

Jerzy Hickiewicz, Politechnika Opolska, Oddział Opolski SEP, Opole
Piotr Rataj, Uniwersytet Opolski, Oddział Opolski SEP, Opole

PIERWSZA ELEKTROWNIA TRÓJFAZOWA W WARSZAWIE, JEJ TWÓRCA MARIAN LUTOSŁAWSKI (1871-1918)

THE FIRST THREE-PHASE CURRENT POWER PLANT IN WARSAW AND ITS CREATOR MARIAN LUTOSŁAWSKI (1871-1918)

Streszczenie: W artykule opisano pierwszą polską trójfazową elektrownię przeznaczoną do oświetlenia II Wystawy Higienicznej w Warszawie w 1896 roku. Twórcą elektrowni i całej instalacji elektrycznej był Marian Lutosławski, jeden z najaktywniejszych elektrotechników polskich w okresie zaborów.

Abstract: The article describes the first Polish three-phase current power plant designed for lighting of the 2nd Hygienic Exhibition in Warsaw in 1896. A designer and creator of the power plant and the entire electrical installation was Marian Lutosławski, one of the most active Polish electrical engineering specialists during the period of Partitions at the territory of Poland.

Słowa kluczowe: elektrownia, prąd trójfazowy, historia elektrotechniki, historia Warszawy
Keywords: power plant, three-phase current, history of electrical engineering, history of Warsaw

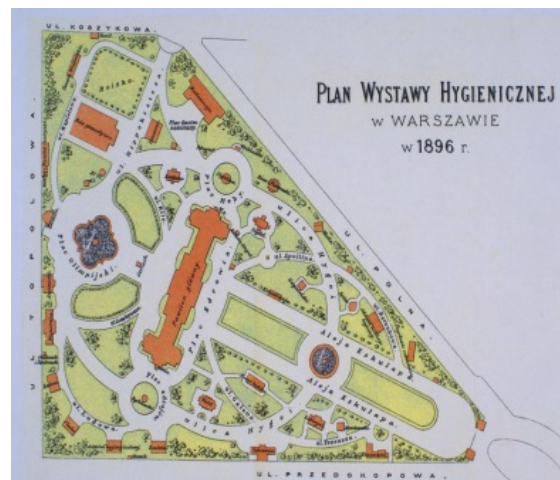
1. Elektrownia na II Wystawie „Higienicznej” w Warszawie

W roku 1896, od 15 maja do 15 lipca odbyła się w Warszawie II Wystawa Higieniczna (I Wystawa odbyła się w 1887 roku), która była jedną z największych tego typu wystaw w Europie Środkowej. Miała ona na celu zaprezentowanie w sposób przystępny wszystko, co jest związane z higieną, jak zagadnienia: żywienia, ubioru, zabudowy miast i wsi, mieszkań, bakteriologiczne i dezynfekcyjne, higienę w miejscach pracy, a także statystykę i meteorologię. Zwiedziło ją kilkaset tysięcy osób, dzięki czemu rozpowszechniono wśród społeczeństwa polskiego podstawowe informacje na tematy higieniczne.

Wystawa powstała na terenie, na którym obecnie znajduje się gmach główny i kampus Politechniki Warszawskiej. Miała być urządzona nowoczesnie, tak więc przewidziano jej oświetlenie elektrycznością. Początkowo planowano, że cała instalacja elektryczna czyli oświetleniowa, jak i elektrownia, a więc generator, maszyna parowa i kotły mają być zlokalizowane na terenie wystawy.

Później od tego jednak odstąpiono, aby pokazać na wystawie również „transformację prądu” czyli zasilanie wystawy energią elektryczną poprzez linię elektryczną wysokiego napięcia z oddalonej elektrowni. Po porozumieniu z firmą „M. Lutosławski i S-ka” postanowiono

„wykonać przeniesienie siły” z odległej o 1200 metrów elektrowni.



Rys. 1. Plan II Wystawy Higienicznej w Warszawie z 1896 roku (źródło: strona internetowa Polskiego Towarzystwa Higienicznego)

Projektantem i wykonawcą całej instalacji prądowłórczej i oświetlenia był młody inżynier Marian Lutosławski, który w tym samym 1896 roku, w którym rozpoczął przygotowania do oświetlenia wystawy, ukończył studia na Politechnice w Darmstadt, kolebce studiów elektrotechnicznych. Na tej uczelni w 1882 roku powstał pierwszy na świecie wydział elektrotechniczny. Dyplom inżyniera elektryka uzyskał studiując pod kierunkiem samego prof.

