konieczne, wynika na drodze łatwej indukcji stąd, że o ile wszystkie terminy pierwotne rozważanej logiki wielowartościowej, będące funktorami dwuargumentowymi posiadają tabelki, nie spełniające jednego przynajmniej z warunków, wymienionych w twierdzeniu, to również wszystkie funkcje dwuargumentowe, zdefiniowane przy pomocy tych terminów pierwotnych i dowolnych funkcji jednoargumentowych, będą miały tabelki, nie spełniające jednego przynajmniej z tych warunków.

Jerzy Słupecki.

Über das „Vollheits“ Kriterium der mehrwertigen Systeme des Aussagenkalküls.

Mémoire présenté par M. J. Łukasiewicz à la séance du 21 février 1939.

ZUSAMMENFASSUNG.

Ein mehrwertiges System des Aussagenkalküls bezeichnet man als „voll“, wenn alle in ihm möglichen Funktionen auf Grund der im System vorkommenden Funktionen definierbar sind. In der vorliegenden Arbeit gibt der Verfasser die notwendige und hinreichende Bedingung an, die eine Funktion von zwei Argumenten erfüllen muss, damit mit ihrer Hilfe und unter der Voraussetzung, dass alle Funktionen von einem Argument gegeben sind, jede Funktion von zwei Argumenten definiert werden kann.

Jerzy Ślupecki.

Dowód aksjomatyzowalności pełnych systemów wielowartościowych rachunku zdań ¹⁾.

Przedstawił J. Łukasiewicz dnia 21 lutego 1939 r.

W celu dokładniejszego sformułowania zagadnień, o których będzie mowa w tej pracy, określimy parę pojęć oraz wprowadzimy szereg umów terminologicznych.

Przede wszystkim zaznaczmy, że przy zapisywaniu zdań sensownych rachunku zdań posługiwać się będziemy beznawiasową symboliką pomysłu prof. J. Łukasiewicza ²⁾.

Nazwijmy dalej matrycą ³⁾ każdą umowę, określającą wartość funkcji zdaniowej dla dowolnego układu wartości jej argumentów. O systemie zaś rachunku zdań powiemy, że jest określony matrycowo, gdy będą podane matryce wszystkich jego terminów pierwotnych, oraz gdy zaliczone są do niego te i tylko te zdania sensowne, które przy dowolnych układach wartości swych argumentów przyjmują zgodnie z matrycami funktorów, w tych zdaniach występujących, wyłącznie wartości wyróżnione, czyli, jak krótko mówimy, zdania spełnione przez odpowiednie matryce.

O ile terminy pierwotne pewnego systemu rachunku zdań pozwalają zdefiniować każdą funkcję zdaniową o dowolnej skończonej ilości argumentów i o dowolnej matrycy, to system ten

¹⁾ Określenie, czym są wielowartościowe systemy rachunku zdań, czyli krócej logiki wielowartościowe, znajdzie czytelnik w § 10 pracy prof. J. Łukasiewicza, *Znaczenie analizy logicznej dla poznania*. Przegląd Filozoficzny, Rocznik XXXVII, Warszawa 1934.

²⁾ Zasady beznawiasowego notowania zdań sensownych znajdzie czytelnik w pracy: dr Jan Łukasiewicz, profesor Uniwersytetu Warszawskiego, *Elementy logiki matematycznej*. Skrypt autoryzowany opracował M. Presburger. Nakładem Komisji Wydawniczej Koła Matematyczno-Fizycznego Słuchaczy Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1929. W pracy tej znajdzie również czytelnik określenie pojęcia zdania sensownego rachunku zdań.

³⁾ Określenie pojęcia matrycy znajdzie Czytelnik w pracy: J. Łukasiewicz i A. Tarski, *Badania nad rachunkiem zdań*. Odbitka ze Sprawozdań z posiedzeń Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, t. XXIII. 1930. Wydział III. § 1, Definition 3, str. 4.

nazwiemy pełnym. Oczywiście zachodzić przy tym musi warunek, że zmienne zdaniowe, występujące w funkcjach zdefiniowanych, mogą przyjmować te i tylko te wartości, jakie przyjmują zmienne zdaniowe funkcji pierwotnych.

W pracy tej będzie mowa wyłącznie o pełnych systemach rachunku zdań, przy czym ograniczymy nasze rozważania do systemów skończenie-wielowartościowych⁴⁾.

Niech teraz n i k oznaczają dwie dowolne liczby naturalne⁵⁾, spełniające związek:

$$n > k.$$

Rozpatrzmy system pełny, którego zmienne zdaniowe mogą przyjmować wartości, będące elementami ciągu:

$$(1) \quad 1, 2, \dots, n,$$

przy czym k pierwszych wyrazów tego ciągu zaliczamy do wartości wyróżnionych systemu. System ten oznaczymy symbolem L_n^k . Ze względu na dowolność liczb n i k rozważania, dotyczące systemu L_n^k , obejmują wszystkie pełne systemy logik skończenie-wielowartościowych o dowolnej ilości wartości wyróżnionych, a więc w szczególnym przypadku $n=2$ i $k=1$ zwykły dwuwartościowy rachunek zdań.

System L_n^k oprzemy na trzech terminach pierwotnych. Jedyny termin pierwotny, będący funktorem dwuargumentowym, oznaczymy literą C , a więc w ten sam sposób, w jaki prof. J. Łukasiewicz oznacza funktor implikacji logiki dwuwartościowej. Czynimy tak ze względu na daleko idącą analogię pomiędzy tymi funktorami. Z tego też względu zachowujemy dla naszej funkcji Cpq terminologię, stosowaną ogólnie względem dwuwartościowej implikacji. Pozostałe dwa terminy pierwotne są funktorami jednoargumentowymi. Oznaczmy je literami R i S .

Matryce naszych terminów pierwotnych mają postać:

dla funktora C :

- 1) jeżeli $1 \leq p \leq k$, to $Cpq = q$,
- 2) jeżeli $k+1 \leq p \leq n$, to $Cpq = 1$;

⁴⁾ Ponieważ rozważania nasze będą dotyczyły również logiki dwuwartościowej, więc terminem »logika wielowartościowa« posługiwać się będziemy dalej w znaczeniu szerszym, obejmującym również dwuwartościowy rachunek zdań.

⁵⁾ Ze zbioru liczb naturalnych wyłączamy liczbę zero.

dla funktora R :

- 1) jeżeli $1 \leq p \leq n-1$, to $Rp = p+1$,
- 2) jeżeli $p = n$, to $Rp = 1$;

dla funktora S :

- 1) jeżeli $p = 1$, to $Sp = 2$,
- 2) jeżeli $p = 2$, to $Sp = 1$,
- 3) jeżeli $3 \leq p \leq n$, to $Sp = p$.

Przy pomocy tabelki możemy przedstawić powyższe matryce w sposób następujący:

C	1 2 3 ... n	R	S
1^*	1 2 3 ... n	2	2
2^*	1 2 3 ... n	3	1
3^*	1 2 3 ... n	4	3
4^*	1 2 3 ... n	5	4
\vdots	$\vdots \vdots \vdots \ddots \vdots$	\vdots	\vdots
k^*	1 2 3 ... n	$k+1$	k
$k+1$	1 1 1 ... 1	$k+2$	$k+1$
\vdots	$\vdots \vdots \vdots \ddots \vdots$	\vdots	\vdots
$n-1$	1 1 1 ... 1	n	$n-1$
n	1 1 1 ... 1	1	n

Gwiazdki w pierwszej kolumnie tabelki wskazują, które spośród jej elementów przyjęliśmy za wartości wyróżnione systemu L_n^k .

