



BIULETYN

TECHNICZNO-INFORMACYJNY

Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Nr 3/2017 (78)

ISSN 2082-7377

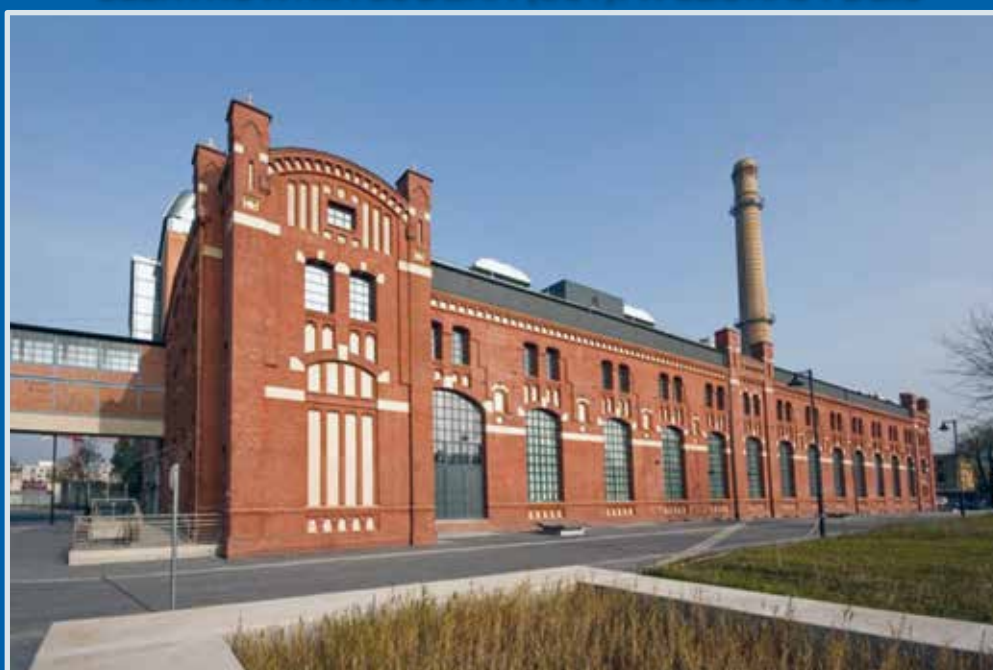
Wrzesień 2017



110 LAT ENERGETYKI W ŁÓDZI



ELEKTROWNIA ŁÓDZKA (EC1): W CZORAJ I DZIŚ



Fundusz Stypendialny SEP im. Lecha Grzelaka



Zarząd Funduszu Stypendialnego SEP im. Lecha Grzelaka ogłasza kolejną edycję konkursu dotyczącego przyznania stypendium im. Lecha Grzelaka.

Konkurs adresowany jest do studentów wyższych uczelni technicznych o specjalizacji szeroko pojętej elektryki, którzy osiągnęli wyróżniające się wyniki w nauce i działalności społecznej.

HARMONOGRAM KONKURSU

- ❖ **do 27.10.2017 r.** godz. 16:00 – składanie kompletnych wniosków do Biura Oddziału Łódzkiego SEP w wersji papierowej (pl. Komuny Paryskiej 5A, 90-007 Łódź) oraz elektronicznej (email: sep@seplodz.pl). Dokumentację należy opracować zgodnie regulaminem.
- ❖ **do 17.11.2017 r.** godz. 16:00 – rozpatrzenie wniosków przez Zarząd Funduszu i przedłożenie w siedzibie SEP protokołu wraz z listą osób nominowanych do stypendiów.
- ❖ **14.12.2017 r.** uroczyste wręczenie stypendiów podczas spotkania świątecznego organizowanego przez Oddział Łódzki SEP.



Regulamin Funduszu Stypendialnego SEP im. Lecha Grzelaka jest dostępny na stronie internetowej Zarządu Głównego SEP (www.sep.com.pl) oraz na stronie internetowej Oddziału Łódzkiego SEP (www.seplodz.pl).

Zachęcamy studentów do udziału w tegorocznej edycji konkursu.

BIULETYN TECHNICZNO- INFORMACYJNY OŁ SEP

Wydawca:

Zarząd Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich

90-007 Łódź

pl. Komuny Paryskiej 5a,
tel./fax 42-632-90-39, 42-630-94-74

Konto:

Bank Zachodni WBK SA XV O/Łódź
nr 21 1500 1038 1210 3005 3357 0000

e-mail: sep@seplodz.pl
www.seplodz.pl

Komitet Redakcyjny:

mgr inż. Mieczysław Balcerek
dr hab. inż. Andrzej Dębowski, prof. P.Ł.
– Przewodniczący

mgr Anna Grabiszewska – Sekretarz

dr inż. Adam Ketner
dr inż. Tomasz Kotlicki

mgr inż. Jacek Kuczkowski

dr inż. Wojciech Łyżwa

prof. dr hab. inż. Franciszek Mosiński

dr inż. Józef Wiśniewski

prof. dr hab. inż. Jerzy Zieliński

Redakcja nie ponosi odpowiedzialności
za treść ogłoszeń. Zastrzegamy sobie
prawo dokonywania zmian redakcyjnych
w zgłoszonych do druku artykułach.

Redakcja:

Łódź, pl. Komuny Paryskiej 5a, pok. 404
tel. 42-632-90-39, 42-630-94-74

Skład: Alter

tel. 42-652-70-73, 605-725-073

Druk: Drukarnia BiK Marek Bernaciak
95-070 Antoniew, ul. Krucza 21
tel. 42-676-07-78

Nakład: 350 egz.