Erasmusa Kittlera, pioniera elektrotechniki prądu trójfazowego, którego jednym z wychowanków, a potem asystentem w latach 1885-87 był Michał Doliwo-Dobrowolski. Nic zatem dziwnego, że Lutosławski chciał postawione mu zadanie oświetlenia elektrycznego wystawy rozwiązać najnowocześnie, wykorzystując znane mu najnowsze osiągnięcia ówczesnej elektrotechniki, a więc zastosowanie prądu trójfazowego (po raz pierwszy w Warszawie i w całej Kongresówce). Wyprzedził więc M. Doliwo-Dobrowolskiego, z którego udziałem powstały w 1897 roku pierwsze profesjonalne elektrownie trójfazowe w Chorzowie i Zabrze.

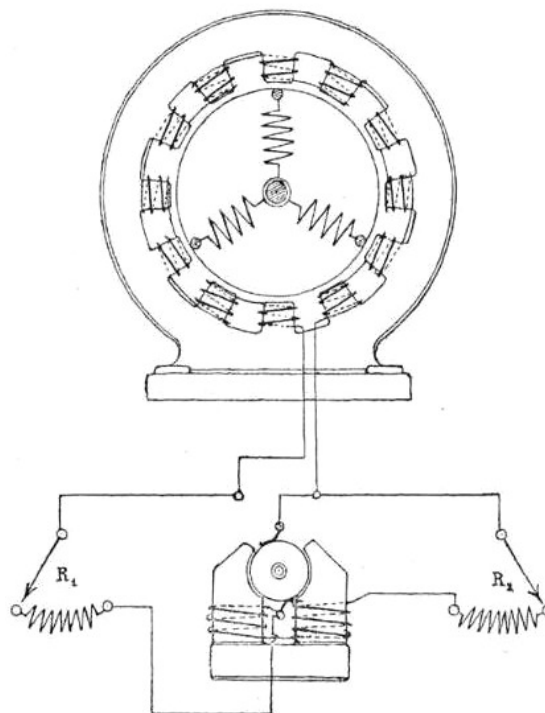
Organizację elektrowni na Wystawie higienicznej niewątpliwie wzorował Lutosławski na powstałej w roku 1891 wodnej elektrowni w Lauffen, która przez linię wysokiego napięcia zasilala oświetlenie, napęd pompy sztucznego wodospadu i inne odbiorniki na słynnej Międzynarodowej Wystawie we Frankfurcie nad Menem. Od tego czasu rozpoczęło się powszechne zastosowanie trójfazowego prądu przemiennego.

Opis elektrowni na warszawskiej wystawie przedstawił Lutosławski w artykule zamieszczonym w „Przeglądzie Technicznym” (1896, nr 11 i 12). Lokalizacją elektrowni („stacji pierwotnej”, jak określał ją autor) była posesja J. Sussmana przy ul. Marszałkowskiej 13, odległa od terenu wystawy o ok. 1200 metrów. Sussman był właścicielem znajdującej się tam maszyny parowej o mocy 150 HP, zbudowanej w Anglii ponad 25 lat temu (ok. 1871 roku). Parę o ciśnieniu 5 atm. dostarczały 3 kornwalijskie kotły. Ruch obrotowy maszyny parowej przenosił się na wał główny z prędkością obrotową 180 obr./min, a następnie za pomocą przekładni pasowej z kołem pasowym o średnicy 800 mm i szerokości 500 mm na wał generatora z prędkością $n = 420$ obr./min. Generator trójfazowy był wyprodukowany przez firmę Brown-Boveri w Szwajcarii. Była to maszyna synchroniczna o odwróconej budowie (Rys. 2). Uzwojenie wzbudzenia o sześciu parach biegunów $p=6$ znajdowało się w stojanie i zasilane było z bocznikowej wzbudnicy prądu stałego osadzonej na wale generatora. Trójfazowe uzwojenie, w którym wytwarzane było napięcie przemiennie umieszczone zostało w wirniku, a początki trzech faz uzwojeń doprowadzone były do trzech pierścieni osadzonych na wale. Pozostałe trzy końce uzwojeń połączone były

razem i dołączone do wału generatora stanowiąc wspólny punkt – tzw. „neutralny”. Z pierścieni, poprzez parę szczotek na każdym pierścieniu, a następnie kablem wykonane było wyprowadzenie prądu przemiennego na deskę rozdzielczą. Napięcie generatora między pierścieniami wynosiło 500 V, natomiast między pierścieniem a punktem neutralnym 289 V. Częstotliwość napięcia wynosiła:

