

doi:10.15199/48.2023.08.48

## Pionierska elektrownia trójfazowa w kopalni ozokerytu w Borysławiu z 1897 roku

**Streszczenie.** W referacie przybliżono jedną z najstarszych elektrowni prądu przemiennego trójfazowego w Galicji, zlokalizowaną w kopalni ozokerytu w Borysławiu, która rozpoczęła pracę w 1897 r. Została ona zbudowana przez węgierską firmę Ganz. Służyła nie tylko do oświetlenia, ale także do napędzania pomp, wentylatorów i maszyn wyciągowych w szybach. Szczególnie warto podkreślić, iż utworzono tam system wytwarzania, przesyłu i rozdziału energii elektrycznej, umożliwiającą elektryczny, indywidualny napęd poszczególnych maszyn roboczych. Opisano wyposażenie techniczne elektrowni, a także ekonomiczną stronę tej wyjątkowej inwestycji.

**Abstract.** The paper takes a closer look at one of the oldest power plants of three-phase alternating current in Galicia, at the Boryslaw oil and ozokerite mine, which began operation in 1897. It was built by the Hungarian company Ganz. It was used not only for lighting, but also to drive pumps, fans and hoisting machinery in shafts. It is particularly noteworthy that an electric power transmission system was set up there, allowing electric individual drive of individual working machines. The technical equipment of the power plant is described, as well as the economic side of this unique investment. (**Pioneering three-phase power plant at the Boryslaw ozokerite mine in 1897.**)

**Słowa kluczowe:** Boryslaw, elektrownia, prąd przemienny trójfazowy, Ganz, kopalnia ozokerytu.

**Keywords:** Boryslaw, power plant, three-phase alternating current, Ganz, ozokerite mine.

### Wprowadzenie

Pierwsze elektrownie na prąd stały rozpoczęły działalność w 1882 r. Kilka lat później, w 1886 i 1887 r. powstały pierwsze elektrownie prądu przemiennego jednofazowego (uruchomione w Stanach Zjednoczonych przez firmę Westinghouse, a w Europie przez firmę Ganz). W 1891 r., eksperymentem przesyłowym na wystawie elektrotechnicznej we Frankfurcie nad Menem, rozpoczęła się epoka prądu przemiennego trójfazowego<sup>1</sup>. Niedługo potem powstały pierwsze elektrownie trójfazowe, w tym na ziemiach polskich, podzielonych wtedy zaborami. Z ważniejszych znanych takich elektrowni, uruchomionych jeszcze w XIX w., należy wymienić tymczasową elektrownię zasilającą II Wystawę Higieniczną w Warszawie (1896)<sup>2</sup>, duże elektrownie okręgowe w Zabrze i Chorzowie (1898)<sup>3</sup> oraz elektrownię w warsztatach kolejowych we Lwowie (1898)<sup>4</sup>. Wśród nich jedną z ciekawszych, a słabo znanych, była elektrownia uruchomiona w 1897 r. w kopalni ozokerytu w Borysławiu, która zostanie przedstawiona w niniejszym artykule.

### Kopalnia ozokerytu w Borysławiu

Kopalnia ozokerytu (wtedy określanego też jako wosk ziemny) leżała 750 m od stacji kolejowej w Borysławiu, znajdowała się w posiadaniu Galicyjskiego Banku Kredytowego i Compagnie Commerciale Française<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Historia Elektryki Polskiej, t. II Elektroenergetyka, red. K. Kolbiński, Warszawa 1977, s.26-27.

<sup>2</sup> M. Lutoslowski, Instalacje elektryczne na wystawie higienicznej w Warszawie, *Przegląd Techniczny*, 1896, nr 11, s. 293-303, nr 12, s. 320-323; J. Hickiewicz, P. Rataj, Pierwsza elektrownia trójfazowa w Warszawie, jej twórca Marian Lutoslowski (1871-1918), *Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe*, 2018, nr 2, s. 1-6.

<sup>3</sup> R. Kurek, *100 lat Elektrowni Chorzów*, Chorzów 1998.

