

Wiedeńska szkoła elektropatologii i ochrony przeciwporażeniowej

Stefan Gierlotka

Wiedeń ma dwóch wielkich światowych naukowców związanych z elektropatologią. Są to Stefan Jellinek (1871 – 1969) i Gottfried Biegelmeier (1924 – 2007). Większość obecnie obowiązujących ustaleń podanych jako normy przez Międzynarodowy Komitet Elektrotechniki IEC jest wynikiem prac prowadzonych przez Gottfrieda Biegelmeiera.

W Wiedniu od 1906 roku istnieje muzeum elektropatologiczne gromadzące eksponaty pokazujące skutki rażenia prądem elektrycznym oraz piorunem na ludzi i zwierzęta. Pierwsza prezentacja eksponatów miała miejsce na Wiedeńskiej wystawie higienicznej, która odbywała się w 1906 roku na Praterze (dziś w 3. dzielnicy Wiednia). Wystawa została zorganizowana przez Stefana Jellinka, wiedeńskiego lekarza specjalizującego się w poznaniu oddziaływania prądu elektrycznego na człowieka. Na organizowanej wystawie zaprezentowano 65 eksponatów, obrazujący działanie prądu elektrycznego na człowieka [8]. Jellinek organizując wystawę w 1906 roku miał na celu upowszechnić wśród ludności, w sposób obrazowy, zagrożenie porażeniem prądem jako skutek rozwijającej się elektryfikacji. Przestrzegł przed ignorowaniem zagrożenia prądem elektrycznym i dotyku urządzeń pod napięciem. Eksponaty po zakończeniu wystawy przechowywane były od tamtego czasu w instytucie medycyny sądowej. Zwiększająca się liczba wypadków elektrycznych związana z rozszerzającą się elektryfikacją zakładów pracy i obszarów zamieszkałych przyczyniła się do dużego zainteresowania prezentacją na wiedeńskiej wystawie higienicznej. Prezentacja była przenoszona i pokazywana na kolejnych wystawach higienicznych w Dreźnie, Paryżu i innych miastach.

Stefan Jellinek, pracując od roku 1899 w wiedeńskim szpitalu rozpoczął badania z wpływu prądu rażeniowego na ciało człowieka. Podczas swoich badań nad porażonymi ludźmi i zwierzętami rozpoczął sporządzać preparaty medyczne i fotografie [4]. Jellinek prowadząc badania nad centralnym układem nerwowym po przepływie prądu rażeniowego, zauważył w 1905 roku, że większość ofiar od razu straciła przytomność, ale nie wszystkie. To samo dotyczy zatrzymania oddechu i zatrzymania krążenia. Wniósł, że większość „zgonów” po wypadkach elektrycznych to śmierć pozorną i nie należy rezygnować z resuscytacji [5]. Pierwszy udokumentowany śmiertelny wypadek elektryczny na terenie Austrii miał miejsce w Trieście w 1882 roku przy systemie prądu stałego o napięciu 500 V. Był to inżynier, który po upadku został pozostawiony bez pomocy, ponieważ nikt nie wierzył w możliwość resuscytacji.



Foto. 1. Stefan Jellinek

Jellinek, jako lekarz poświęcił dużo pracy na opracowanie instrukcji prawidłowego ratownictwa i resuscytacji po wypadku elektrycznym. W 1908 roku problem ratowania porażonych prądem elektrycznym w wypadkach był omawiany na I Międzynarodowym Kongresie Służb Ratowniczych we Frankfurcie nad Menem.

W 1909 roku Jellinek habilitował się z chorób wewnętrznych, ze szczególnym uwzględnieniem oddziaływania prądu elektrycznego na zdrowie człowieka. W swojej teorii o elektrycznej przyczynie śmierci człowieka odróżnił śmierć nagłą spowodowaną porażeniem prądem elektrycznym, od skutków śmiertelnych poprzedzonych tzw. „snem elektrycznym” [5]. Twierdził, że prąd elektryczny rażący człowieka powoduje najpierw śmierć pozorną spowodowaną zaprzestaniem oddychania, a w następnej kolejności dopiero jego śmiertelne zejście. Po I wojnie światowej wykazano jednak, że główną przyczyną zgonów spowodowanych rażeniem prądem jest nie wstrzymanie oddychania, lecz zakłócenie czynności serca.

Po habilitacji od 1910 pracował w Instytucie Medycyny Sądowej Uniwersytetu Wiedeńskiego. Tam zorganizował katedrę elektropatologii. Jego zakres badań naukowych obejmował poznanie wpływu prądu i jego parametrów na patologię człowieka oraz metody resuscytacji poszkodowanych w wypadku elektrycznym [6]. W tamtym okresie zdarzało się coraz więcej wypadków powodowanych prądem elektrycznym przez



Foto. 2. Stefan Jellinek w swoim laboratorium



Foto. 3. Preparaty skutków patologicznych ze zbiorów S. Jellinka

rozwijającą się elektryfikację. Wiele porażen miało skutek śmiertelny. Zainteresowanie skutkami porażenia elektrycznością przez lekarzy i techników było już wówczas duże.