Łatwo widzieć, że dla $k=1$ i $n=2$ matryca funkcji Cpq jest identyczna z matrycą dwuwartościowej implikacji, matryce zaś funkcji Rp i Sp są identyczne ze sobą i z matrycą dwuwartościowej negacji. W tym więc przypadku pełność systemu L_n^k wynika z pełności dwuwartościowej implikacyjno-negacyjnej logiki. W celu wykazania pełności rozważanego systemu we wszystkich pozostałych przypadkach, zdefiniujemy funkcję Hp , która dla jednej i tylko jednej wartości argumentu przyjmuje wartość różną od wartości argumentu.

Jaką jest ta wartość argumentu i odpowiadająca jej wartość funkcji, jest rzeczą obojętną.

Dla $k=1$ wyrażenie, definiujące funkcję Hp , ma postać:

$$CCpRCppSp.$$

W przypadku $k > 1$ funkcja Hp definiuje się przez wyrażenie

$$CRCppp.$$

Na podstawie twierdzenia S. Piccard⁶⁾ wnioskujemy, że funkcje H_p , R_p i S_p pozwalają zdefiniować każdą funkcję jednoargumentową rozważanej logiki. Stąd zaś oraz z twierdzenia, znajdującego się w mojej rozprawce p. t. „*Kryterium pełności wielowartościowych systemów logiki zdań*“ wynika, jak łatwo widzieć, pełność systemu L_n^k .

Zasadniczy wynik podany w tej pracy, polegać będzie na dowodzie aksjomatyzowalności systemu L_n^k ⁷⁾. Dla prostszego sformułowania przewodniej myśli tego dowodu wprowadzimy następujące trzy umowy terminologiczne: zdaniem prawdziwym nazwiemy każde zdanie sensowne, spełnione przez matryce funkcji pierwotnych naszego systemu; zdania zaś sensowne, zaliczone do aksjomatów systemu L_n^k , oraz zdania, wynikające z nich na podstawie przyjętych w systemie reguł wnioskowania, nazwiemy tezami systemu.

Zaznaczmy tu, że w systemie posługiwać się będziemy wyłącznie regułami podstawiania i odrywania, zupełnie analogicznymi do odpowiednich reguł dwuwartościowej implikacyjno-negacyjnej logiki. Na koniec nazwijmy zdaniem niezależnym każde zdanie prawdziwe, nie będące tezą systemu.

Dowód aksjomatyzowalności systemu L_n^k polegać będzie na wykazaniu nieistnienia zdań niezależnych. Uczynimy to na drodze indukcji, posługując się pojęciem zdania sensownego rzędu m -tego, gdzie m oznacza dowolną liczbę naturalną.

W celu zdefiniowania tego pojęcia umówimy się nazywać rdzeniem dowolnego zdania sensownego μ zdanie, które otrzymamy, skreślając w zdaniu μ wszystkie funkctory jednoargumentowe. Widzimy więc, że rdzeń dowolnego zdania sensownego bądź jest pojedynczą zmienną, bądź zdaniem, zawierającym wyłącznie funkctory kształtu C . O ile rdzeń zdania sensownego μ jest okresem warun-

⁶⁾ Twierdzenie to znajdzie czytelnik w pracy: *Sur les fonctions définies dans les ensembles finis quelconques* par Sophie Piccard (Neuchâtel). *Fundamenta Mathematicae*, t. XXIV. Warszawa 1935, str. 298—301.

⁷⁾ Dowód tego twierdzenia będzie wzorowany na dowodzie zupełności dwuwartościowego rachunku zdań, znajdującym się w pracy prof. J. Łukasiewicza, *Elementy logiki matematycznej* (szczegóły bibliograficzne zostały umieszczone w odnośniku 2).

W tej pracy znajdzie również czytelnik dokładne określenia szeregu pojęć, jak np. zdania niezależnego, inferencyjnej równoważności zdań, systemu zupełnego i t. d., którymi to pojęciami posługiwać się będziemy w naszym dowodzie.

kowym oznaczymy odpowiednio literami μ_1 i ν_1 poprzednik i następnik tego zdania. O ile zdanie ν_1 również jest okresem warunkowym oznaczymy z kolei jego poprzednik i następnik literami μ_2 oraz ν_2 . Łatwo widzieć, że postępując dalej w ten sposób musimy dojść do zdania ν_l , będącego pojedynczą zmienną.

Przy pomocy powyższych oznaczeń możemy zawsze przedstawić rdzeń dowolnego zdania μ w postaci następującej:

$$(2) \quad C\mu_1 C\mu_2 \dots C\mu_l \nu_l.$$

Zdania μ_i ($i=1, 2, \dots, l$) nazywać będziemy poprzednikami zdania 2, zdanie zaś ν_l następnikiem tego zdania.

Po tych wstępnych uwagach możemy obecnie podać indukcyjną definicję zdania sensownego rzędu m -tego:

1. Zdaniem sensownym rzędu 1-go nazwiemy dowolne zdanie, którego rdzeń jest pojedynczą zmienną.

2. Zdaniem sensownym rzędu m -tego, dla $m > 1$, nazwiemy dowolne zdanie, którego rdzeń jest kształtu 2, przy czym wszystkie zdania μ_i ($i=1, 2, \dots, l$) są zdaniem sensownymi rzędów niższych od m i przynajmniej jedno z nich jest zdaniem sensownym rzędu $m-1$ -go.

Zajmiemy się przede wszystkim zdaniem sensownym rzędu 1-go. Weźmy w tym celu pod uwagę wszystkie ciągi, których elementy tworzą dowolną permutację wyrazów ciągu 1. Ciągi te oznaczymy symbolem A_i , elementy zaś tych ciągów oznaczymy:

$$(3) \quad a_1^i, a_2^i, \dots, a_n^i,$$

przy czym $i=1, 2, \dots, n!$ ⁸⁾.

Z twierdzenia S. Piccard ⁶⁾ wynika, że dla każdego i istnieją zdania sensowne rzędu 1-go, które dla każdej wartości l zmiennej, w nich występującej (niech to będzie zmienna kształtu p) przyjmuje wartość a_l^i z ciągu A_i .

Dowolne spośród tych zdań, zapisane przy pomocy ilości liter nie większej, niż każde ze zdań pozostałych, oznaczymy symbolem $a_i p$.

⁸⁾ Granice wartości, które przyjmować może wskaźnik i w tym i następnych, analogicznych przypadkach nie będą odgrywać w dalszym dowodzie istotnej roli, dlatego też nie będziemy omawiali szczegółowo, związanych z tym kwestii. Ważnym dla nas będzie natomiast to, że granice te zawsze będą skończone, co czytelnik będzie mógł sprawdzić w każdym przypadku bez żadnych trudności.