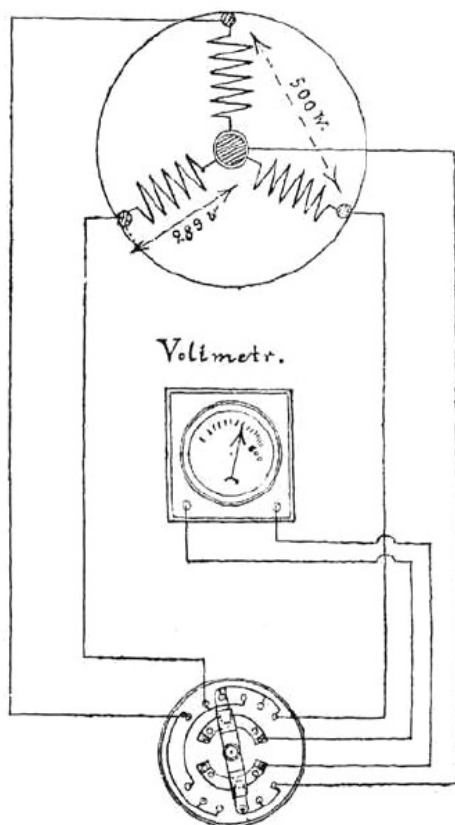
$$f = \frac{pn}{60} = \frac{6 \cdot 420}{60} = 42 \text{ Hz}$$

Regulacja napięcia dokonywana była dwoma rezystorami: pierwszym rezystorem (R1 na Rys. 2) włączonym w obwód wzbudzenia generatora oraz drugim rezystorem (R2 na Rys. 2) włączonym w obwód wzbudzenia wzbudnicy.



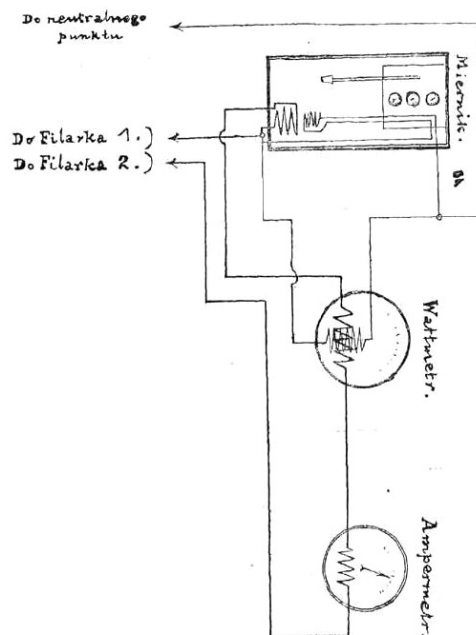
Rys. 2. Schemat ideowy układu połączeń generatora oraz wzbudnicy (źródło: „Przegląd Techniczny” 1896, nr 11, s. 298)

Bardzo starannie dobrane były przyrządy pomiarowe. Pomiar napięcia (Rys. 3) generatora dokonywany był jednym woltmierzem („woltmetrem”) połączonym z przełącznikiem. Przełącznik dołączony do pierścieni umożliwiał pomiar napięcia każdej fazy oraz napięcia między pierścieniami. Woltmierz wykonany był przez firmę „Hartman & Braun” we Frankfurcie nad Menem. Był to przyrząd wskazówkowy odznaczający się dobrą aperiodycznością.