<sup>4</sup> Elektrische Kraftvertheilungs-Anlage in den kk. Staatsbahn-Werkstätten Lemberg, *Zeitschrift für Elektrotechnik*, 1899, nr 2, s. 24-25. Ogólnie o wspomnianych elektrowniach trójfazowych w Warszawie, Lwowie i Borysławiu: P. Rataj, J. Hickiewicz, Początki techniki prądu przemiennego trójfazowego na ziemiach polskich do końca XIX w., *Wiadomości Elektrotechniczne*, 2022, nr 10, s. 27-31.

<sup>5</sup> Więcej o tej kopalni: Galizische Creditbank Erdwachsgruben Boryslaw, [w:] *Die Gross-Industrie Oesterreichs. Festgabe zum glorreichen 50-jähr. Regierungsjubiläum Seiner Majestät des Kaisers Franz Josef I*, t. I, Wien 1898, s. 329-331.

Początkowo ozokeryt był wydobywany z szybów ręcznie, kubłami za pomocą kołowrotów. Było to jednak nieefektywne (im głębszy był szyb tym wydobywano mniej, występowało też duże zapotrzebowanie na siłę roboczą), dlatego zdecydowano się użyć elektryczności do wydobywania (planowano zelektryfikować wszystkie 30 istniejących wtedy szybów)<sup>6</sup>, a także zastosować ją do: wentylacji, odpompowywania wody z szybów, oświetlenia kopalni, kancelarii i mieszkań urzędników.



Fot. 1. Widok ogólny na kopalnię ozokerytu w Borysławiu z 1898 r. (źródło: *Die Gross-Industrie Oesterreichs. Festgabe zum glorreichen 50-jähr. Regierungsjubiläum Seiner Majestät des Kaisers Franz Josef I*, t. I, Wien 1898, s. 330)

### Wyposażenie elektrowni

W tym celu wybudowano i oddano do użytku w 1897 r. elektrownię, wykonaną przez znaną węgierską firmę elektrotechniczną Ganz z Budapesztu. W kotłowni ustawiono trzy kotły zasilane przez dwie maszyny parowe wyrobu morawskiej firmy Erste Brüner Maschinenfabriks-Gesellschaft (z Brna) po 150 KM i 210 obr./min., z którymi połączone były dwa jednakowe generatory węgierskiej firmy Ganz. Mogły one działać samodzielnie, lub pracować połączone równolegle, miały 92% sprawności i dostarczały prądu trójfazowego o średnim napięciu 330 V. Odnaczały się najnowszą konstrukcją i prostotą, jak podkreślił inż. górniczy Adam Łukaszewski, bez jakichkolwiek szczytek i

<sup>6</sup> Boryslaw in Galizien, *Zeitschrift für Elektrotechnik*, 1897, nr 16, s. 475.

pierścieni. Były one zbudowane według patentu inż. Michała Doliwo-Dobrowolskiego, ale zostały ulepszone przez inż. firmy Ganz Kálmána (Kolomana) Kando<sup>7</sup>. Tak inż. Adam Łukaszewski opisał te generatory:

„Konstrukcja maszyny jest najnowsza, co w tym kierunku zdziałano; odznacza się prostotą, oraz brakiem jakichkolwiek szczotek, pierścieni etc., gdyż wszystkie miejsca, któremi prąd przechodzi, są nieruchome. Nieruchomą jest armatura, umieszczona na dwudzielnym pierścieniu z lanego żelaza, otaczającego elektromagnes. Składa się ona z  $2 \times 3 \times 12 = 72$  cewek, rozmieszczonych parami na wewnętrznym obwodzie pierścienia i zwróconych do elektromagnesów. Elektromagnes, zbudowany według zasady elektromagnesu Mordey'a składa się z dwóch części: z nieruchomego i wspartego zapomocą odpowiednich izolacji na pierścieniu armatury zwoju elektromagnesu i jądra, przedstawiającego jedyną ruchomą część maszyny i kręcącego się w zwoju. Zwój więc obejmuje tarczę elektromagnesu, jest zaś z obu stron objęty jego biegunami. Bieguny, przebiegając przed cewkami, indukują w nich prądy<sup>8</sup>”.