Podczas I wojny światowej frontowe okopy chronione były drutem kolczastym pod napięciem, Jellinek jako oficer medyczny przygotował specjalny plecak zawierający zestaw ratunkowy dla żołnierzy porażonych prądem. Zawierał on narzędzia do bezpiecznego odłączania od obwodu elektrycznego oraz pomoce do reanimacji porażonego [6].

W marcu 1919 roku Jellinek został kierownikiem nowo utworzonego oddziału elektropatologicznego w Szpitalu Garnizonowym nr 2. Prowadził szkolenia z zakresu reanimacji porażonych

prądem i zalecał, aby takie szkolenia przeprowadzano w zakładach pracy. Wkrótce wzrosły doniesienia o skutecznej resuscytacji ofiar wypadków przez ich własnych kolegów z pracy.

W 1925 roku na podstawie swoich badań S. Jellinek wydał pierwszy podręcznik dla lekarzy i inżynierów elektryków o wypadkach porażenia prądem elektrycznym [5]. Od 1928 roku na uniwersytecie wiedeńskim prowadził wykłady o elektropatologii, a w 1929 roku otrzymał tytuł profesora.

Problemem dużej liczby wypadków elektrycznych zainteresował się w 1936 roku prezydent Austrii Wilhelm Miklas (sprawujący urząd w latach 1928-1938). Przekazał Jellinkowi środki federalne na zorganizowanie ośrodka badawczego oraz

reklama



Foto. 4. Zbiory eksponatów Muzeum Elektropatologii we Wiedniu



Foto. 5. Współcześnie prezentowane zbiory elektropatologiczne w Federalnym Muzeum Patologii i Anatomii - Narrenturm we Wiedniu

muzeum elektropatologicznego dla celów szkoleniowych na terenie szpitala ogólnego we Wiedniu.

Okres drugiej wojny nie był korzystny dla prowadzenia badań. Jellinek w 1939 roku został pozbawiony pracy ze względu na swoje żydowskie pochodzenie i musiał wyemigrować do Anglii. Tam kontynuował swoje badania na uniwersytecie w Oksfordzie. Po wojnie w 1946 roku wrócił do Wiednia, aby ponownie kierować muzeum i ośrodkiem badawczym. W 1950 roku ośrodek badawczy z muzeum elektropatologicznym przeniesiono na teren dawnego szpitala garnizonowego [8].

Po śmierci Jellinka w 1969 roku, ograniczono finansowanie badań a zbiory muzealne zdeponowano w pomieszczeniach magazynowych. Opiekę na zbiorami sprawowało Austriackie Stowarzyszenie Elektryków. Niektóre przyrządy badawcze Jellinka przekazano jako eksponaty do wiedeńskiego muzeum medycyny „Josephinum” przy ulicy Währingerstr 25.

W 1992 roku Austriackie Stowarzyszenie Elektryków otwarło w Wiedniu przy ulicy Gomperzgesse 1 ośrodek badawczo-szkoleniowy nazwany Muzeum Elektropatologii [8]. Muzeum oprócz prezentacji swych eksponatów prowadziło szkolenia o zagrożeniu prądem elektrycznym. Pracowano w ośrodku nad nowymi przepisami i normami z bezpieczeństwa elektrycznego dla stosowania w Austrii i Europie. Pracownicy muzeum prowadzili wiele badań sekcyjnych ciał porażonych w zakładzie medycyny sądowej. Wszystkie wyniki badań dokładnie dokumentowano.

Kolejna reorganizacja ośrodka w 2002 roku spowodowała przekazanie zebranych eksponatów do wiedeńskiego Muzeum Techniki. Stwierdzono, że eksponaty medyczne z wosku oraz preparaty w formaldehydzie powinny znajdować się w Federalnym Muzeum Patologii i Anatomii - Narrenturm w Wiedniu przy ulicy Spitalgasse 2. Muzeum to stanowi Oddział Muzeum Historii Naturalnej w Wiedniu. Oprócz zbiorów z dawnego muzeum elektropatologicznego w muzeum prezentowane są także inne preparaty patologiczno-anatomiczne.