Rys. 3. Schemat układu do pomiaru napięcia generatora (źródło: „Przegląd Techniczny” 1896, nr 11, s. 299)

Pomiar prądu dokonywany był jednym amperomierzem, pomiar mocy również jednym przyrządem („wattmierzem”). Amperomierz i cewka prądowa watomierza włączona była w kolejne przewody fazowe, zgodnie ze schematem podanym na Rys. 4. Wykonywano pomiar w jednej fazie, następnie przełączano układ pomiarowy do kolejnej fazy. Dokonując pomiaru mocy w kolejnych fazach i sumując wyniki wskazań, uzyskiwano wartość mocy obciążenia generatora. Przyjęto założenie, iż obciążenie „nie zmienia się z dnia na dzień”, czyli zakładano, że obciążenie nie ulega szybkim zmianom w czasie. Do celów oświetlenia elektrowni wykorzystano bezpośrednio napięcie generatora. Z uwagi na dużą wartość napięcia żarówki połączono w szereg. Aby zapobiec trudnościom wykrycia, która żarówka uległa uszkodzeniu, łączono po dwie żarówki równolegle. Na napięciu 500 V łączono w szereg pięć par równolegle połączonych żarówek. Wykrycie uszkodzonej żarówki było bardzo łatwe, bo w razie przepalenia jednej żarówki w parze, nieuszkodzona świeciła jaśniej, a wszystkie pozostałe przygasły.

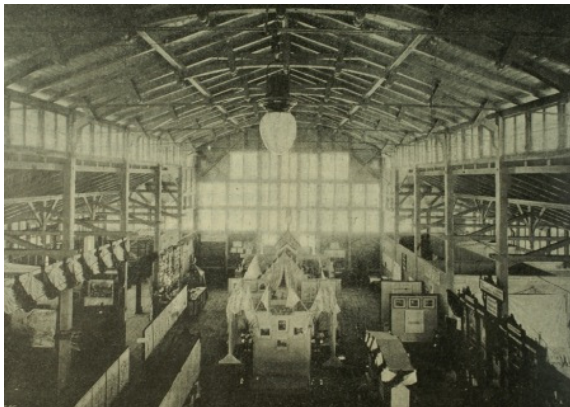


Rys. 4. Schemat układu do pomiaru prądu oraz mocy generatora (źródło: „Przegląd Techniczny” 1896, nr 11, s. 300)

Jako obciążenie elektryczne generatora planowano początkowo 60 lamp łukowych, 12 A oraz 1500 lampek żarowych 16-świecowych. Zapotrzebowanie okazało się przesadzone, bowiem ilość lampek żarowych użytych do oświetlenia wystawy nie przekroczyła 370. W publikacji nie jest podana moc generatora. Można ją tylko próbować oszacować. Biorąc pod uwagę, że podana moc maszyny parowej 150 HP oraz zakładając, że sprawność generatora wynosiła ok. 70-80 %, można oszacować, iż moc generatora nie przekraczała 100kW. Wskazówką do szacowania mocy generatora może być też i to, że w drugiej części artykułu przy wyznaczaniu przekroju przewodów linii przesyłowej przyjęto, że wartość prądu generatora nie przekraczała 150 A, co przy napięciu 500 V i przyjęciu współczynnika mocy 0,8, również pozwalało szacować moc generatora na poziomie 100 kW.

Energia elektryczna z elektrowni dostarczana była do rozdzielni WN, znajdującej się na terenie wystawy, trójfazową linią napowietrzną o napięciu 500 V. Na obu końcach linii zainstalowane były piorunochrony. Na terenie wystawy znajdowała się stacja transformatorowa, a w niej 6 jednofazowych transformatorów obniżających napięcie, połączonych w dwa równoległe układy trójfazowe. Pierwsza grupa transformatorów służyła do zasilania lamp łukowych, druga do lamp żarowych. Tablice

rozdzielcze wyposażone były w bezpieczniki i wyłączniki. Bezpośrednio z napięcia 500 V zasilany był silnik 1,5 HP napędzający pompę rozpylaczy. Oprócz oświetlenia, instalacja elektryczna wykorzystana była do gotowania kawy, czekolady oraz do zasilania zapalniczek elektrycznych.



Rys. 5. Sala gimnastyczna na II Wystawie Higienicznej (źródło: strona internetowa Polskiego Towarzystwa Higienicznego)

Artykuł Lutosławskiego wywołał ciekawą dyskusję. W tym samym numerze, w którym znalazła się druga część jego artykułu została zamieszczona wypowiedź Tadeusza Witkowskiego (na stronie 324), który podziękował redakcji „Przeglądu Technicznego” za udostępnienie rękopisu artykułu Mariana Lutosławskiego i wyraził swoje wątpliwości dotyczące konstrukcji linii przesyłowej. Obawy Tadeusza Witkowskiego wynikały głównie z wpływu jaki może mieć prąd przemienny na konstrukcję metalową, na skutek przemiennego pola magnetycznego wytwarzanego przez prąd. Uważał on, że przewody z prądem przemiennym o wartości 150 A mogą wytworzyć tak silne przemienne pole magnetyczne, iż w metalowej konstrukcji linii na skutek indukcji prądów wystąpi silne nagrzewanie konstrukcji. Przytaczał jako ważny argument, że przepisy niemieckiego związku elektryków podają, iż przewody z prądem przemiennym nie mogą być prowadzone w rurkach żelaznych.