Natomiast inż. górniczy Ludwik Gawroński tak napisał o uzwojeniu wzbudzenia generatora: „Pomiędzy obydwoma pierścieniami cewek jest włożona jedna kolistą cewka, pobudzająca, w której krąży prąd niezmienny o napięciu niskim (około 40 Volt przeciętnie) i sile w danym wypadku 35 Amperów wynoszącej. Do powyższej cewki doprowadza się prąd z maszyny pobudzającej umieszczonej na wspólnej osi z generatorem, której armatura razem wiruje, a bieguny znajdują się na zewnątrz na wspólnych ramach generatora<sup>9</sup>”.



Fot. 2. Ręczny kołowrót wydobywczy w kopalni w Borysławiu, (źródło: *Die Gross-Industrie Oesterreichs. Festgabe zum glorreichen 50-jähr. Regierungsjubiläum Seiner Majestät des Kaisers Franz Josef I*, t. I, Wien 1898, s. 330)

Każdy z generatorów posiadał bocznikową prądnicę prądu stałego wzbudzająca elektromagnes, miała ona cztery bieguny, napięcie 110 V i prąd 35 A. Regulowanie prądu wzbudzającego odbywało się za pomocą rezystora włączonego w obwód prądu wzbudzającego. W hali maszyn elektrowni było przygotowane miejsce na jeszcze jeden generator<sup>10</sup>.

<sup>7</sup> L. Gawroński, Borysław wobec przeszłości i przyszłości, *Nafta*, 1898, nr 6, s. 54-55.

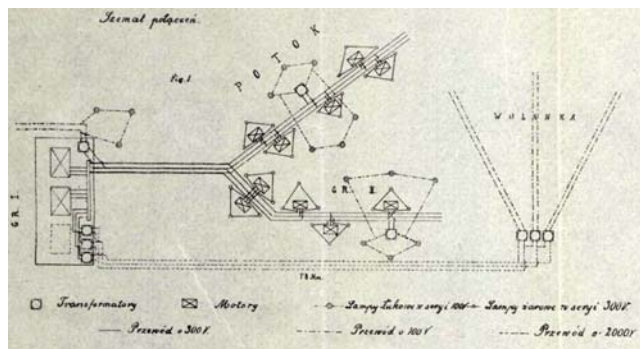
<sup>8</sup> A. Łukaszewski, Elektryczne przeniesienie siły w kopalniach wosku ziemnego w Borysławiu, *Czasopismo Techniczne*, 1898 nr 8, s. 112-113.

<sup>9</sup> L. Gawroński, s. 54.

<sup>10</sup> A. Łukaszewski, nr 8, s. 112.

## Przesył energii z elektrowni

Prąd wytworzony w elektrowni był dzielony na trzy części. Rozdziału energii elektrycznej dokonywano za pomocą tablicy rozdzielczej. Umieszczone na niej były wyłączniki obwodów głównych i pomocniczych, bezpieczniki ołowiane, amperometry, woltometry, opory (rezystory) dodatkowe i opory regulujące, oraz indykator (synchronizator) faz, składający się z trzech żarówek, używany do synchronizacji przy łączeniu równoległym obu generatorów. Część energii elektrycznej o mocy 15 kW była transformowana z napięcia 330 V na 2000 V (najwyższe napięcie wówczas w Galicji) i następnie przesyłana za pomocą trzech przewodów o średnicy 4 mm na odległość 1,8 km do wsi Wolanki, gdzie była transformowana ponownie, na napięcie 110 V. Zasilala tam trzy obwody, w które włączono łącznie 300 lamp żarowych, o mocy świetlnej przeciętnie 16 świec każda. Przewody wysokiego napięcia były prowadzone na słupach o wysokości 7 m na izolatorach olejowych. Jako ciekawostkę warto podać, że ostrzeżenia przed wysokim napięciem podano w języku polskim i w jidysz: *Wenn di rirstanden Drust trifft dech der Schlag* – Jeśli dotkniesz drutu, zostaniesz uderzony<sup>11</sup>. Używano transformatorów typu płaszczyznowego (systemu słynnego inżyniera firmy Ganz Ottona Blathy'ego) olejowych, jednofazowych, oddzielnie dla każdej fazy. Pozostała część energii elektrycznej była przesyłana przewodami, każdy złożony z trzech przewodów miedzianych o przekroju 200 mm<sup>2</sup>, pierwsza część energii elektrycznej do kopalni Potok, druga do kopalni Grupa II. Przewody były tak obliczone, aby spadki napięcia na nich nie przekraczały 10%. Część energii elektrycznej o mocy 5 kW skierowano do trzech pojedynczych transformatorów, obniżających napięcie do 110 V. Zasilały one lampy łukowe 12 A, 1200-świecowe służące do oświetlania terenu kopalnianego. Na kopalni Potok było 12 wind wydobywczych (kołowrotów), jeden motor o mocy 8 KM do pomp, trzy elektryczne wentylatory i sześć lamp łukowych, zaś w kopalni Grupa II było 18 kołowrotów, motor pompowy o mocy 12 KM, pięć wentylatorów, dziewięć lamp łukowych. W elektrowni działały trzy lampy łukowe, podobnie jak na terenie Galicyjskiego Banku Kredytowego. Lampy zasilane napięciem 300 V były łączone po trzy w szereg<sup>12</sup>.