ISSN 2082-7377

● Podstawy elektromechanicznego przetwarzania energii – A. Dębowski.....	2
● Wytrzymałość udarowa izolacyjnych estrów syntetycznych i naturalnych do zastosowań elektrycznych – P. Różga, M. Stanek.....	9
● Pomiar odbiorcze i okresowe instalacji elektrycznej w obiekcie budowlanym – A. Szczepny.....	13
● Odbiory techniczne w trakcie procesu inwestycyjnego w branży elektrycznej. Cz. 5. Odbiory materiałów przeznaczonych do zabudowy – P. Gąsiorowicz.....	19
● 110 lat energetyki w Łodzi i regionie. Energetyka i elektryka – przeszłość i dzień dzisiejszy. Cz. III – A. Boroń.....	22
● Energia czasu – A. Boroń.....	27
● Mgr inż. Jędrzej Lelonkiewicz (1936–2017) – zdolny konstruktor transformatorów – A. Ketner	29
● Mariusz Brakowiecki (1936–2017) – J. Zatoński.....	31
● Danuta Krystkowiak-Mruk (1932–2017) – J. Sikorska, W. Kaźmirski	32
● X Sympozjum wyjazdowe pt. „Energetyka odnawialna i jądrowa” – A. Grabiszewska	32
● Oddział Łódzki SEP afirmatorem ruchu innowacyjnego – A. Grabiszewska	45
● Sprawozdanie z konferencji Elektrownie Ciepłe 2017 – T. Kotlicki	48
● Konferencja ICDL 2017 – P. Różga	49
● Międzynarodowy Dzień Elektryka – A. Grabiszewska	49
● Dyskusyjne Forum Kobiet SEP – H. Szumigaj, E. Potańska	52
● Podsumowanie konkursów zawodowych zorganizowanych w ŁCDNiKP w roku szkolnym 2016/2017 – R. Zankowski, M. Stempel.....	54
● III Konkurs Twórczości Technicznej „Mistrz Techniki To Ja” – J. Moos, D. Andrzejczak, A. Gnatkowska, G. Adamiec.....	56
● Rozstrzygnięcie Konkursu na najlepszą pracę dyplomową inżynierską na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ.....	58
● Projekt i sterowanie robota czteroosowego – M. Harciarek.....	59
● Projekt portalu internetowego do przesyłania i wizualizacji trójwymiarowych obrazów biomedycznych w formacie NifTI – A. Andrzejewska.....	60
● Zastosowanie kontrolera PLC do sterowania procesem nakładania fosforu na jarzniki halogenowe – M. Muszyński.....	61
● Układ sterowania napędami łożyska marsjańskiego – D. Wroński.....	63
● Budowa modułu mapy off-line dla wybranych konkursów robotów mobilnych – A. Węgierska	64
● Numeryczne wyznaczenie szkieletu obiektu binarnego 3D – P. Zasiński.....	65
● Pierwszy taki konkurs – J. Kuczkowski.....	66
● Szkolenie firmy SONEL dla członków Studenckiego Koła SEP – M. Ostrycharz	67
● Profesjonalna instalacja fotowoltaiczna w Wojewódzkim Specjalistycznym Szpitalu im. dr Wł. Biegańskiego Łodzi – J. Wawrzko, H. Małasiński.....	68

Podstawy elektromechanicznego przetwarzania energii

Dr hab. inż. Andrzej Dębowski, prof. UTP
Wydział Telekomunikacji, Informatyki i Elektrotechniki,
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Artykuł ten został przygotowany w porozumieniu z Komitetem Redakcyjnym Biuletynu Techniczno-Informacyjnego OŁ SEP jako zaproszenie do rozpoczęcia cyklu publikacji przypominających naszym Czytelnikom w przystępny sposób znane prawa fizyki ze szczególnym uwzględnieniem elektrotechniki, w miarę możliwości na prostych przykładach, ale mających odniesienie do współczesnych zastosowań. Prawa te warto przypominać, gdyż stanowią podstawę działania wielu nowoczesnych urządzeń spotykanych nie tylko w zastosowaniach przemysłowych, ale i w życiu codziennym. Redakcja Biuletynu pragnie zaapelować do innych Autorów poważnych prac naukowo-technicznych, publikowanych m.in. na naszych łamach, mających chęć dzielenia się z innymi swoim doświadczeniem zawodowym, by zechcieli przyłączyć się do kontynuowania tak pomyślanej działalności popularyzatorskiej w środowisku ludzi zawodowo związanych z szeroko rozumianą „elektryką”.

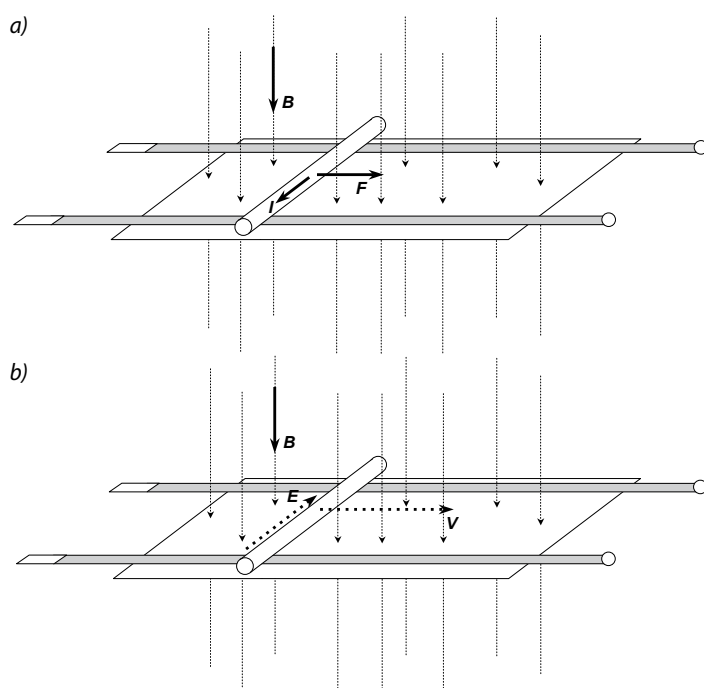
Niniejszy artykuł jest fragmentem książki będącej wprowadzeniem do współczesnych zautomatyzowanych przekształtnikowych napędów elektrycznych, przygotowywanej obecnie do druku w Wydawnictwie Naukowym PWN [3], a stanowiącej kontynuację dwóch innych książek tego samego autora poświęconej podstawowym wiadomościom z automatyki i techniki regulacji [1], [2].

Współczesne napędy wykorzystujące silniki elektryczne stanowią przetworniki energii elektrycznej na energię mechaniczną, czyli stanowią elementy wykonawcze w wielu urządzeniach. Wyposażone w odpowiednie układy sterowania umożliwiają precyzyjne sterowania ruchem części mechanicznych (z ang. *motion control*). Warto pamiętać, że wiele z tych napędów umożliwia częściowe odzyskiwanie energii mechanicznej poprzez zamianę jej z powrotem na energię elektryczną zwracaną do źródła zasilającego – co, zwłaszcza w transporcie ludzi i towarów, pozwala na uzyskanie sporych oszczędności. Liczne przykłady wykorzystania nowoczesnych napędów elektrycznych zarówno tych z silnikami miniaturowymi używanymi w urządzeniach codziennego użytku, jak i tych z silnikami o większych rozmiarach stosowanych w przemyśle dowodzą, że zaprojektowanie takich napędów tak, by mogły zaspokoić dosyć szerokie oczekiwania ich użytkowników, wymaga głębokiej i sprawnej współpracy wielu specjalistów. Nie ma bowiem mowy, by w takich napędach uniknąć stosowania energoelektroniki, techniki mikroprocesorowej czy informatyki dostarczającej narzędzi i metod tworzenia złożonego oprogramowania niezawodnie funkcjonującego w czasie rzeczywistym. Naturalne jest więc, że, aby ogarnąć całość tych złożonych problemów, wygodnie jest posługiwać się językiem i metodami automatyki pozwalającej dostrzec, że skuteczność i pewność działania złożonych algorytmów

sterowania bardziej zależy od dobrego przemyślenia ich struktury niż od precyzyjnego strojenia wartości parametrów dotyczących niestarannie zaprojektowanych układów sterowania.