W numerze 5 „Przeglądu Technicznego” ze stycznia 1897 roku znajduje się obszerna odpowiedź Lutosławskiego na zarzuty Witkowskiego. Nie zgadzał się on z zarzutami Tadeusza Witkowskiego i przytaczał szeroką argumentację powołując się w niej na autorytety znanych ówczesnie elektrotechników. W tym samym numerze znajdują się też wypowiedzi na temat uwag Witkowskiego, których autorami są

inżynierowie z firmy „E.A.G., dawniej Lahmeyer & Co” we Frankfurcie, J. Sachs i A. Rothert (przyszły wybitny elektrotechnik, wówczas w wieku 27 lat, dopiero 3 lata po studiach). Szczególnie zwięzła jest wypowiedź inż. Aleksandra Rotherta. Uważa on, że przemienne pole magnetyczne w miejscu, w którym znajdują się metalowe elementy konstrukcji jest tak słabe (ze względu na odległość od przewodu), iż obawy Tadeusza Witkowskiego o możliwości nagrzewania konstrukcji nie są słuszne. Rothert proponuje, aby Witkowski sam się o tym przekonał, wykonując odpowiednie proste obliczenia. Przepisy zakazujące umieszczenia izolowanych przewodów z prądem przemiennym w rurkach metalowych, dotyczą innej sytuacji. Rurka stanowi zwarty zwój, umieszczony blisko przewodu z prądem przemiennym i mogą w niej indukować się prądy, zatem słusznie ten zakaz obowiązuje.

2. Marian Lutosławski (1871-1918)

Twórca oświetlenia wystawy, Marian Lutosławski, był bardzo ciekawą postacią, mocno zaangażowaną w rozwój elektrotechniki w Królestwie Polskim, w której miał wielkie osiągnięcia i zapewne mógł jeszcze wiele osiągnąć w odrodzonej Polsce. Przeszkodziła w tym jego tragiczna śmierć w 1918 roku, a jego wcześniejsza działalność poszła w zapomnienie. Urodził się 1 IV 1871 roku w majątku ziemiańskiej rodziny Lutosławskich w Drozdowie koło Łomży. W 1889 roku rozpoczął studia na Politechnice w Rydze, gdzie w 1894 roku uzyskał dyplom inżyniera mechanika. W 1896 roku zdobył dodatkowo dyplom inżyniera elektryka na Politechnice w Darmstadt. Po ukończeniu studiów Lutosławski przeniósł się do Warszawy, gdzie osiadł na stałe. Pracował tam jako inżynier wolnopracujący. Założył elektrotechniczne biuro projektowo-montażowe.

Jest autorem jednych z pierwszych polskich podręczników z dziedziny elektrotechniki: *O zastosowaniu prądów zmiennych o wysokim napięciu do celów motorycznych* (1896) i szczególnie ważnego, *Prąd elektryczny: jego wytwarzanie i zastosowanie w technice: podręcznik dla techników nie specjalistów* (1900). Podręcznik ten wyprzedza w czasie polskie podręczniki z zakresu maszyn elektrycznych Aleksandra Rotherta (1910) oraz Konstantego Żórawskiego (1923).



Rys. 6. Marian Lutosławski (źródło: „Świat” 1913, nr 29, s. 15)

W 1900 roku, jego biuro, jako pierwsze w Kongresówce i jedno z pierwszych na świecie wykorzystano silnik Diesla do napędu prądnicy o mocy 250 kW zainstalowanej w lokalnej elektrowni hotelu Bristol w Warszawie. Po 1902 roku biuro Lutosławskiego rozszerzyło działalność na zupełnie nową dziedzinę żelbetnictwa, w której osiągnął wiele znaczących sukcesów. Równocześnie zajmował go problem pozyskiwania azotu z powietrza, zawiązał spółkę dla eksploatacji patentów Ignacego Mościckiego, Lutosławskiego zajmowało też zagadnienie sił wodnych w Królestwie Polskim i pozostałej części Rosji. Szerokie były techniczne zainteresowania Lutosławskiego, który potrafił na wszystkich płaszczyznach swojej działalności wnieść coś użytecznego czy nowego.