Fot. 3. Schemat instalacji elektrycznej w kopalni ozokerytu w Borysławiu (źródło: *Czasopismo Techniczne*, 1898)

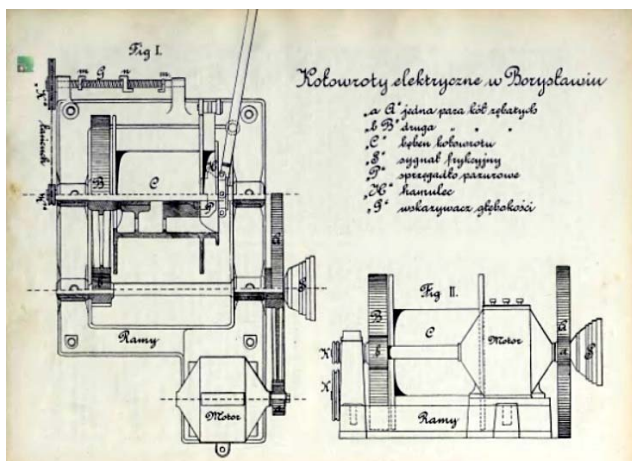
## Właściwości użytych w instalacji motorów elektrycznych

Wszystkie używane motory były trójfazowe, produkcji zakładów Ganz, na napięcie 300 V, o prędkości obrotowej 1200 obr./min. Zastosowane do napędu wentylatorów miały moc 2 KM, do wind (kołowrotów) moc 3 KM, do pomp używano motorów o mocy 8 i 12 KM. Jak zaznaczono w

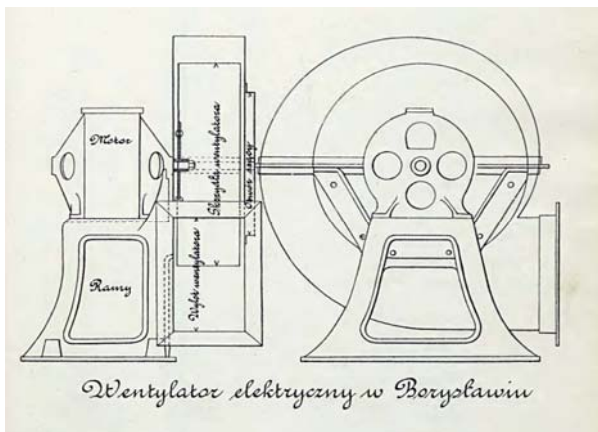
<sup>11</sup> L. Gawroński, s. 55.

<sup>12</sup> Tamże; A. Łukaszewski, nr 8, s. 112-113.

opisie elektrowni, „motory jako trójfazowe miały tę zaletę w porównaniu do innych, np. jednofazowych że mogły zostać bez żadnej siły z zewnątrz wprowadzone w ruch od razu do wymaganej prędkości obrotowej”<sup>13</sup>, czyli miały dobre własności rozruchowe. Chwalono także łatwą zmianę kierunku ruchu obrotowego, co odbywało się poprzez „zamiannę dwóch drutów przewodów” czyli przez zmianę kolejności faz. Zwrócono też uwagę, że przy powiększeniu prędkości motoru ponad 1200 obr./min. motor zachowuje się jak hamulec. Była to, szczególnie w przypadku napędu windy, korzystna właściwość, bo zapobiegała uzyskaniu przez windę nadmiernej prędkości pod wpływem opadającego ciężaru, ponadto hamowanie to pozwalało na częściowe odzyskanie energii hamowania. Motory o mocy 3 KM miały długość 400 mm, taką też wysokość i szerokość, przez co, jak oceniano wówczas, zajmowały mało miejsca<sup>14</sup>.