Oznaczmy dalej literą j_i ($i=1, 2, \dots, n!$) liczbę, wskazującą przy pomocy ilu liter zostało zapisane zdanie $\alpha_i p$, literą zaś j największą spośród liczb j_i . Oznaczmy jeszcze symbolem $\beta_m p$ ($m=1, 2, \dots, \sum_{l=0}^j 2^l$) dowolne zdanie sensowne rzędu 1-go, w którym występuje zmienna kształtu p , poprzedzona funktorami R i S w dowolnym porządku, przy czym łączna ilość tych funktorów w zdaniu $\beta_m p$ nie przekracza liczby j .

Dla dowolnego zdania $\beta_m p$ istnieje, jak łatwo widzieć, taka liczba naturalna i , że zdanie $\beta_m p$ przyjmuje dla każdej wartości zmiennej p wartość równą wartości zdania $\alpha_i p$ dla tej samej wartości argumentu. Każde spośród zdań $\beta_m p$, posiadające powyższą własność, oznaczmy symbolem $\beta_i^l p$, przy czym ciąg wartości, jakie przyjmować może wskaźnik l , jest ciągiem wyjętym z ciągu wartości, które przebiega wskaźnik m .

Rozbijmy dalej zdania $\alpha_i p$ na dwie grupy, zaliczając do pierwszej z nich te i tylko te spośród zdań $\alpha_i p$, które dla wartości zmiennej p równej 1, przyjmują wartość większą od k , a więc wartość niewyróżnioną. Do drugiej grupy zaliczymy te i tylko te spośród zdań $\alpha_i p$, które dla wartości zmiennej p równej 1, przyjmują wartość nie większą od k , czyli wartość wyróżnioną.

Zdania pierwszej grupy oznaczać będziemy symbolem $\gamma_i p$ ($i=1, 2, \dots, (n-1)! \cdot (n-k)$), zdania grupy drugiej symbolem $\delta_i p$ ($i=1, 2, \dots, (n-1)! \cdot k$).

Wydzielimy jeszcze dwie grupy spośród zdań $\alpha_i p$. Musimy przy tym rozróżnić dwa przypadki: 1) gdy $k \leq n-k$ oraz 2) gdy $k > n-k$.

W przypadku pierwszym weźmiemy pod uwagę te spośród zdań $\alpha_i p$, które dla każdej wartości zmiennej p nie większej od k przyjmują wartość większą od k .

Oznaczmy przez $\varphi_i p$ ($i=1, 2, \dots, n-k$) dowolne spośród tych zdań, spełniające dodatkowo warunek, że dla wartości zmiennej p równej $k+i$ wartość tego zdania równa się 1.

W przypadku drugim rozpatrzmy te spośród zdań $\alpha_i p$, które dla każdej wartości zmiennej p większej od k przyjmuje wartość nie większą od k . Symbolem $\psi_i p$ ($i=1, 2, \dots, k$) oznaczmy dowolne spośród tych zdań, którego wartość dla wartości argumentu równej i wynosi n .

Rozpatrzmy na koniec zdania kształtu:

$$(4) \quad Ca_{i_1} pCa_{i_2} p \dots Ca_{i_m} p\mu,$$

gdzie ciąg wskaźników i_1, i_2, \dots, i_m jest dowolnym ciągiem rosnącym, wyjętym z ciągu $1, 2, \dots, n!$, μ zaś oznacza bądź dowolne spośród zdań $a_i p$ bądź zmienną kształtu q .

Zdania kształtu 4 oznaczać będziemy symbolem

$$q_i \quad \left(i=1, 2, \dots, (n!+1) \cdot \sum_{i=1}^{n!} \binom{n!}{i} \right).$$

Posługując się wyżej wprowadzonymi oznaczeniami, możemy obecnie podać układ zdań, które zaliczymy do aksjomatów systemu L_n^k . Muszą to być oczywiście zdania prawdziwe, sprawdzenie czego pozostawiamy czytelnikowi.

Na pewno niektóre z tych zdań nie będą niezależne od pozostałych. Nie będą też nam znane dokładne kształty większości spośród tych zdań, z tego choćby względu, że w skład nich wchodzić będą zdania, oznaczone wyżej greckimi literami, kształt zaś tych zdań nie został dokładnie opisany. Nie jest to jednak istotne dla naszych rozważań. Dla dowodu bowiem aksjomatyzowalności systemu L_n^k wystarczy wykazać, że ilość zdań, przyjętych bez dowodu i potrzebnych do wyprowadzenia każdego zdania prawdziwego rozważanego systemu, jest skończona. Ilość jak również kształt przyjętych aksjomatów nie gra tu istotnej roli.

Pierwsze zdanie, zaliczone do aksjomatów systemu, ma postać:

$$A. I. \quad CCCpqrCCrpCsp.$$

Zdanie to jest równokształtne z jedynym aksjomatem dwuwartościowej logiki implikacyjnej⁹⁾. Każde więc zdanie sensowne systemu L_n^k równokształtne z pewną tezą tej logiki jest jednocześnie tezą systemu L_n^k . Nie będziemy więc wyprowadzali konsekwencji z AI. Podamy tylko następujący ciąg tez, potrzebnych nam w dalszych rozważaniach.

⁹⁾ Zdanie to jest według prof. J. Łukasiewicza najkrótszym aksjomatem dwuwartościowej logiki implikacyjnej. Patrz J. Łukasiewicz, *W obronie logistyki*. Poznań 1937.

O tym, że podane niżej zdania są tezami dwuwartościowej logiki implikacyjnej, a więc również systemu L_n^k , może czytelnik przekonać się, sprawdzając je metodą zerowo-jedynkową.

- T. I. Cpp ;
 T. II. $CCpqCCqrCpr$;
 T. III. $CCpCpqCpq$;
 T. IV. $CCpqCpCpq$;
 T. V. $CCCpqrCqr$;
 T. VI. $CCqrCCpqCpr$.

Dla dowolnych liczb naturalnych m oraz i , spełniających związek $i \leq m$, oraz dowolnej liczby naturalnej l następujące zdanie jest tezą:

- T. VII. $CCp_1Cp_2 \dots Cp_mqCCr_1Cr_2 \dots Cr_l p_i Cp_1Cp_2 \dots$
 $\dots Cp_{i-1} Cp_{i+1} \dots Cp_m Cr_1 Cr_2 \dots Cr_l q$.

Dla dowolnej liczby naturalnej m następujące zdania są tezami:

- T. VIII. $CCp_1Cp_2 \dots Cp_mqCp_{i_1}Cp_{i_2} \dots Cp_{i_m}q$,

przy czym wskaźniki i_1, i_2, \dots, i_m tworzą dowolną permutację liczb $1, 2, \dots, m$;

- T. IX. $CCp_1Cp_2 \dots Cp_mqCCqrCp_1Cp_2 \dots Cp_m r$;
 T. X. $CCqp_1CCqp_2 \dots CCqp_mCCp_1Cp_2 \dots Cp_m rCqr$;
 T. XI. $CCp_1Cp_2 \dots Cp_mqCCrp_1CCrp_2 \dots CCrp_mCrq$;
 T. XII. $CCqrCCp_1Cp_2 \dots Cp_mqCp_1Cp_2 \dots Cp_m r$;
 T. XIII. $CqCp_1Cp_2 \dots Cp_m q$.