Aby móc dostrzegać te struktury, należy zwykle sięgać do fizykalnych podstaw budowy modeli matematycznych współczesnych, typowych silników elektrycznych, powszechnie stosowanych w zautomatyzowanych napędach przekształtnikowych, pozwalających zrozumieć zasady doboru odpowiednich algorytmów sterowania nadających się do późniejszego zaimplementowania ich we wbudowanych układach mikroprocesorowych. Zapoznanie się z różnymi możliwymi do zastosowania strukturami takich algorytmów, omówionymi dla podstawowych rodzajów silników, pozwala nie tylko na głębsze zrozumienie działania istniejących już gotowych napędów komercyjnych, ale także na właściwe przeprowadzenie parametryzacji ich oprogramowania.

Dla zrozumienia zasady działania współczesnych przekształtnikowych napędów elektrycznych, wykorzystujących silniki prądu stałego lub przemiennego o różnej budowie, konieczne jest właściwe rozumienie podstawowych praw elektromagnetyzmu, wykorzystywanych do opisu bardzo złożonych nieraz matematycznych modeli współczesnych



Rys. 1. Dwa szkice ilustrujące elektrodynamiczne podstawy przemiany energii zachodzące w każdej maszynie elektrycznej: a) siła elektrodynamiczna działająca na przewodnik z prądem w polu magnetycznym, b) siła elektromotoryczna indukowana w przewodniku poruszającym się w polu magnetycznym: B – wektor indukcji magnetycznej, F – siła elektrodynamiczna, I – natężenie prądu w przewodniku, E – siła elektromotoryczna, V – prędkość

silników o najróżniejszych konstrukcjach, używanych w coraz to bardziej wymyślnych zastosowaniach.

Sposób wykorzystania tych podstawowych praw do wyjaśnienia generalnej zasady działania współczesnego, energooszczędnego napędu najprościej jest przedstawić na przykładzie odcinka przewodu elektrycznego znajdującego się w jednorodnym polu magnetycznym (rys. 1a, b). Wzdłuż przewodu może pojawić się pole elektryczne wywołane różnicą potencjałów przyłożonych z zewnątrz lub powstałe w wyniku obecności w nim ładunków elektrycznych zmuszonych do poruszania się przez zewnętrzne okoliczności, stanowiących pewien prąd płynący w tym odcinku przewodu. Chociaż jest to zaskakująco prosty, ale kompletny układ elektromechaniczny, to, jak łatwo zauważyć, zawiera zestawione ze sobą fragmenty obwodów elektrycznego i magnetycznego, reprezentujące sobą główną część dysku Faradaya – najprostszej, jednobiegunowej maszyny elektrycznej (https://pl.wikipedia.org/wiki/Dysk_Faradaya). Rozbudowując nieco scenariusz wzajemnej współpracy tych dwóch fragmentów między sobą, można matematycznie zamodelować sytuację odpowiadającą typowym stanom pracy każdej maszyny elektrycznej działającej z wykorzystaniem zjawiska elektromagnetyzmu, wynikające z „zazębienia się” wzajemnie do siebie prostopadłych pola magnetycznego i pola elektrycznego. Model matematyczny pozwala, w sposób łatwy do zrozumienia, odwzorować zjawiska towarzyszące wzajemnej przemianie energii elektrycznej i mechanicznej zachodzące w jednej i tej samej chwili w każdym drobnym fragmencie dowolnego uzwojenia maszyny, „zanurzonego” w polu magnetycznym. Przez dany fragment uzwojenia w danej chwili może płynąć jakiś prąd lub może akurat wystąpić w nim stan bezprądowy, a także może się on poruszać względem linii sił pola magnetycznego, w którego zasięgu aktualnie się znajduje lub spoczywać nieruchomo względem niego.

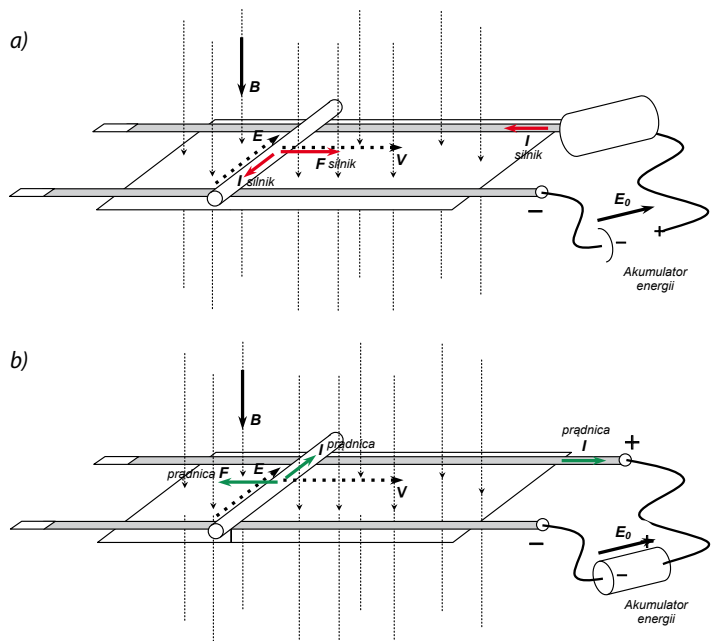
Z trzeciej zasady dynamiki Newtona wynika, że można z łatwością zaaranżować inny model podobnej prostej maszyny elektrycznej, niejako dualny w stosunku do tego, który tu został przedstawiony. Bo skoro w przedstawionym układzie nieruchomy jest magnes, a porusza się przewód, to dlaczego nie mogłoby być odwrotnie, żeby nieruchomy był przewód, a poruszał się magnes! Taka konstrukcja stanowiłaby po prostu rozwinięcie słynnego eksperymentu H. C. Ørsted’a z 1820 r., który, jako pierwszy, zwrócił uwagę, że igła kompasu (magnes) odchyła się (czyli porusza) pod wpływem prądu płynącego w umieszczonym obok niego przewodzie. Aby taki ruch stał się użyteczny, tego rodzaju maszyna musiałaby mieć postać długiego solenoidu (cewki), wewnątrz którego, wzdłuż jego osi, mógłby się swobodnie poruszać mały magnesik sztabkowy. Z oczywistych względów technicznych skonstruowanie analogicznego toru „jazdy”, jak w podanym wcześniej przykładzie, dla takiego magnesika byłoby dosyć kłopotliwe. Ale, gdyby ten solenoid nie był prostoliniowy, ale zawinięty na kształt torusa? I podzielony na sekcje włączane do pracy sekwencyjnie? Dostrzegli to oczywiście jako pierwsi fizycy jądrowi, eksperymentujący z cząstkami elementarnymi, budując swoje rozmaite elektromagnetyczne akceleratory służące do cyklicznego przyspieszania cząstek obdarzonych ładunkiem elektrycznym. A w napędach elektrycznych z dokładną regulacją prędkości obrotowej, opartych na tradycyjnych komutatorowych maszynach prądu stałego, przez bardzo długie lata królował klasyczny obcowzbudny silnik prądu stałego. Dopiero szybki rozwój energoelektroniki i mikroprocesorowych układów sterowania w ostatnich latach pozwolił na przeniesienie tej starej idei do nowych konstrukcji maszyn elektrycznych z magnesami trwałymi umieszczanymi na powierzchni obracającego się wirnika i nieruchomymi uzwojeniami stojana podłączanymi do zewnętrznego obwodu elektrycznego za pomocą przełączanych kluczy energoelektronicznych przekształtnika.