Fot. 4. Schemat kołowrotów wydobywczych z elektrycznym napędem, używanych w kopalni nafty w Borysławiu (źródło: *Nafta*, 1898)



Fot. 5. Schemat wentylatorów z napędem elektrycznym, używanych w kopalni nafty w Borysławiu (źródło: *Nafta*, 1898)

### Ekonomia zastosowanego napędu elektrycznego

Inż. L. Gawroński porównał koszty robocizny przy wydobywaniu wosku ziemnego z szybu o głębokości 120 metrów<sup>15</sup>.

Ręcznie 5 ludzi mogło wydobyć dziennie 70 kubłów po 60 kg, czyli 4200 kg, koszt tego wynosił (płace robotników) 2,50 złr (złoty reński, dniówka po 0,50 złr) dziennie na

pięciu robotników przy korbie, do tego dwóch ludzi do pracy przy wentylacji i odbieraniu kubłów, czyli razem 3,50 złr, na jeden kubel wypadnie więc koszt 5 centów (0,05 złr).

Obliczył, że elektrycznie można było wydobyć dziennie 70 kubłów, ale o wadze 120 kg, czyli 8400 kg, koszt wyniósłby wtedy (płac robotników) dziennie 1,60 złr (jeden dozorca przy motorze za 1 złr, jeden robotnik do odbioru kubłów za 0,50 złr, plus koszt wentylacji szybu 0,10 złr), na jeden kubel (tej samej wagi co w wydobywaniu ręcznym) wypadnie więc 1,25 centa, a więc cztery razy taniej. Elektryfikacja napędów górniczych likwidowała też nadużycia związane z nadmierną eksploatacją robotników, zwane wtedy „korsarstwem borysławskim” (Gawroński nie wliczył jednak kosztów zużytej energii elektrycznej). Podał też, że ogólny koszt instalacji elektrycznej wyniósł 150 000 złr.

### Ocena instalacji

Tak inż. górniczy Adam Łukaszeński podsumował swój opis tej elektrowni:

„Oto jest główny zarys urządzenia elektrycznego, prawdopodobnie największego w kraju, tem więcej interesującego, że jest przykładem użycia prądu zmiennego o polu wirującym, który dopiero w nowszych czasach wszedł w użycie i który zdaje się szczególnie z powodu łatwości transformowania i taniości przewodów znaleźć w przyszłości bardzo szerokie zastosowanie”<sup>16</sup>.

Instalacja w Borysławiu, pomimo nowoczesności, po dwóch miesiącach nie dała dobrego rezultatu – nie wydobywano ani więcej, ani taniej. Przyczyną były pojawiające się usterki wynikające z osiadania terenu oraz niewłaściwy dobór kubłów do rozmiarów szybów.



Fot. 6. Teren kopalni Potok w Borysławiu, na pierwszym planie widać słupy z trzema izolatorami (źródło: *Die Gross-Industrie Oesterreichs. Festgabe zum glorreichen 50-jähr. Regierungsjubiläum Seiner Majestät des Kaisers Franz Josef I*, t. I, Wien 1898, s. 329)

Elektrownia została wybudowana na osiadającym terenie dawnej kopalni, co było powodem psucia się osiowania maszyn parowych z generatorami. Występowały pęknięcia osi jednej z maszyn parowych, a druga musiała być na kilka godzin wyłączana z powodu przegrzewania się. Było to też powodem różnych innych uszkodzeń w całej elektrowni. Do tego dochodziły liczne usterki w kołowrotach i szybach. Chcąc wykorzystać w pełni korzyści mechanicznego wydobywania i rozporządzaną moc, dobrano za duże kubły do istniejących szybów, przez co kubły często blokowały się w szybach i uszkadzały je, a silniki elektryczne przeciążały się. Działo się tak pomimo zastosowania ze względów bezpieczeństwa, w szczególności w celu zapobieżenia spadaniu kubła lub zerwaniu liny, przy każdym silniku blokady cierniej, która miała wyłączyć maszynę, gdy tylko naprężenie liny

<sup>13</sup> A. Łukaszeński, nr 12, s. 171.