Do aksjomatów systemu zaliczymy również dwa następujące ciągi zdań:

- A. II. $C\alpha_i p \beta_i^l p$;
 A. III. $C\beta_i^l p \alpha_i p$;

gdzie wskaźniki i oraz l przebiegają wszystkie możliwe wartości.

W celu zapisania dalszych aksjomatów umówimy się oznaczać zdania, otrzymane ze zdań $\alpha_i p$ przez podstawienie w nich za zmienną p dowolnego zdania sensownego μ , symbolem $\alpha_i \mu$. Analogiczną umowę przyjmiemy dla wszystkich pozostałych zdań, oznaczonych greckimi literami.

Aksjomaty, w których wystąpią powyższe oznaczenia, mają postać:

- | | | |
|----------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| A. IV. | $C\gamma_i C p q p$ | $i=1, 2, \dots, (n-1)! \cdot (n-k);$ |
| A. V. | $C\gamma_i C p q \gamma_i q$ | $i=1, 2, \dots, (n-1)! \cdot (n-k);$ |
| A. VI. | $C p C \gamma_i q \gamma_i C p q$ | $i=1, 2, \dots, (n-1)! \cdot (n-k);$ |
| A. VII. | $C \delta_i C p q C p \delta_i q$ | $i=1, 2, \dots, (n-1)! \cdot k;$ |
| A. VIII. | $C C p \delta_i q \delta_i C p q$ | $i=1, 2, \dots, (n-1)! \cdot k.$ |

Przy notowaniu aksjomatów, zawierających zdania $\varphi_i p$ względnie $\psi_i p$ musimy znów rozróżnić przypadek, gdy $k \leq n-k$ od przypadku, gdy $k > n-k$.

W pierwszym z tych przypadków aksjomatami będą zdania:

- | | | |
|--------|--|-----------------------|
| A. IX. | $C C C p q r C \varphi_i p r$ | $i=1, 2, \dots, n-k;$ |
| A. X. | $C C q r C C \varphi_1 p r C C \varphi_2 p r \dots C C \varphi_{n-k} p r C C p q r.$ | |

W drugim zaś przypadku zdania:

- | | |
|---------|---|
| A. IX'. | $C C C p q r C \psi_1 p C \psi_2 p \dots C \psi_k p r;$ |
| A. X'. | $C C q r C C \psi_1 p C \psi_2 p \dots C \psi_k p r C C p q r.$ |

Do aksjomatów zaliczymy również te i tylko te spośród zdań ϱ_i (zdania te zostały określone na str. 116), które są zdaniami prawdziwymi. Aksjomatów tych będzie oczywiście ilość skończona, gdyż wszystkich wyrażeń ϱ_i jest skończenie wiele.

W dalszych rozważaniach małymi gotyckimi literami oznaczać będziemy dowolne zdania sensowne.

Zdefiniujemy jeszcze jedno zasadnicze pojęcie:

Zdanie α jest inferencyjnie równoważne grupie zdań b_1, b_2, \dots, b_m wtedy i tylko wtedy, gdy zdania

$$C \alpha b_1, C \alpha b_2, \dots, C \alpha b_m \quad \text{oraz} \quad C b_1 C b_2 \dots C b_m \alpha$$

są tezami.

O zdefiniowanym przed chwilą stosunku pomiędzy zdaniami sensownymi wnioskujemy na podstawie TI, że jest stosunkiem zwrotnym, na podstawie zaś TII i TVII, że jest stosunkiem przechodnim.

Symbolicznie oznaczać będziemy inferencyjną równoważność zdania α oraz zdań b_1, b_2, \dots, b_m w sposób następujący:

$$\alpha \sim b_1, b_2, \dots, b_m.$$

Podamy obecnie szereg lematów, dotyczących inferencyjnej równoważności zdań. Pierwsze trzy spośród tych lematów wynikają łatwo z definicji pojęć, w lemmatach tych występujących.

Lemmat I. Jeżeli

$$a \sim b,$$

to zdanie a jest zdaniem prawdziwym wtedy i tylko wtedy, gdy zdanie b jest zdaniem prawdziwym.

Lemmat II. Jeżeli

$$a \sim b,$$

to zdanie a jest tezą wtedy i tylko wtedy, gdy tezą jest zdanie b .

Lemmat III. Jeżeli

$$a \sim b_1, b_2, \dots, b_m$$

oraz żadne ze zdań b_i ($i=1, 2, \dots, m$) nie jest zdaniem niezależnym, to również zdanie a nie jest zdaniem niezależnym.

Lemmat IV. Podamy tu szereg inferencyjnych równoważności, zaznaczając obok każdej z nich numery aksjomatów względnie tez, z których dana równoważność wynika.

Zauważmy też, że wskaźniki, występujące przy zdaniach oznaczonych greckimi literami, przebiegają w niżej wypisanych równoważnościach wszystkie możliwe wartości.

- a) $\beta_i^i a \sim a_i a$ (A. II, A. III);
- b) $\gamma_i C a b \sim a_i, \gamma_i b$ (A. IV, A. V, A. VI);
- c) $\delta_i C a b \sim C a \delta_i b$ (A. VII, A. VIII);
- d) $C a C a b \sim C a b$ (T. III, T. IV).

W przypadku $k \leq n - k$ zachodzi prócz tego następująca inferencyjna równoważność:

$$e) C C a b c \sim C b c, C \varphi_1 a c, C \varphi_2 a c, \dots, C \varphi_{n-k} a c \quad (T. V, A. IX, A. X).$$

W przypadku zaś $k > n - k$ zachodzi:

$$e') C C a b c \sim C b c, C \psi_1 a C \psi_2 a \dots C \psi_k a c \quad (T. V, A. IX', A. X').$$

Lemmat V. Dla dowolnej liczby naturalnej m zachodzi:

$$(5) \quad C a_1 C a_2 \dots C a_m b \sim C a_{i_1} C a_{i_2} \dots C a_{i_m} b,$$

przy czym wskaźniki i_1, i_2, \dots, i_m tworzą dowolną permutację liczb $1, 2, \dots, m$.

Równoważność (5) wynika z T. VIII.

Lemmat VI. Dla dowolnej liczby naturalnej m zachodzi:
jeżeli

to $a \sim b_1, b_2, \dots, b_m,$

$$(6) \quad C a c \sim C b_1 C b_2 \dots C b_m c.$$

Równoważność (6) wynika z T.IX i T.X.

Lemmat VII. Dla dowolnej liczby naturalnej m zachodzi:
jeżeli

to $a \sim b_1, b_2, \dots, b_m,$

$$(7) \quad C c a \sim C c b_1, C c b_2, \dots, C c b_m.$$

Równoważność (7) wynika z T.VI i T.XI.

Lemmat VIII. Dla dowolnej liczby naturalnej m zachodzi:
jeżeli

to $b \sim c,$

$$(8) \quad C a_1 C a_2 \dots C a_m b \sim C a_1 C a_2 \dots C a_m c.$$

Równoważność (8) wynika z T.XII.