Jednak ze względu na utrwalone od lat w nauczaniu elektrotechniki dotychczasowe podejście do objaśniania praw elektromagnetyzmu oparte na wynalazku Faradaya, a nie na odkryciu Ørsted’a, przedmiotem dalszych rozważań będzie tutaj ten najbardziej popularny, prosty układ

elektromechaniczny, przedstawiony na rys. 1. Aby taki odcinek przewodu mógł odegrać tę przewidzianą dla niego rolę, podany zostanie scenariusz pewnego eksperymentu myślowego, który zostanie tu zaproponowany Czytelnikowi. Wspomniany wyżej ruchomy kawałek przewodu elektrycznego może być potraktowany jako przykład mikromaszyny elektrycznej pokazanej na rysunkach 2a, b. Rysunki te trzeba jednak uzupełnić dodatkowymi komentarzami i założeniami.

Po pierwsze, takim dowolnie wybranym fragmentem uzwojenia maszyny może być krótki, okrągły, prostoliniowy pręt, mający swobodę prostoliniowego przemieszczania się w dowolną stronę po dwóch równoległych do siebie, także prostoliniowych, metalowych prowadnicach, z których każda jest zakończona umownym zaciskiem pozwalającym na zamknięcie obwodu elektrycznego przez dołączenie zewnętrznego elementu, na przykład w postaci akumulatora energii elektrycznej o zerowej impedancji wewnętrznej i danym napięciu jałowym E_0 , którego wartość można zakładać dowolnie, w zależności od analizowanego stanu pracy opisywanego tu modelu myślowego maszyny elektrycznej. Stałe połączenie galwaniczne pręta z tym akumulatorem energii zapewniają prowadnice, po których ten pręt ślizga się swoimi końcami.

Po drugie, zamknięty obwód elektryczny utworzony przez pręt roboczy i prowadnice, w granicach wykonywanego przez ten pręt liniowego przemieszczenia, musi być objęty jednorodnym polem magnetycznym i leżeć na płaszczyźnie prostopadłej do linii sił tego pola.



Rys. 2. Szkice ilustrujące zachowanie się ruchomego pręta mogącego przewodzić prąd i znajdującego się w polu magnetycznym, charakterystyczne dla pracy: a) silnikowej, b) prądnicowej

Już w programie fizyki nauczanej w szkole średniej wspomniano, że jeśli w przewodzie znajdującym się w polu magnetycznym o indukcji B popłynie prąd elektryczny o natężeniu I (niezależnie od okoliczności, które spowodowały jego przepływ i niezależnie od tego, czy przewód w tym czasie porusza się, czy jest w stanie spoczynku), to na taki przewód będzie działać zawsze siła elektrodynamiczna F (siła Lorentza), pochodząca od wzajemnego oddziaływania zewnętrznego pola magnetycznego o indukcji B i pola magnetycznego wytworzonego wokół przewodu, przez który płynie ten prąd, tak jak to pokazano na rysunku (rys. 1a). Wartość tej siły jest proporcjonalna do iloczynu wartości indukcji B pola magnetycznego i wartości I natężenia prądu płynącego przez ten przewód (w tym przypadku przez rozważany pręt)

$$F = k_F B I \quad (1)$$

gdzie:

k_F – długość pręta (stanowiąca parametr mogący później być użyty do opisu obwodu elektrycznego).

Wszystkie rozważane tu wektory są wzajemnie prostopadłe do siebie. Dla przyjętych na rys. 1a zwrotów wektorów indukcji B i prądu I prawidłowy zwrot siły elektrodynamicznej F jest taki, jak to pokazano. Łatwo zauważyć, że te trzy wektory wymienione w kolejności: I, B, F (od prawej do lewej) tworzą prostokątny układ, który w rzeczywistości, otaczającym nas świecie nazywamy prawoskrętnym.

Wymieniona wyżej kolejność nie jest obojętna dla określenia zwrotu „siły” F (tu mowa jest o newtonowskiej sile elektrodynamicznej, więc cudzysłów wydaje się niepotrzebny, ale, po przeczytaniu komentarza do następnego wzoru, Czytelnik zrozumie powód podkreślenia tego dualizmu!), bowiem wzór (1) jest bardzo przystępnym, prostym zapisem odpowiedniego prawa fizyki (zrozumiałym nawet na poziomie szkoły zawodowej) i może być także podany w bardziej ogólnie sformułowanej postaci, a mianowicie bezpośrednio w zapisie wektorowym. Zapis taki nie wymaga już ustalania reguł dotyczących zwrotu wektora stanowiącego wynik obliczeń, ale z kolei wymaga zapamiętania, w jakiej kolejności przedstawia te wielkości do wzoru. Dla ułatwienia zapamiętania tej kolejności można tu podać jako regułę mnemoniczną następujący logiczny powód jej zachowania, odpowiadający najczęściej w praktyce spotykanemu stanowi pracy maszyn elektrycznych, odbywającej się na ogół przy stałym wzbudzeniu magnetycznym: najpierw przyczyna – prąd I , potem warunki otoczenia – indukcja B , a na końcu skutek – siła elektrodynamiczna F .

Ponadto, także już w szkole średniej nauczano, że w każdym przewodzie poruszającym się w polu magnetycznym o indukcji B z pewną prędkością v (także bez wnikania w przyczyny zmuszające ten przewód do takiego poruszania się oraz niezależnie od tego, czy wchodzi on w skład jakiegoś zamkniętego obwodu elektrycznego, czy też jego końce pozostają otwarte) indukuje się na jego końcach pewna różnica potencjałów elektrycznych, mająca wymiar napięcia, nazywana wewnętrzną siłą elektromotoryczną E (często w polskiej terminologii elektrotechnicznej określanej skrótem SEM), której wartość jest proporcjonalna do iloczynu wartości indukcji B pola magnetycznego i wartości prędkości v przemieszczania się tego przewodu

$$E = k_E B V \quad (2)$$

gdzie:

k_E – długość tego pręta (podobnie jak poprzednio stanowiąca parametr mogący później być użyty do opisu obwodu elektrycznego).

Wzór (2), podobnie jak wzór (1), jest spotykany bardzo często w podręcznikach z elektrotechniki i może być wyprowadzony jako wniosek z dobrze znanego prawa Faradaya, sformułowanego w postaci równania różniczkowego.