<sup>14</sup> Tamże, s. 171-172; L. Gawroński, s. 55-56.

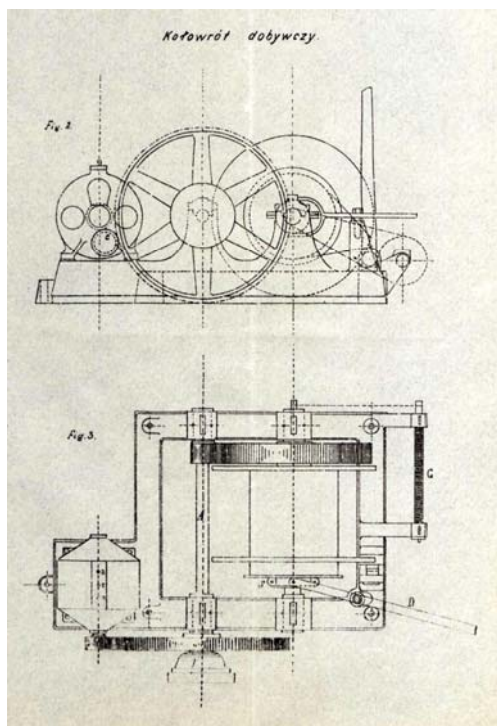
<sup>15</sup> L. Gawroński, s. 56.

<sup>16</sup> A. Łukaszeński, nr 12, s. 172.

przekroczyło określony poziom<sup>17</sup>. Założenie nowych, większych szybów pociągnęłoby zaś dodatkowe koszty, które mogłyby przekroczyć spodziewane korzyści z zastosowania elektrycznego wydobycia. Gawroński ocenił jednak, że pomimo występujących usterek, pomysł zastosowania energii elektrycznej jest krokiem w dobrym kierunku, przewidywał jej użycie również do wydobywania ropy naftowej w Galicji<sup>18</sup>.

### Podsumowanie

Należy podkreślić innowacyjność omówionej instalacji – na którą składały się: elektrownia, system przesyłowo-rozdzielczy oraz odbiorniki energii elektrycznej. Prawdopodobnie była to jedna z pierwszych zelektryfikowanych kopalń w zagłębiach naftowych Europy. Niestety, pomimo jej nowoczesności, elektryfikacja kopalni nie spełniła pokładanych w niej nadziei. Podejmując decyzję o wyborze terenu pod budowę elektrowni po wyeksploatowanej kopalni, popełniono zasadniczy błąd nie biorąc pod uwagę osiadania terenu. Występujące szkody górnicze uniemożliwiły poprawne funkcjonowanie kopalni i przeszkodziły w uzyskaniu spodziewanego efektu elektryfikacji. Pomimo błędów popełnionych przy projektowaniu, przedstawiona elektrownia i kopalniana instalacja elektryczna dowodzi, że polscy inżynierowie w Galicji nie tylko teoretycznie, ale i praktycznie potrafili wykorzystać technikę prądu przemiennego trójfazowego jeszcze przed końcem XIX wieku.



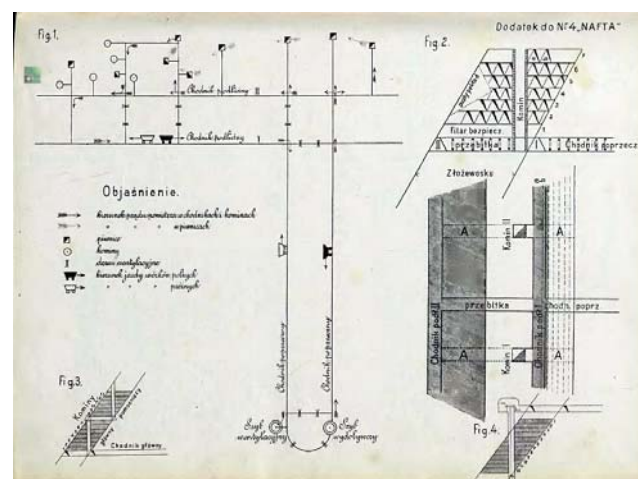
Fot. 7. Inny schemat kółwrotów wydobywczych z elektrycznym napędem używanych w kopalni nafty w Boryslawiu (źródło: *Czasopismo Techniczne*, 1898)