Lemmat IX. Jeżeli zdanie b otrzymuje się przez skreślenie w dowolnym zdaniu sensownym a wszystkich, występujących w nim na początku funktorów jednoargumentowych, to zawsze istnieje taka liczba naturalna i ($1 \leq i \leq n!$), że zdanie a jest inferencyjnie równoważne zdaniu $a_i b$.

Dowód. Zachowując powyższe oznaczenia, rozpatrzmy przede wszystkim przypadek, gdy w zdaniu a występują na początku funktory jednoargumentowe w ilości nie większej od j , gdzie j oznacza jak poprzednio największą ilość funktorów jednoargumentowych, jaka może wystąpić w dowolnym spośród zdań $a_i p$. Oczywiście, że wtedy zdanie a jest identyczne z pewnym spośród zdań $\beta_m b$. Stąd oraz z równoważności (a) lemmatu IV wynika prawdziwość naszego twierdzenia w rozważanym przypadku.

Niech teraz funktory jednoargumentowe występują na początku zdania a w ilości większej niż j . Jasnym jest, że wśród zdań $\beta_m p$ musi istnieć takie, że w nim funktory R i S uporządkowane są w ten sam sposób, jak pierwsze j funktorów jednoargumentowych w zdaniu a . Powyższe zdanie oznaczmy symbolem $\beta' p$, symbolem zaś b' oznaczmy zdanie, które otrzymamy skreślając na początku zdania a j pierwszych funktorów jednoargumentowych. Zdanie a jest oczywiście identyczne ze zdaniem $\beta' b'$.

Z równoważności (a) lemmatu IV wynika istnienie liczby naturalnej i' takiej, że zdanie $\beta'b'$ jest inferencyjnie równoważne zdaniu $\alpha_r b'$. Zauważmy, że zdanie $\alpha_r b'$ zawiera na początku przynajmniej o jeden funktor jednoargumentowy mniej niż zdanie α . Stąd oraz na podstawie przechodniości stosunku inferencyjnej równoważności łatwo wynika, że zdanie α jest inferencyjnie równoważne zdaniu, zawierającemu na początku funktory jednoargumentowe w ilości nie większej od j . Sprowadziliśmy więc drugi z rozważanych przypadków do pierwszego, już rozpatrzonego.

Lemmat X. *Dowolne zdanie sensowne α rzędu m -tego jest inferencyjnie równoważne grupie zdań sensownych b_1, b_2, \dots, b_l rzędów niewyższych od m -tego takich, że żaden z funktorów C , występujących w tych zdaniach, nie jest poprzedzony bezpośrednio funktorami jednoargumentowymi.*

Dowód. 1. Dla zdań sensownych, nie zawierających funktora C , lemmat nasz jest oczywiście prawdziwy¹⁰⁾.

2. Załóżmy obecnie prawdziwość naszego lemmatu dla wszystkich zdań sensownych, w których funktor C występuje mniej niż l razy, przy czym l oznacza dowolną liczbę naturalną.

Niech dalej α oznacza dowolne zdanie sensowne, zawierające l funktorów C , b zaś zdanie, które otrzymamy ze zdania α , skreślając w nim wszystkie funktory jednoargumentowe, występujące na początku.

Na podstawie lemmatu IX wnioskujemy, że dla pewnego i zachodzi:

$$(9) \quad \alpha \sim \alpha_i b.$$

Zdanie $\alpha_i b$ na podstawie inferencyjnej równoważności (b) względnie (c) lemmatu IV¹¹⁾ jest równoważne bądź dwóm zdaniom, zawierającym funktory C w ilości mniejszej niż l , bądź jednemu zdaniu zawierającemu dokładnie l funktorów C i rozpoczynającemu się od tegoż funktora C .

¹⁰⁾ Korzystamy tu ze zwrotności stosunku inferencyjnej równoważności.

¹¹⁾ Zauważmy tu, że zdania, występujące po prawej stronie inferencyjnej równoważności b względnie c lemmatu IV są zdaniami sensownymi rzędów nie wyższych niż zdania, znajdujące się po lewej stronie odpowiedniej równoważności.

W pierwszym przypadku prawdziwość naszego lemmatu wynika z założenia, dotyczącego zdań sensownych, zawierających mniej niż l funktorów C , równoważności (9) oraz przechodniości stosunku inferencyjnej równoważności.

W celu udowodnienia naszego lemmatu w przypadku drugim zauważmy, że poprzednik i następnik zdania, któremu jest równoważne obecnie zdanie α , są zdaniami sensownymi, zawierającymi mniej niż l funktorów C , spełniają więc one, w myśl założenia, nasz lemat. O tym, że i zdanie α w rozważanym przypadku spełnia nasz lemat, wnioskujemy na podstawie lematów VII i VI, równoważności (9) oraz przechodniości stosunku inferencyjnej równoważności.

Dowód indukcyjny naszego lemmatu został więc całkowicie przeprowadzony.

Opierając się na podanych wyżej lemmatach możemy obecnie udowodnić:

Twierdzenie I. System L_n^k jest systemem aksjomatyzowalnym.

Dowód. Jak było już wyżej powiedziane, twierdzenie nasze jest równoważne zdaniu, zaprzeczającemu istnienie zdań sensownych dowolnego rzędu, będących zdaniami niezależnymi.

1. Dla zdań sensownych rzędu pierwszego twierdzenie nasze jest oczywiście prawdziwe, gdyż zdania te nie mogą być zdaniami prawdziwymi, a więc też niezależnymi.

2. Weźmy teraz pod uwagę dowolne zdanie sensowne α rzędu drugiego.

Na podstawie lemmatu X wnioskujemy, że zdanie α jest inferencyjnie równoważne grupie zdań, z których każde bądź jest zdaniem sensownym rzędu pierwszego, bądź zdaniem kształtu:

$$(10) \quad C\alpha'_1 C\alpha'_2 \dots C\alpha'_{l'} b',$$

gdzie wszystkie zdania α'_i ($i=1, 2, \dots, l'$) oraz zdanie b' są zdaniami sensownymi rzędu pierwszego.

Na podstawie lemmatu III oraz prawdziwości naszego twierdzenia dla zdań sensownych rzędu pierwszego wnioskujemy, że przy dowodzie twierdzenia dla zdań sensownych rzędu drugiego wystarczy wykazać, że żadne zdanie kształtu 10 nie jest zdaniem niezależnym.

Zauważmy, że z lematów IX, VI i V wynika, że dla dowolnego zdania kształtu 10 zachodzi:

$$(11) \quad Ca'_1 Ca'_2 \dots Ca'_r b' \sim Ca''_1 Ca''_2 \dots Ca''_{r'} b',$$

przy czym każde zdanie a''_i ($i=1, 2, \dots, r'$) jest równokształtne bądź z pewnym spośród zdań $a_i p$ ($i=1, 2, \dots, n!$), bądź z jednym spośród zdań, które otrzymujemy ze zdań $a_i p$, podstawiając w nich za zmienną p zmienną innego kształtu.

Dalej na podstawie lematów IX i VIII zachodzi:

$$(12) \quad Ca'_1 Ca''_2 \dots Ca'_{r'} b' \sim Ca''_1 Ca''_2 \dots Ca''_{r'} b,$$

gdzie zdanie b spełnia warunek, któremu czynią zadość zdania a''_i .