Podobnie jak poprzednio, wszystkie rozważane tu wektory są wzajemnie prostopadłe do siebie. Dla przyjętych na rys. 2b zwrotów wektorów indukcji B i prędkości przemieszczania się pręta V , prawidłowy zwrot siły elektromotorycznej E wygląda tak, jak to pokazano. Łatwo zauważyć, że także tu, podobnie jak poprzednio, te trzy wektory wymienione w kolejności: V, B, E tworzą prostokątny układ, który w rzeczywistości, otaczającym nas świecie nazywamy prawoskrętnym. I tak jak poprzednio, wyżej wymieniona kolejność (od prawej do lewej) nie jest obojętna dla określenia zwrotu „siły” E (ten cudzysłów dodano po to, by zwrócić uwagę Czytelnikowi, że ten sam człon w nazwie wielkości fizycznej, będącej efektem końcowym każdego z tych zjawisk, niejako podkreśla ich dualność – poprzednio była to siła elektrodynamiczna, a tu mowa jest o sile elektromotorycznej). W tym przypadku także wzór (2) jest bardzo

przystępną i prostą formą zapisu odpowiedniego prawa fizyki, tak jak wzór (1), i może być także podany w zapisie wektorowym. W tym przypadku także dla ułatwienia zapamiętania właściwej kolejności, która w takim zapisie jest ważna, można tu podać jako regułę mnemoniczną identyczny co poprzednio logiczny powód jej zachowania, odpowiadający najczęściej w praktyce spotykanemu stanowi pracy maszyn elektrycznych, odbywającej się na ogół przy stałym wzbudzeniu magnetycznym: najpierw przyczyna – prędkość v ; potem warunki otoczenia – indukcja B , a na końcu skutek – siła elektromotoryczna E .

Warto zauważyć, że jeśli wartości liczbowe wszystkich występujących w obu tych wzorach wielkości fizycznych są zapisywane z wykorzystaniem międzynarodowego układu jednostek SI, to występujące w nich parametry k_F i k_E są sobie dokładnie równe (co zostanie wykazane w dalszym ciągu tych rozważań). We wzorach (1) i (2) świadomie dokonano jednak ich rozróżnienia:

- po pierwsze, dla wyraźnego podkreślenia, że są one parametrami opisującymi dwa historycznie różniące się spojrzenia na opisy warunków towarzyszących temu samemu zjawisku indukcji magnetycznej odkrytemu przez Faradaya, przy okazji poszukiwania nowego sposobu wytwarzania elektryczności,
- a po drugie, aby pamiętać przy wyprowadzaniu matematycznych wzorów opisujących – bardziej niż ten prosty przykład – skomplikowane geometrycznie i funkcjonalnie warunki, w których te zjawiska zachodzą w uzwojeniach i rdzeniach rzeczywistych maszyn elektrycznych i nie przeoczyć faktu, że pewne, użyte do obliczeń wielkości nie są wyrażone w jednostkach układu SI, a w tzw. jednostkach technicznych, stosowanych od lat i zalegalizowanych nadal do użytku.

Należy jednak zawsze pamiętać, że siła elektromotoryczna E , choć mająca w nazwie słowo „siła”, ma wymiar napięcia, a nie newtonowskiej siły F .

Przy okazji przypominania praw fizyki związanych ze zjawiskiem elektromagnetyzmu warto też zauważyć, że od samego początku rozwijania się nauki o „elektryczności” istniała wielka potrzeba upowszechniania podstawowych wiadomości z tej dziedziny wśród ludzi często mających nawet zawodowy kontakt z tymi zjawiskami, ale nie znających dobrze matematyki. Dlatego posługiwanie się bardziej złożonymi pojęciami teoretycznymi, wygodnymi przy opisywaniu zjawisk zachodzących w obwodach elektrycznych i towarzyszących efektom występowania zjawiska indukcji magnetycznej, w codziennej praktyce było bardzo utrudnione. Od bardzo dawna skłaniało to wykładowców elektrotechniki do tworzenia prostych reguł pozwalających na, ich zdaniem, nieomyślne ustalenie odpowiednich znaków wielkości, których wartości obliczano na podstawie wzorów o uproszczonej formie zapisu. Celem było szybkie i prawidłowe ustalenie bądź to właściwego znaku elektromotorycznych sił przepięciowych indukowanych w obwodach elektrycznych przy pojawieniu się w obwodzie nieoczekiwanej przerwy, bądź to właściwego kierunku sił, z jakimi oddziaływać będą na otoczenie przewody, w których popłyną duże wartości prądów przy pojawieniu się w obwodzie nieoczekiwanego zwarcia. Reguły te są znane w różnych krajach pod trochę różnymi nazwami (często z dodawaniem nazwisk ich pomysłodawców), jako reguły lewej i prawej dłoni lub też trzech palców lewej i prawej ręki itp. Od podobieństwa tych reguł do siebie można rzeczywiście dostać zawrotu głowy, co, oczywiście wbrew intencjom pomysłodawców, nie chroni przed niebezpieczeństwem popełnienia groźnej w skutkach pomyłki przez inżyniera zmuszonego do podjęcia szybkiej decyzji w sytuacjach awaryjnych. Dlatego w praktyce inżynierskiej prościej jest się odwoływać do tzw. „reguły Lenza”, często wspomianej, a rzadko polecanej w podręcznikach. Reguła Lenza, nazywana również „regułą sprzeciwu”, określa także w prostej formie kierunek zjawisk zachodzących w procesie indukcji elektromagnetycznej opisanych prawem Faradaya i można ją wywieść wprost z różniczkowego zapisu tego prawa

$$E(t) = -\frac{d}{dt}\Psi_B(t) \quad (3)$$

gdzie:

$E(t)$ – siła elektromotoryczna zaindukowana na brzegu tworzącym kontur zamknięty, ograniczający daną powierzchnię S ,

$\Psi_B(t)$ – strumień indukcji magnetycznej będący funkcją czasu, w danej chwili t wyrażony jako całka powierzchniowa, obliczona dla iloczynu skalarowego wektora indukcji \vec{B} i wektora normalnego \vec{dS} do elementu dS tworzącego fragment danej powierzchni S .

$$\Psi_B = \iint (\vec{B} \cdot \vec{dS}) \quad (4)$$

Minus we wzorze (3) wynika z zasady zachowania energii i właśnie stanowi sedno reguły Lenza, co oznacza, że siła elektromotoryczna (SEM) indukowana przez zmiany strumienia magnetycznego $\Psi_B(t)$ skojarzonego z pewnym potencjalnym obwodem elektrycznym ma taki znak, czyli jest skierowana w tę stronę tego obwodu elektrycznego, że gdyby pod jej wpływem popłynął w nim prąd, wówczas wytworzone przez ten prąd własne pole magnetyczne przeciwdziałałoby przyczynie powstania tej SEM, a więc przeciwdziałałoby zmianom strumienia, które zgodnie ze wzorem (3) jej powstanie spowodowało. Innymi słowy, jeżeli strumień skojarzony z pewnym obwodem elektrycznym słabnie, to SEM zaindukowana w obwodzie zgodnie ze zjawiskiem indukcji magnetycznej (opisanej prawem Faradaya, regułą Lenza czy też wspomnianymi wyżej regułami „odpowiedniej dłoni” lub „trzech odpowiednio ustawionych palców” itd.) ma taki zwrot, aby odpowiadająca jej składowa prądu mogła to słabnące pole podtrzymać, a jeśli strumień rośnie, to zaindukowana SEM ma taki zwrot, aby odpowiadająca jej składowa prądu mogła to narastające pole osłabić. Warto tu podkreślić, że o tym, czy strumień wyrażony wzorem (4), skojarzony z daną powierzchnią S rośnie, czy maleje, decydują nie tylko zależne od czasu wartości i kierunki wektora indukcji $\vec{B}(t)$ przebijające „punktowo” tę powierzchnię, ale także zachodzące w czasie zmiany kształtu geometrycznego tej powierzchni, czyli także „to”, co się z tą powierzchnią na tle upływającego czasu dzieje.