Świadczy to o dużym znaczeniu Lwowa jako ośrodka, w którym nowoczesne rozwiązania elektrotechniczne potrafiły się szybko przyjmować. Istnienie autonomii i samorządu oraz powstaniu dzięki nim: politechniki, miejskich zakładów elektrycznych, Towarzystwa Politechnicznego miało wielki

wpływ na unowocześnianie całej Galicji w tym też i kopalni w Boryslawiu.

Dowodzi to też, że elektrycy z Budapesztu (firma Ganz) szybko potrafili adaptować praktycznie światowe osiągnięcia elektrotechniczne.

Zaznaczyć trzeba także bardzo wczesne zastosowanie w kopalni elektrycznego napędu indywidualnego – oddzielnego dla każdej maszyny roboczej, co praktykowane jest do dziś. Początkowo, jeśli decydowano się na elektryfikację napędu to maszynę parową tylko zastępowano silnikiem elektrycznym – napęd był więc grupowy, poszczególne maszyny robocze napędzane były z wału głównego, każda przez odpowiednią przekładnię pasową.



Fot. 8. Schemat kopalni ozokerytu w Boryslawiu (źródło: *Nafta*, 1898)

**Autorzy:** dr Piotr Rataj, Pracownia Historyczna SEP, E-mail: piotr.rataj33@wp.pl; dr hab. inż. Jerzy Hickiewicz, em. prof. Politechniki Opolskiej, Pracownia Historyczna SEP, E-mail: j.hickiewicz@zw.po.edu.pl

### LITERATURA

- [1] Boryslaw in Galizien, *Zeitschrift für Elektrotechnik*, 1897, nr 16, s. 475.
- [2] Elektrische Kraftvertheilungs-Anlage in den kk. Staatsbahn-Werkstätten Lemberg, *Zeitschrift für Elektrotechnik*, 1899, nr 2, s. 24-25
- [3] Galizische Creditbank Erdwachsgruben Boryslaw, [w:] *Die Gross-Industrie Oesterreichs. Festgabe zum glorreichen 50-jähr. Regierungsjubiläum Seiner Majestät des Kaisers Franz Josef I*, t. I, Wien 1898, s. 329-331.
- [4] Gawroński L., Boryslaw wobec przeszłości i przyszłości, *Nafta*, 1898, nr 6, s. 54-57.
- [5] Hickiewicz J., Rataj P., Pierwsza elektrownia trójfazowa w Warszawie, jej twórca Marian Lutostawski (1871-1918), *Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe*, 2018, nr 2, s. 1-6.
- [6] *Historia Elektryki Polskiej*, t. II *Elektroenergetyka*, red. K. Kolbiński, Warszawa 1977, s.26-27.
- [7] Kurek R., *100 lat Elektrowni Chorzów*, Chorzów 1998.
- [8] Lutostawski M., Instalacje elektryczne na wystawie higienicznej w Warszawie, *Przegląd Techniczny*, 1896, nr 11, s. 293-303, nr 12, s. 320-323
- [9] Łukaszewski A., Elektryczne przeniesienie siły w kopalniach wosku ziemnego w Boryslawiu, *Czasopismo Techniczne*, 1898, nr 8, s. 111-113, nr 12, s. 171-173.
- [10] Rataj P., Hickiewicz J., Początki techniki prądu przemiennego trójfazowego na ziemiach polskich do końca XIX w., *Wiadomości Elektrotechniczne*, 2022, nr 10, s. 27-31.

<sup>17</sup> Boryslaw in Galizien, 475.

<sup>18</sup> L. Gawroński, s. 56-57.