Z równoważności (d) lematu IV, lematu V oraz z równoważności (11) i (12) łatwo wynika, że dowolne zdanie kształtu (10) jest inferencyjnie równoważne zdaniu kształtu:

$$(13) \quad Ca_1 Ca_2 \dots Ca_l b,$$

przy czym każde spośród zdań a_i ($i=1, 2, \dots, l$) jest kształtu różnego od zdań pozostałych, natomiast jest równokształtne z jednym spośród zdań a'_i ($i=1, 2, \dots, l'$).

Stąd, wnioskując analogicznie jak poprzednio, widzimy, że wolno nam dalsze rozważania, dotyczące zdań sensownych rzędu drugiego, ograniczyć do zdań kształtu (13).

Rozpatrzmy więc dowolne zdanie c kształtu (13).

Nie zmniejszając ogólności naszych rozważań, uczynimy dalszy dowód przejrzystszym, gdy założymy, że zmienne, występujące w zdaniu c są kształtu:

$$p_1, p_2, \dots, p_r \quad r \leq l+1;$$

przy czym zmienna, występująca w następniku b zdania c , jest kształtu p_1 . Poprzedniki zdania c , zawierające zmienne kształtu p_i , oznaczmy symbolami:

$$a_1^i, a_2^i, \dots, a_{r_i}^i.$$

Dla każdego i , spełniającego związek $1 \leq i \leq r$, utworzymy następujące zdanie:

$$(14) \quad Ca_1^i Ca_2^i \dots Ca_{r_i}^i b_i,$$

przy czym następnik b_i tego zdania dla $i=1$ jest zdaniem równokształtnym z następnikiem b zdania c , zaś dla $i>1$ jest pojedynczą zmienną kształtu q .

Łatwo widzieć, że dowolne zdanie kształtu (14) różni się od pewnego spośród zdań, które otrzymujemy ze zdań ρ_i , podstawiając w nich za zmienną p zmienną p_i , co najwyżej porządkiem poprzedników. Na podstawie więc lematu V wnioskujemy, że każde spośród zdań kształtu (14) jest inferencyjnie równoważne pewnemu spośród zdań, otrzymanych ze zdań ρ_i przez odpowiednie podstawienie.

Stąd oraz ze względu na to, że każde zdanie ρ_i , będące zdaniem prawdziwym, zaliczyliśmy wyżej do aksjomów systemu L_n^k wynika na podstawie lematów I i II, że dowolne zdanie kształtu (14), będące zdaniem prawdziwym, jest tezą.

Wykażemy teraz, że o ile dowolne spośród zdań kształtu (14) jest zdaniem prawdziwym, to wtedy zdanie c jest tezą.

Rozpatrzmy przede wszystkim przypadek, gdy zdanie $Ca_1^1 Ca_2^1 \dots Ca_{r_1}^1 b_1$ jest zdaniem prawdziwym, a więc też tezą. Na podstawie T.XIII oraz lematów V i II wnioskujemy, że wtedy również jest tezą zdanie c .

Niech teraz zdanie:

$$(15) \quad Ca_1^i Ca_2^i \dots Ca_{r_i}^i q \quad i \geq 2$$

będzie zdaniem prawdziwym, a więc też tezą.

Podstawiając w tym zdaniu za zmienną q , dowolne zdanie, którego poprzednikami są te i tylko te zdania, które są jednocześnie poprzednikami zdania c , nie są zaś poprzednikami zdania (15), następnikiem zaś jest następnik zdania c , otrzymujemy zdanie, różniące się od zdania c co najwyżej porządkiem poprzedników, a więc zdanie na podstawie lematu V równoważne zdaniu c .

Wnioskując analogicznie jak poprzednio, widzimy, że również w przypadku $i \geq 2$ prawdziwość dowolnego spośród zdań kształtu (14) pociąga za sobą to, że zdanie c jest tezą.

Zalóżmy teraz, że żadne spośród zdań kształtu (14) nie jest zdaniem prawdziwym. Z własności matrycy funktora C wynika, że wtedy dla pewnej wartości a_1 zmiennej p_1 wszystkie zdania $a_1^1, a_2^1, \dots, a_n^1$ przyjmują wartość wyróżnioną, zdanie zaś b_1 wartość niewyróżnioną. Dalej wnioskujemy, że dla każdego $i \geq 2$ istnieje taka wartość a_i zmiennej p_i , że wszystkie zdania $a_1^i, a_2^i, \dots, a_{r_i}^i$ przyjmują wartości wyróżnione.

Ponieważ każdy poprzednik zdania c jest jednocześnie poprzednikiem pewnego spośród zdań kształtu (14), następnik zaś zdania c jest równokształtny ze zdaniem b_1 , wnioskujemy więc, że dla wartości a_1, a_2, \dots, a_r zmiennych p_1, p_2, \dots, p_r zdanie c przyjmuje wartość niewyróżnioną. Zdanie więc c również w rozważanym przypadku nie jest zdaniem niezależnym.

Udowodniliśmy w ten sposób, że żadne zdanie kształtu (13) nie jest zdaniem niezależnym. Stąd zaś, jak było już wyżej powiedziane, wynika prawdziwość naszego twierdzenia dla zdań sensownych rzędu drugiego.

3. Niech teraz m oznacza dowolną liczbę naturalną większą od 2.

Załóżmy, że dla zdań sensownych rzędów niższych od m -tego twierdzenie nasze jest prawdziwe.

Rozumując analogicznie jak w punkcie 2 naszego dowodu, można wykazać, że dowolne zdanie sensowne rzędu m -tego jest inferencyjnie równoważne grupie zdań, z których każde bądź jest zdaniem sensownym rzędu niższego od m -tego, bądź zdaniem sensownym rzędu m -tego, w którym żaden funktor kształtu C , nie jest poprzedzony bezpośrednio funktorem jednoargumentowym. Łatwo widzieć, że zdania, posiadające powyższą własność, dają się zawsze przedstawić w postaci następującej:

$$(16) \quad Ca_1Ca_2 \dots Ca_l b,$$

gdzie poprzedniki a_i ($i=1, 2, \dots, l$) są zdaniami sensownymi rzędów niższych od m -tego, przy czym przynajmniej jeden z tych poprzedników jest zdaniem sensownym rzędu $m-1$ -go następnik zaś b jest zdaniem sensownym rzędu 1-go.

Z założenia prawdziwości naszego twierdzenia dla zdań sensownych rzędów niższych od m -tego wnioskujemy (analogicznie jak w poprzednim punkcie dowodu), że w celu wykazania prawdziwości naszego twierdzenia dla zdań sensownych rzędu m -tego wystarczy wykazać, że żadne zdanie kształtu (16) nie jest zdaniem niezależnym.

Rozpatrzmy więc dowolne zdanie b kształtu (16).

Załóżmy chwilowo, że tylko jeden poprzednik tego zdania jest zdaniem sensownym rzędu $m-1$ -go. Na podstawie lematów V i III możemy założyć, że poprzednikiem tym jest poprzednik a_1 .