Jeśli zatem w przedstawionym na rys. 2a przykładzie pracy silnikowej siła F działając na pręt przesuwają go po prowadnicach w prawo – w kierunku magazynu energii, to powierzchnia objęta obwodem elektrycznym, w którym płynie prąd I , maleje. W tej sytuacji, pomimo stałego i prostopadłego w każdym punkcie płaszczyzny tego obwodu wektora indukcji B (tworzącego przeciwieństwo pole jednorodne z założenia), zgodnie ze wzorem (4) maleje w czasie wartość strumienia magnetycznego skojarzonego z tym obwodem, czyli na mocy prawa Faradaya (3) zwrot zaindukowanej SEM będzie taki, jak pokazano to na tym rysunku, bowiem zaindukuje się ona w obwodzie w tym kierunku, by móc podtrzymać „gasnący” strumień magnetyczny (wzbudzenia) w tym prostym modelu silnika. Inaczej mówiąc, zwrot siły elektromotorycznej E – na mocy reguły Lenza powinien być zaznaczony jako przeciwnie skierowany do U_0 , napięcia zasilania „twornika”. W polskiej terminologii elektrotechnicznej dotyczącej maszyn elektrycznych słowo „twornik” zaproponowano dla określenia tej części uzwojenia maszyny elektrycznej, w której jest wytwarzana główna siła elektromotoryczna w wyniku przemieszczania się jej części względem siebie, odpowiedzialna za przetwarzanie energii w tej maszynie. W przypadku maszyny elektrycznej taką poruszającą się częścią może być właśnie to ruchome uzwojenie wchodzące w skład obwodu, w którym płynie główny prąd roboczy (tak jest w tradycyjnych maszynach komutatorowych prądu stałego lub przemiennego) bądź względem takiego nieruchomego uzwojenia porusza się magnes trwały.

Nie odwołując się do żadnych innych reguł mnemoniczych (ze swego pierwotnego zamysłu mających przeciwieństwo ułatwić zapamiętywanie, ale przez wielość swoich odmian dających efekt wręcz odwrotny od zamierzonego!), łatwo jest uzasadnić takie skierowanie się SEM zaindukowanej w uzwojeniu „twornika” przeciwko napięciu zasilającemu ten „twornik”. Bowiem tylko wtedy różnica napięć ($E_0 - E$) powodująca przepływ prądu

du I w obwodzie „twornika” zmaleje, co oczywiście spowoduje zgodnie ze wzorem (1) zmniejszenie wartości siły napędowej F i wywoła efekt tak, jakby w układzie pojawił się samoczynnie pewien opór, stanowiący dodatkową siłę przeciwną do siły napędowej, czyli siłę hamującą, dzięki której następuje spowolnienie dynamicznego procesu rozpędzania się pręta, co faktycznie pociąga za sobą aktywne przeciwdziałanie dalszemu osłabianiu strumienia wzbudzenia. W ten sposób regule Lenza staje się zadość także i w tym – wydawałoby się bardziej złożonym przypadku. Przykład ten pokazuje, że przy analizowaniu zjawisk zachodzących w makroskali w maszynach elektrycznych umiejętność stosowania wzorów (1) i (2) uzupełnionych o regułę Lenza (pozwalającą właściwie ustalać obowiązujące znaki różnych wielkości elektrycznych takich jak: napięcia, prądy i magnetyczne strumienie skojarzone) pozwala w praktyce inżynierskiej unikać odwoływania się do zwartych zapisów praw elektromagnetyzmu w postaci iloczynów wektorowych, które przy nieumiejętnej ich interpretacji mogą być źródłem błędów.

Jeśli wzór (1) obustronnie pomnożyć przez wartość prądu I , to po odpowiednim pogrupowaniu czynników i skorzystaniu ze wzoru (2) otrzymuje się wzór przedstawiający pewien bilans mocy (5). Ponadto łatwo spostrzec, że oba czynniki F – siłę, i V – prędkość liniową, otrzymane w końcowej postaci wykonanego przegrupowania, można dodatkowo jeszcze pomnożyć i podzielić przez tę samą dowolną, byle nieujemną liczbę r . Oznacza to, że rozważany dotychczas ruch prostoliniowy pewnego odcinka przewodnika elektrycznego, odbywający się w kierunku prostopadłym do jego długości, można w dowolnym punkcie tego ruchu (czyli w dowolnej chwili) traktować także jako ruch tego odcinka przewodu po stycznej do jakiegoś zakrzywionego w tym punkcie toru o dowolnym promieniu krzywizny r . Wówczas tę samą moc mechaniczną można wyrazić równoważnym wzorem, gdzie dla chwilowych wartości zamiast siły występuje jej moment, a zamiast prędkości liniowej pojawia się odpowiadająca jej prędkość kątowa.

$$EI = k_E BVI = (k_E BI)V = \left(\frac{k_E}{k_F}\right) FV = (F/r)(Vr) = M\Omega \quad (5)$$

$$\text{Jeżeli} \quad \left(\frac{k_E}{k_F}\right) = 1, \text{ czyli } k_E = k_F \quad (6)$$

$$\text{to} \quad EI = FV = M\Omega \quad (7)$$

Po lewej stronie wzoru (5) występuje chwilowa moc elektryczna: $P_{el} = EI$, a po prawej stronie otrzymane wzory wyrażają chwilową moc mechaniczną bądź to w ruchu postępowym, bądź w danym punkcie położenia rozważanego pręta (odpowiadającym danej chwili), stycznym do niego ruchu obrotowym: $P_{mech} = FV$ lub $M\Omega$, niezależnym od wielkości promienia krzywizny toru.

Dla jednostek wyrażonych w układzie SI taki bilans nie może w żadnym stopniu zależeć od współczynników k_F i k_E , bo w fizyce opisującej realny świat materialny, w którym obowiązuje **prawo zachowania energii**, formalnymi trikami obliczeniowymi nie można ani „schować donikąd”, ani „stworzyć z niczego” – żadnej, najmniejszej nawet porcji energii (czy też materii – na mocy słynnego wzoru Einsteina $E = mc^2$ równoważnej przeciwieństwu takiej energii).

Uwaga: Należy tu przypomnieć, że proste wzory (1) i (2), które przeciwieństwo tradycyjnie podaje się bez szczególnie pogłębionych komentarzy w licznych podręcznikach elektrotechniki jako wystarczające wyjaśnienie zjawiska indukcji magnetycznej obserwowanego w prostym przykładzie przedstawionym na rysunkach 1. oraz 2., obowiązują jedynie przy uczynionym tu założeniu, że to pole magnetyczne, w którym porusza się rozważany odcinek przewodu, jest **jednorodne i stałe** (!)