Drugą osobą o znaczącym dorobku naukowym z zakresu elektropatologii był Gottfried Biegelmeier (1924 - 2007). W odróżnieniu od lekarza Jellinka, Biegelmeier ukończył politechnikę w Wiedniu oraz studia z fizyki eksperymentalnej. Od 1957 roku pracował jako konsultant z zakresu wyłączników



Foto. 6. Gottfried Biegelmeier

różnicowoprądowych i ochrony przeciwporażeniowej w państwowym laboratorium rozwoju elektrotechniki. Prowadził badania nad ochroną przeciwporażeniową z zastosowaniem wyłączników różnicowoprądowych. Gottfried Biegelmeier kwestionował w swoich pracach i krytycznie odnosił się do wcześniejszej wiedzy Jellinka [3]. Choć biografie obu mężczyzn pokrywają się, nie wiadomo, czy Jellinek i Biegelmeier kiedykolwiek spotkali się osobiście. Biegelmeier za pioniera elektrycznej ochrony przeciwporażeniowej uważał nie Jellinka, ale Conrada Alvenslebena (1874 - 1945) berlińskiego inżyniera zajmującego się bezpieczeństwem elektrycznym.

Swoją pracę naukową Biegelmeier rozpoczął od ustalenia zależności między napięciem dotykowym a rezystancją ciała. W 1957 roku Biegelmeier zaczął opracowywać nowy typ wyłącznika przeciwporażeniowego w prywatnym laboratorium. Ta praca zaowocowała pierwszym z jego austriackich patentów i stworzyła podstawę technologii wyłącznika różnicowo-prądowego. W późniejszych badaniach ustalił wartość prądu 30 mA jako graniczną dla zadziałania wyłącznika ochronnego. Zalecał producentom wyłączników konstrukcje o jak najszybszym czasie wyłączania. Proponował dla wyłączników różnicowoprądowych czas wyłączania 100 ms przy prądzie zadziałania 30 mA [1].

W 1976 roku Biegelmeier zyskał międzynarodowe uznanie przede wszystkim za pomiary impedancji ciała, które przeprowadzał na własnym ciele przy napięciach dotykowych do 200 V. Zbadał i ustalił zależności prądowo-czasowe prądu rażeniowego powodującego określone reakcje organizmu ludzkiego [2]. Podana krzywa odpowiadająca wystąpieniu fibrylacji komór sercowych u porażonych posiadała kształt rozciągniętej litery „z”. Stwierdził, że oporność ciała człowieka zależy od wielu parametrów. Szczególnie ważna jest powierzchnia kontaktu i stopień nawilżenia skóry. Sucha skóra ma stosunkowo wysoką oporność do 1 M Ω . Przy wysokich napięciach i zawilgoceniu skóry zaproponował jeszcze w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku przyjmować opór ciała jako 1 k Ω . Ponadto opór ciała zależy również od drogi przepływu prądu przez ciało rażonego.

Kierował pracami międzynarodowego komitetu IEC przy opracowywaniu raportu 60479 z zakresu ochrony przeciwporażeniowej. Za swoje osiągnięcia dla austriackiej nauki otrzymał w 1978 roku tytuł profesora.

Biegelmeier odegrał decydującą rolę w tworzeniu zasad i podstaw współczesnej ochrony przeciwporażeniowej. Na podstawie jego badań opracowano większość norm IEC z zakresu bezpieczeństwa elektrycznego obowiązujących w Unii Europejskiej.

W 1996 roku Biegelmeier założył w Wiedniu fundację Elektroschutz zajmującą się badaniami z elektropatologii. Fundacja corocznie przyznaje zasłużonym elektrykom honorowy Medal Alvensleben-Jellinek [8].

Literatura

- [1] Biegelmeier G. Wirkungen des elektrischen Stroms auf Menschen und Nutztiere. VDE Verlag; 1986.
- [2] Biegelmeier G, Freiburger H. Ein Dialog auf dem Wege zur Erkenntnis über die Ursachen des Todes durch die Elektrizität, EuM, Jahrgang 96, Heft 2.
- [3] Gierlotka S.: Elektropatologia porażen prądem elektrycznym oraz bezpieczeństwo przy urządzeniach elektrycznych. Grupa MEDIUM. Warszawa 2015.
- [4] Jellinek S. Elektropathologie: Die Erkrankungen durch Blitzschlag und elektrischen Starkstrom in klinischer und Forensischer Darstellung. Stuttgart; Verlag von Ferdinand Enke; 1903.
- [5] Jellinek S. Der elektrische Unfall: Skizziert für Ingenieur und Arzt. 2. Aufl. Wien: Franz Deuticke; 1925.
- [6] Jellinek S. Der elektrische Unfall. Wien: 1931.
- [7] Maresch F. Das Elektropathologische Museum. Sichere Arbeit. 1971.
- [8] Patzak B., Winter E., Reiter Ch.: Die Elektropathologie in Wien – eine Sammlung zur Unfallverhütung. Wien Med Wochenschr. 2013 Juli. Springer-Verlag Wien.



dr hab. inż. Stefan Gierlotka

Polski Komitet Bezpieczeństwa w Elektryce SEP