Oznaczając literami a' oraz b' odpowiednio poprzednik i następnik zdania a_1 , literą zaś c' zdanie $Ca_2Ca_3 \dots Ca_l b$ wnioskujemy

na podstawie równoważności e względnie e' lemmatu IV, że zdanie δ w rozważanym przypadku jest inferencyjnie równoważne grupie zdań sensownych rzędów niższych od m -tego. Z założenia, dotyczącego tych zdań, oraz z lemmatu III wynika, że zdanie δ w rozważanym przypadku nie jest zdaniem niezależnym.

Niech teraz w zdaniu δ występują poprzedniki, będące zdaniami sensownymi rzędu $m-1$ -go, w ilości r , gdzie r oznacza dowolną liczbę naturalną większą od 1. Powołując się jak poprzednio na równoważności e względnie e' lemmatu IV, wnioskujemy, że zdanie δ w rozważanym przypadku jest inferencyjnie równoważne grupie zdań, z których każde bądź jest zdaniem sensownym rzędu niższego od m -tego, bądź zdaniem sensownym rzędu m -tego, lecz o ilości poprzedników, będących zdaniami sensownymi rzędu $m-1$ -go, mniejszej od r .

Stąd oraz z przechodniości stosunku inferencyjnej równoważności wynika, że rozważany przypadek zawsze daje się sprowadzić do przypadku poprzednio rozpatrzonego.

Stąd zaś wynika z kolei prawdziwość naszego twierdzenia dla dowolnego zdania kształtu (16), a więc też dla wszystkich zdań sensownych rzędu m -tego.

W ten sposób dowód indukcyjny naszego twierdzenia został całkowicie przeprowadzony.

Inną zasadniczą własność systemu L_n^k określa:

Twierdzenie II. Każde zdanie sensowne systemu L_n^k bądź jest tezą, bądź dołączone do systemu pozwala otrzymać w nim na podstawie przyjętych reguł wnioskowania dowolne zdanie sensowne.

Systemy, posiadające powyższą własność, nazywamy *zupełnymi*. Możemy więc nasze twierdzenie sformułować również w sposób następujący:

System L_n^k jest systemem zupełnym.

Dowód. Z twierdzenia I wynika, że dla zdań prawdziwych twierdzenie nasze jest spełnione.

Niech teraz α oznacza dowolne zdanie sensowne, nie będące zdaniem prawdziwym. Dołączmy to zdanie do też rozważanego systemu.

Możemy założyć, że zmienne, występujące w zdaniu α , są kształtu:

$$(17) \quad p_1, p_2, \dots, p_l.$$

Z założenia, dotyczącego zdania α , wynika istnienie takiego układu wartości zmiennych (17), dla których zdanie α przyjmuje wartość niewyróżnioną. Oznaczmy wartość zmiennej p_i , w powyższym układzie wartości zmiennych (17), literą w_i , przy czym oczywiście zachodzić musi związek:

$$1 \leq w_i \leq n \quad i=1, 2, \dots, l.$$

Oznaczmy dalej symbolem $\eta_i p$ ($i=1, 2, \dots, n$) dowolne zdanie sensowne, zawierające wyłącznie zmienne kształtu p i które dla każdej wartości tej zmiennej przyjmuje wartość w_i . Istnienie zdań o powyższej własności wynika z pełności systemu L_n^k .

W zdaniu α dokonamy teraz podstawienia w ten sposób, że dla każdego i , spełniającego związek $1 \leq i \leq l$, za zmienną p_i podstawimy zdanie $\eta_i p$.

Otrzymane zdanie, zawierające wyłącznie zmienne kształtu p , oznaczmy symbolem $\alpha' p$. Z chwilą, gdy dołączyliśmy zdanie α do tego systemu L_n^k , musimy również zaliczyć do tego systemu zdanie $\alpha' p$.

Łatwo widzieć, że zdanie $\alpha' p$ dla każdej wartości zmiennej p przyjmuje tę samą wartość co zdanie α dla wyżej opisanego układu wartości zmiennych (17), a więc wartość niewyróżnioną.

Stąd oraz z własności matrycy funktora C wynika, że zdanie

$$C\alpha' p q$$

jest zdaniem prawdziwym, a więc też na podstawie twierdzenia I tezę. Możemy teraz w tym zdaniu oderwać poprzednik $\alpha' p$ i otrzymać zdanie q .

Z tego zaś ostatniego zdania otrzymamy na drodze podstawień dowolne zdanie sensowne systemu L_n^k .

Twierdzenie nasze zostało więc udowodnione.

Udowodnione własności pełnych systemów rachunku zdań są uzależnione od obioru terminów pierwotnych oraz przyjętych w systemie reguł wnioskowania. Łatwo podać przykład pełnego systemu teorii dedukcji o terminach pierwotnych różnych od terminów pierwotnych systemu L_n^k , nie będącego systemem aksjomatyzowalnym ani też zupełnym, pomimo że przyjęte reguły odrywania i podstawiania są sformułowane analogicznie jak w systemie L_n^k .

W celu rozstrzygnięcia przynajmniej częściowego, nasuwających się tu zagadnień, podamy jeszcze jedno twierdzenie. Przed tym

jednak oznaczymy symbolem L' dowolny pełny system logiki wielowartościowej oparty na terminach pierwotnych różnych od terminów pierwotnych systemu L_n^k . Z pełności systemu L' wynika istnienie w nim zdania sensownego φ , zawierającego wyłącznie zmienne kształtu p oraz q i posiadającego własność, że dla każdego układu wartości tych zmiennych zdanie φ oraz zdanie Cpq , będące funkcją pierwotną systemu L_n^k , przyjmują tę samą wartość.

Oznaczmy jeszcze literami α oraz β dwa dowolne zdania sensowne systemu L' , literą zaś φ' zdanie, które otrzymamy ze zdania φ podstawiając w nim za zmienne p oraz q odpowiednio zdania α i β .

Posługując się powyższymi oznaczeniami, możemy obecnie podać treść zapowiedzianego twierdzenia, którego dowód pominiemy w tej pracy.

Twierdzenie III. *System L' jest systemem aksjomatyzowalnym i zupełnym, gdy obowiązuje w nim prócz zwykłej reguły podstawiania reguła odrywania, sformułowana w sposób następujący:*

Jeżeli zdania φ' oraz α są tezami systemu L' , to wolno nam zawsze dołączyć do tego systemu zdanie β ¹²⁾.

Jerzy Słupecki.

Beweis der Axiomatisierbarkeit der vollen mehrwertigen Systeme des Aussagenkalküls.

Mémoire présenté par M. J. Łukasiewicz à la séance du 21 février 1939.

ZUSAMMENFASSUNG.

Unter einem vollen mehrwertigen System des Aussagenkalküls versteht man ein System, in dem alle möglichen Funktionen von einem und von zwei Argumenten definiert werden können. In der vorliegenden Arbeit beweist der Verfasser, dass jedes n -wertige volle System des Aussagenkalküls mit k ausgezeichneten Werten, wobei $k < n$ und k sowie n endliche ganze Zahlen sind, axiomatisierbar ist.

¹²⁾ Twierdzenie to jest uogólnieniem wyników prof. S. Leśniewskiego, dotyczących logiki dwuwartościowej. Wyniki te nie były ogłoszone.