Obie sytuacje przedstawione na rysunku 2a,b można jednak wykorzystać do bardziej ogólnego omówienia zjawiska indukcji magnetycznej. Trzeba jednak wtedy przyjąć, że przedstawiono na nich tylko drobny wycinek większej, bardziej złożonej całości, czyli że odwzorowano na nich sytuację obserwowaną w niewielkim otoczeniu wybranego „punktu”

stanowiącego skrzyżowanie pewnego „obwodu” elektrycznego i pewnego „obwodu” magnetycznego, umieszczonych względem siebie pod kątem prostym, a rozważania dotyczące dynamiki są prowadzone dla bardzo krótkiego przedziału czasu – niemal chwili. Równania te opisują bardzo ważny pojęciowo element składowy dowolnego elektromagnetycznego lub elektromechanicznego układu przetwarzania energii – a mianowicie coś, co może być nazwane elementarną elektrodynamyczną „czarną dziurą”, opartą na prawie zachowania energii obowiązującym w materialnym wszechświecie postrzeganym przez nas, ludzi. Najbardziej zwięzłym opisem zjawiska fizycznego polegającego na zachowaniu energii przy przechodzeniu przez taką elektrodynamyczną „czarną dziurę” (zarówno w jedną, jak i w drugą stronę) jest właśnie prawo indukcji magnetycznej odkryte przez Faradaya. Równanie (3) opisujące to prawo jest bowiem wnioskiem wyprowadzonym z takiego bilansu energetycznego dotyczącego obu stron pewnej granicy. Po lewej stronie tego równania świat zjawisk elektrycznych objawia się jako różnica potencjałów mogąca mieć wpływ na ruch ładunków elektrycznych, czyli na przepływ prądu, jeśli obwód elektryczny, w którym znajdzie się ten mikroskopijny odcinek przewodu zostanie zamknięty (niezależnie od tego, czy w tym obwodzie znajdzie się źródło innej siły elektromotorycznej, czy też nie). Natomiast pochodna strumienia magnetycznego skojarzonego z takim obwodem, znajdująca się po prawej stronie tego równania, opisuje świat zjawisk dynamicznych. Aby uświadomić sobie dwoistą naturę tych zjawisk, należy przede wszystkim pamiętać, że z definicji (4) wynika, że strumień skojarzony z danym obwodem znajdującym się na pewnej płaszczyźnie prostopadłej do linii sił pola magnetycznego jako całka powierzchniowa jest granicą sumy bardzo dużej (rosnącej do nieskończoności) liczby elementarnych iloczynów $\Delta\Psi_B(t) = B(t)\Delta S(t)$, gdzie $\Delta S(t)$ stanowi jeden z elementarnych fragmentów, na jakie jest dzielona cała powierzchnia danego obwodu. Dla uproszczenia dalszej analizy założono, że w prowadzonych rozważaniach skupiamy uwagę jedynie na jednym, wybranym elementarnym składniku sumy tworzącej strumień skojarzony, a mianowicie tym, który odpowiada niewielkiemu prostokątowi utworzonemu przez odcinek przewodu, dwie prostopadłe doń prowadnice, po których może się on przesuwać i pewną umowną linię odniesienia poprowadzoną prostopadłe do tych prowadnic. Pole takiego prostokąta wyraża się wzorem $\Delta S(t) = l \Delta d(t)$, gdzie długość rozważanego odcinka przewodu l jest stała, a $\Delta d(t)$ oznacza położenie tego odcinka na prowadnicach względem linii odniesienia.

Na wstępie zostanie rozpatrzona sytuacja, gdy niezerowa wartość pochodnej strumienia skojarzonego (niezerowa, bo ma przecież dać efekt pojawienia się – czyli zaindukowania – SEM w rozpatrywanym, mikroskopijnym odcinku przewodu) jest spowodowana zmianą wartości indukcji magnetycznej $B(t)$ w niewielkim otoczeniu tego odcinka przewodu albo zmianą wielkości tej niewielkiej powierzchni $\Delta S(t)$, zachodzącymi całkowicie niezależnie od siebie. Czyli, gdy występuje jeden z dwóch przypadków:

$$- B = \text{const}, \Delta S(t) = \text{var}$$

$$\Delta E(t) = -\frac{d}{dt}(\Delta\Psi_B(t)) = -B \frac{d}{dt}\Delta S(t) = -B V(t) \quad (8)$$

$$- \Delta S = \text{const}, B(t) = \text{var}$$

$$\Delta E(t) = -\frac{d}{dt}(\Delta\Psi_B(t)) = -\Delta S \frac{d}{dt}B(t) = -\Delta S \dot{B}(t) \quad (9)$$

W pierwszym przypadku, gdy zachodzące zjawisko indukcji magnetycznej jest opisane wzorem (8), za pojawienie się siły elektromotorycznej w rozważanym obwodzie odpowiedzialna jest prędkość $V(t)$, z jaką po prowadnicach przemieszcza się rozważany odcinek przewodu. Ta sytuacja odpowiada maszynie elektrycznej, w której, w obecności stałego pola magnetycznego (obojętne, w jaki sposób wytworzonego – czy przez magnes trwały, czy przez jakiś elektromagnes), jest możliwy ruch mechaniczny pewnej części takiej maszyny, do której przytwierdzony

został rozważany odcinek przewodu. Należy tu od razu zauważyć, że na mocy trzeciej zasady dynamiki Newtona możliwe jest zbudowanie konstrukcji o odwróconym działaniu: odcinek przewodu wiodącego prąd jest przytwierdzony nieruchomo do podłoża, a po prowadnicach przesuwa się wspomniane wyżej źródło stałego pola magnetycznego. Tak więc ta druga postać (8) zapisu prawa Faradaya stanowi podstawę opisu działania każdej maszyny elektrycznej z ruchomą częścią mechaniczną – bądź to wirującą, bądź przemieszczającą się liniowo.

W drugim przypadku, opisanym wzorem (9), za zaindukowaną siłę elektromotoryczną w rozważanym obwodzie odpowiedzialna jest zmiana wartości indukcji magnetycznej $B(t)$, pochodzącej z innego „świata”, na przykład wywołanej zmianą prądu płynącego w innym obwodzie elektrycznym (pozostającym w stanie sprzężenia magnetycznego, czyli mającego poprzez pole magnetyczne wpływ na zjawiska zachodzące w rozważanym tu odcinku przewodu). Ta sytuacja odpowiada maszynie elektrycznej, w której nie ma ruchomej części mechanicznej, ale wtedy muszą w niej występować dwa galwanicznie odseparowane od siebie obwody elektryczne, czyli na przykład transformatorowi.

Aby zrozumieć głębszy sens fizyczny takich dwóch, zupełnie od siebie niezależnych, interpretacji tego samego prawa Faradaya (3), równania „napięciowe” (8) i (9), opisujące SEM $\Delta E(t)$ zaindukowaną w rozważanym mikroobwodzie stanowiącym brzeg obszaru ΔS , należy obustronnie pomnożyć przez wartość prądu $I(t)$ płynącego w tym obwodzie. Wtedy równania napięciowe zamienią się w równania wiążące ze sobą moce.