Poza działalnością zawodową Marian Lutosławski pracował w przeróżnych organizacjach społecznych, technicznych, oświatowych, politycznych i filantropijnych. Aktywnie popierał rozwój cywilizacyjny w Kongresówce. W 1899 roku został pierwszym sekretarzem Sekcji Elektrotechnicznej przy oddziale warszawskim Towarzystwa Popierania Rosyjskiego Przemysłu i Handlu, pierwszej polskiej organizacji zrzeszającej elektryków.

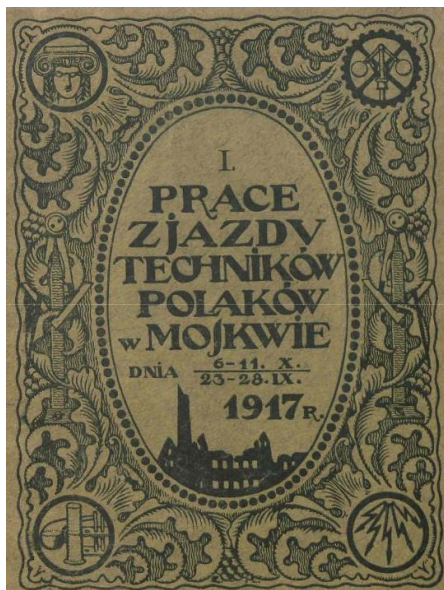
Pracował nad polskim słownictwem elektrotechnicznym, w 1904 roku wyszły *Materiały do słownictwa elektrotechnicznego* opracowane przez T. Żerańskiego, a przejrzane i uzupełnione przez M. Lutosławskiego. Wygłosił on

wiele odczytów i brał udział w posiedzeniach warszawskich organizacji technicznych na temat koncesji i projektu budowy elektrowni warszawskiej, przebudową tramwajów w tym mieście, czy przepisami bezpieczeństwa dla urządzeń elektrycznych. Brał ponadto czynny udział w zjazdach polskich techników we Lwowie i Krakowie.

Równoległe do działalności zawodowej i w organizacjach społecznych, naukowo-technicznych Lutosławski od początku XX wieku prowadził działalność polityczną. Związał się z ruchem narodowym w Królestwie Polskim, należał do koła Ligi Narodowej w Warszawie, a później wszedł w skład Zarządu Głównego Stronnictwa Demokratyczno-Narodowego.

W chwili wybuchu I wojny światowej porzucił działalność zawodową, całkowicie poświęcając się pracy społecznej. Współzałożył Polski Komitet Pomocy Sanitarnej (PKPS), został członkiem Centralnego Komitetu Obywatelskiego (CKO) w Warszawie. Przyłączył się również do Komitetu Narodowego Polskiego. Po roku 1915, kiedy Warszawę zajęły wojska niemieckie, przeniósł się z ramienia PKPS i CKO do Rosji, gdzie zajął się pomocą humanitarną dla uchodźców z Kongresówki, organizował dla nich polskie szkolnictwo. Działał również na rzecz utworzenia polskich sił zbrojnych w Rosji. Na przełomie 1916 i 1917 roku wyjechał na zachód Europy, chcąc zapoznać się z tamtejszym przemysłem, co miało pomóc w przyszłej odbudowie ziem polskich. Brał wtedy również udział w zjeździe emigracji polskiej w Lozannie, po kilku miesiącach pobytu na zachodzie wrócił do Rosji.

Po powrocie do Rosji, myśląc o przyszłości odradzającej się Polski, podjął starania o zorganizowanie zjazdu polskich techników w Rosji, którzy po zakończeniu wojny mogliby wrócić do ojczyzny i pomóc w jej odbudowie. Przewodniczącym Komitetu Organizacyjnego Zjazdu został Marian Lutosławski. Zjazd odbył się w Moskwie, trwał aż 6 dni, od 6 do 11 października (wg kalendarza gregoriańskiego) 1917 roku. Zjazd odbył się w szczególnie nieprzychylnych warunkach, ponieważ miesiąc później rozpoczęła się w Rosji rewolucja bolszewicka, mimo to wzięło w nim udział ok. 300 osób.