A. Tarski.

Zupełność elementarnej algebry i geometrii.

Przedstawił J. Łukasiewicz dn. 21 lutego 1939 r.

The Completeness of Elementary Algebra and Geometry.

Mémoire présenté par M. J. Łukasiewicz à la séance du 21 février 1939.

Praca wyjdzie po angielsku w wydawnictwie: »Actualités Scientifiques et Industrielles«. Herman & Cie, Paris, jako I tom serii: »Métalogique et Métamathématiques«.

THE COMPLETENESS OF QUANTUM MECHANICS
AND THE MEASUREMENT PROBLEM

by
JOHN ARCHIBALD WHEELER

Princeton University

1952

THE COMPLETENESS OF QUANTUM MECHANICS
AND THE MEASUREMENT PROBLEM

by
JOHN ARCHIBALD WHEELER

Princeton University

1952

THE COMPLETENESS OF QUANTUM MECHANICS
AND THE MEASUREMENT PROBLEM

by
JOHN ARCHIBALD WHEELER

Princeton University

1952

THE COMPLETENESS OF QUANTUM MECHANICS
AND THE MEASUREMENT PROBLEM

by
JOHN ARCHIBALD WHEELER

Princeton University

1952

THE COMPLETENESS OF QUANTUM MECHANICS
AND THE MEASUREMENT PROBLEM

by
JOHN ARCHIBALD WHEELER

Princeton University

1952

Ostatnie Wydawnictwa Towarzystwa Naukowego Warszawskiego Wyzd. III, IV.

Skład: Warszawa, Nowy Świat 72. T. N. W.

Skład odbitek: Libraria Nowa, Rynek Starego Miasta 31.

Rocznik Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, Rok XXX.
1937.

Katalog Wydawnictw Towarzystwa Naukowego Warszawskiego.
1907—1932. Warszawa. 1933. Str. VI+262.

Archiwum Mineralogiczne. T. XIV. Warszawa 1938.

M. Kobyłecki. Charakterystyka ogólna meteorytu łowickiego. — S. Jaskólski. Badania składników nieprzeźroczystych meteorytu łowickiego w świetle odbitym. — M. Kołaczkowska. Badania mikroskopowe meteorytu łowickiego. — St. J. Thugutt. O składzie chemicznym ważniejszych składników meteorytu łowickiego. — H. Moritz. Spektralanalytische Untersuchungen des meteorits von Łowicz. — J. Cichocki. Próba oznaczenia zawartości radu w meteorycie łowickim. — W. Wawryk. Z petrografii piaskowca Żurawieńskiego.

Archiwum Nauk Antropologicznych. Dział A. Antropologia.
Nr. 5. Warszawa. 1933.

Leon Manteuffel-Szoega. Antropomorfologia wątroby. (Studia nad antropomorfologią wątroby polaków).

Prace Antropologiczne Instytutu Nauk Antropologicznych
i Etnologicznych T. N. W.

1. Ir. Michalski. Die Jugoslaven der dalmatischen Küste. Beitrag zur Kraniologie der Südslaven. 1936.

2. B. Škerlj. Menschlicher Körper und Leibesübungen. 1936.

3. Ir. Michalski. Składniki rasowe Chińczyków. 1938.

Prace Matematyczno-Fizyczne. T. XLVI. 1939 poświęcony
pamięci Władysława Natanson'a.

Prace: L. Kleckiego, K. Zakrzewskiego, L. Kozłowskiego, S. Szczeniowskiego, E. Rybki i J. Mergentalera, S. Dobińskiego, M. Mięśowicza, D. Doborzyńskiego, St. Gołąba, T. Rakowieckiego, W. Wrony, W. Ślebodzińskiego i C. Białobrzeskiego.

Monografie z pracowni Neurobiologicznej. II. 1928:

N. Zandowa. Splot naczyniasty (*Plexus chorioideus*) (Anatomia fizjologia, patologia).

Planta Polonica. Materiały do Flory Polskiej i krajów sąsiednich.

T. VIII, zes. 1, 1939. Helena Humblet-Pawłowska. Roczna zmienność fitoplanktonu w osadniku na Stacji Pomp Rzecznych w Warszawie.

T. VIII, zes. 2, 1939. Alicja Luer-Jeziorańska. Materiały do flory planktonu rzeki Jezioriki.

T. VIII, zes. 3, 1939. A. Skirgiełło. Polskie naziemne grzyby rurkowe. (Boletaceae et Polyporaceae terrestres).

Archiwum Nauk Biologicznych.

T. VIII, zes. 2, 1938. H. Taflńska. Badania antropologiczne nad kregosłupami u Polaków.

T. VIII, zes. 3, 1938. St. Jasnowski. Badania nad dziedziczeniem odporności pszenic jarych *Tr. vulgare* L. na niezmiarke *Chlorops pumilionis* Bjerk.

T. VIII, zes. 4, 1939. K. Tarwid. Wstęp do charakterystyki rozmieszczenia głębinowych larw Chironomidów jeziora Wigierskiego.

T. IX, zes. 1, 1939. Z. J. Gołąbek. Rozwój żył skórnych u świni.

Prace Towarzystwa Naukowego Warszawskiego. Wydział III Nauk Matematyczno-Fizycznych.

Nr. 34. 1933. A. Tarski. Pojęcie prawdy w językach nauk dedukcyjnych.

Sprawozdania z posiedzeń Towarzystwa Naukowego Warszawskiego. Wydział III nauk matematyczno-fizycznych.

R. XXXI. 1938. Zesz. 1—3, 4—6, 7—9.

Prace następujących autorów: G. de Alexitsa (2), W. Bargiełła, K. Borsuka, L. Bruwiera, I. Chmielewskiej, J. Cichońskiego, J. Gadowskiego, W. Gorceżyńskiego, K. Iyengara, S. Jaskólskiego, L. Jeśmanowicza, M. Kołaczekowskiej, R. Kozłowskiego, W. Lampego, A. Lindenbauma, A. Łaszkiwicz, S. Mazura, A. Mostowskiego, A. J. Smitha, A. Tarskiego, St. J. Thugutta (2), M. Trenknerówny, A. Trybonia, W. Wawryka, L. Wertensteina (2), Z. Weyberga, S. Zieleniewskiego.

Sprawozdania z posiedzeń Towarzystwa Naukowego Warszawskiego. Wydział IV nauk biologicznych.

R. XXXI. 1938. Zesz. 1—3, 4—6, 7—9.

Prace następujących autorów: W. Dąbrowskiej, B. Dylewskiego, S. Feliksiaka, L. Fiszhaut-Zeldowiczowej, Z. Gąseckiej, B. Hryniewieckiego, W. Jakimowicza, S. Jasnowskiego, J. Kęsickiej, J. Kochmana, S. Kopia, K. Krysiaka, A. Kunickiego, E. Malinowskiego, I. Michalskiego, S. A. Pieniżka, F. Pliszki, R. Poplewskiego, W. Pyki, W. Siemaszki, A. Skirgiełłówny, J. Szmurły, ks. J. Szulety, A. Szwanekówny, H. Śledzińskiego, E. Vogtówny, H. Wojtusiakowej, Z. Wójcikówny, Z. Wóycickiego, M. A. Zielińskiego.