Rys. 7. Okładka sprawozdania ze Zjazdu Techników Polaków w Moskwie

W czasie Zjazdu odbywały się obrady plenarne oraz w VII sekcjach, w tym: m.in., Ogólnej, Elektrotechnicznej i Szkolnej. Lutosławski brał bardzo czynny udział w Zjeździe. W sesji plenarnej wygłosił referat *Rola Polski jako pośrednika pomiędzy zachodem a wschodem*, a w sekcji Chemicznej referat: *Współczesny stan przemysłu azotowego na zachodzie*. Pierwszego dnia podczas połączonego posiedzenia sekcji Ogólnej i Elektrotechnicznej zostały wygłoszone referaty przez: Ludwika Tołłoczkę: *Elektryfikacja kraju* oraz M. Lutosławskiego: *Nowe metody wyzyskania paliwa jako źródła taniej energii elektrycznej*. W dyskusji poruszono tematy: równomiernego rozwoju przemysłu w całym kraju, gazyfikacji torfu i węgla oraz potrzeby rozwoju turbin gazowych. W trakcie kolejnego posiedzenia sekcji Elektrotechnicznej wygłoszony był referat inż. Zygmunta Okoniewskiego *Nowe kierunki w elektrotechnice*. Na kolejnych posiedzeniach sekcji opracowano postulaty dotyczące rozwoju elektrotechniki, energetyki i szkolnictwa elektrotechnicznego w wolnej Polsce.

Marian Lutosławski nie tylko zorganizował Zjazd i starannie czuwał nad jego przebiegiem, ale jeszcze w trudnych warunkach 1918 roku udało mu się doprowadzić do wydania w Moskwie, nakładem Stowarzyszenia Techników Polaków w Rosji, pamiątnika z tego Zjazdu.

Wybuch rewolucji bolszewickiej zakłócił pracę Lutosławskiego. Komuniści uważali, że kierowany przez niego CKO w Rosji jest „reakcyjną” i „kontrewolucyjną” organizacją, przez co starali się utrudniać mu działalność. Lutosławski musiał dostrzec niebezpieczeństwo ze strony rewolucji bolszewickiej dla odradzającej się Polski. Postanowił działać przeciwko bolszewikom, co stało się przyczyną tragicznej śmierci jego, jak i jego brata Józefa. Nie są do końca jasne okoliczności śmierci Lutosławskich. Braci Mariana i Józefa rozstrzelano za „działalność kontrewolucyjną” w Moskwie 5 IX 1918 roku. Pochowano ich w zbiorowej, nieoznaczonej mogile.

Marian Lutosławski był patriotą i pozytywistą, wszystkie jego działania były w zamyśle czynione dla dobra przyszłej Polski, w której niestety nie przyszło mu żyć. Był wszechstronnie utalentowanym, i gdyby nie tragiczna śmierć w 47 roku życia, mógłby jeszcze wiele zdziałać dla polskiej elektrotechniki.

Szczegółowa sylwetka Mariana Lutosławskiego podana została w numerze 116 (4/2017) s. 163-172.

Literatura

- [1]. Gajewski M., *Urządzenia komunalne Warszawy; Zarys historyczny*, Warszawa 1979.
- [2]. Gryżewski J., *Ś.p. Maryan Lutosławski, inż.*, „Przegląd Techniczny” 1918, nr 33-38, s. 193-195.
- [3]. *Historia*, strona internetowa Polskiego Towarzystwa Higienicznego, Dostęp 20 VIII 2017.
- [4]. Kubiowski J., *Lutosławski Marian*, w: *Polski słownik biograficzny*, T. XVIII, Kraków 1973, s. 152-153.
- [5]. Lutosławski M., *Instalacje elektryczne na wystawie higienicznej w Warszawie*, „Przegląd Techniczny” 1896, nr 11, s. 296-303, nr 12, s. 320-323; także polemika T. Witkowskiego, s. 324.
- [6]. Lutosławski M., Rothert A., Sachs J., *W sprawie artykułu „O oświetleniu elektrycznym. na b. wystawie higienicznej w Warszawie”*, „Przegląd Techniczny” 1897, nr 5, s. 78-82.

Autorzy

Jerzy Hickiewicz
prof. Politechniki Opolskiej
j.hickiewicz@po.opole.pl
Piotr Rataj
Uniwersytet Opolski
piotr.rataj33@wp.pl