W przypadku takiego porównania ze sobą mocy otrzymanych po przekształceniu równania napięciowego (8), łatwo zauważyć, że staje się ono wspomnianym już wcześniej równaniem (7), dotyczącym maszyn elektrycznych mających ruchome części mechaniczne łączące. To równanie już bez żadnych wątpliwości wskazuje wyraźnie na bezstratne połączenie ze sobą wspomnianych wyżej dwóch „światów” – elektrycznego i mechanicznego, którego istnienie gwarantuje odkryte przez Faradaya zjawisko indukcji magnetycznej. W „świecie” elektrycznym – świecie ładunków elektrycznych (o których masie nic się tu nie wspomina), wpływająca doń lub zeń wypływająca chwilowa moc jest symbolizowana przez iloczyn chwilowej wartości „wewnętrznej” siły elektromotorycznej E przez chwilową wartość prądu I , a w świecie mechanicznym – świecie punktów materialnych, wpływająca doń lub zeń wypływająca moc chwilowa jest symbolizowana przez iloczyn równy chwilowej wartości „wewnętrznej” siły elektrodynamicznej F działającej na punkt materialny (postrzegany w tym „innym” świecie jako ładunek elektryczny) pomnożonej przez chwilową wartość prędkości V tego punktu. Wzór (7) pokazuje niejako przy okazji, że w „świecie” mechanicznym nie jest ważne, czy prędkość chwilowa takiego punktu materialnego jest zaobserwowana w jego ruchu prostoliniowym, czy w ruchu po okręgu o dowolnym promieniu. Dlatego w przypadku ruchu po okręgu rozpatrywana chwilowa moc mechaniczna może być równie dobrze reprezentowana przez „wewnętrzny”, elektrodynamiczny moment obrotowy M pomnożony przez chwilową wartość prędkości kątowej Ω , z jaką punkt materialny porusza się po łuku tego okręgu w miejscu styczności z torem prostoliniowym.

Poniżej, na przykładzie prostej „maszyny” elektrycznej, jaką jest rozważany powyżej odcinek przewodu (pręt) o masie m i rezystancji R , umieszczony w jednorodnym polu magnetycznym o stałej wartości indukcji B , mogący bez ograniczeń swobodnie poruszać się bez tarcia i nie natrafiający przy tym na żaden opór mechaniczny w dwóch kierunkach, zostaną dokładniej omówione zjawiska towarzyszące przekształcaniu energii w obu kierunkach. W tym celu rozpatrzono dwa przykładowe scenariusze dotyczące dwóch wariantów współpracy takiej „maszyny” z zewnętrznym akumulatorem energii elektrycznej, ale analizowanych dla różnych warunków początkowych. W obu przypadkach analizę rozpoczyna się dokładnie w chwili podłączenia przewodów od tego akumulatora (z zachowaniem tej samej polaryzacji) do zacisków zamocowanych na końcu obu prowadnic, po których ślizga się pręt roboczy, czyli twornik

tej „maszyny”. Jak już wyżej przypomniano, nazwa „twornik” oznacza, że w tej części uzwojenia maszyny elektrycznej powstaje główna siła elektromotoryczna (SEM). W przypadku rozpatrywanej prostej maszyny, ta SEM jest związana ściśle z chwilową prędkością poruszającego się pręta przewodzącego prąd (tu będącego tym właśnie „twornikiem”), a prąd ten z kolei jest związany ściśle z „wewnętrzną” siłą elektrodynamiczną działającą na rozważany pręt (czyli „twornik”) stanowiący zarazem węzeł energetyczny maszyny, w którym dochodzi do przemiany rodzaju energii: elektryczna \Leftrightarrow mechaniczna.

1. Jeśli rozważany odcinek przewodu (pręt) znajdujący się w spoczynku zostanie w jakiejś chwili podłączony do idealnego napięciowego źródła energii elektrycznej o napięciu E_0 , to rozważana prosta maszyna elektryczna znajdzie się w stanie pracy silnikowej – rys. 2a. Praca silnikowa tej maszyny polega na rozpędzaniu jej ruchomej części mechanicznej – pręta, czyli oznacza w tym układzie przetwarzanie energii elektrycznej na mechaniczną.

Opis zachowania się maszyny elektrycznej w stanie pracy silnikowej (rys. 2a)

W chwili podłączenia do akumulatora pręta znajdującego się w spoczynku siła elektromotoryczna E w tym pręcie jest równa zero. Dlatego w chwili początkowej, wyłącznie pod wpływem napięcia źródła E_0 popłynie w pręcie prąd o wartości maksymalnej E_0/R (zgodnie z prawem Ohma), który wywoła siłę elektrodynamiczną F opisaną wzorem (1), i będącą w tym przypadku siłą napędową. Zgodnie z drugą zasadą dynamiki Newtona siła ta zacznie rozpędzać pręt o masie m w prawą stronę z narastającą od zera prędkością. Pojawiająca się w trakcie tego rozpędzania indukowana w tym pręcie siła elektromotoryczna E opisana wzorem (2), proporcjonalna do prędkości pręta, będzie także narastać. Teoretycznie to narastanie będzie trwać tak długo, aż SEM E zrówna się z napięciem E_0 źródła energii. Dla takiego przypadku działania rozważanej maszyny, SEM E , zgodnie ze wspomnianą już regułą Lenza, musi być skierowana przeciw napięciu źródła energii, czyli różnica napięć ($E_0 - E$), powodująca przepływ prądu w przewodzie, będzie stopniowo maleć, co pociągnie za sobą także proporcjonalne do tej malejącej różnicy napięć zmniejszanie się wartości siły napędowej F . Jeśli uwzględnić zapis drugiej zasady dynamiki Newtona w postaci równania różniczkowego, to można łatwo wykazać, że przy tego rodzaju rozpędzaniu pręta mającego odczuwalną masę, wszystkie wymienione tu wielkości będą się zmieniać wykładniczo: prędkość – będzie narastać do wartości ustalonej, a prąd płynący przez pręt i przyłożona do niego siła napędowa będą wykładniczo maleć do zera.

2. Jeśli rozważany odcinek przewodu (pręt) poruszający się ruchem jednostajnym ze stałą prędkością v_p zostanie w jakiejś chwili podłączony do idealnego napięciowego źródła energii elektrycznej (np. akumulatora energii) o stałym napięciu E_0 mniejszym od początkowej wartości siły elektromotorycznej indukowanej w przewodzie (pręcie) z powodu jego poruszania się w polu magnetycznym, to rozważana prosta maszyna elektryczna znajdzie się przejściowo w stanie pracy prądnicowej (rys. 2b), odpowiadającej tzw. hamowaniu elektrodynamicznemu. Hamowanie elektrodynamiczne polega na częściowym wyhamowaniu ruchu pręta, czyli zmniejszeniu jego prędkości, co oznacza w tym układzie odzyskanie części energii mechanicznej stanowiącej nadwyżkę energii kinetycznej poprzez przetworzenie jej na energię elektryczną przekazaną do źródła.

Opis zachowania się maszyny elektrycznej w stanie pracy prądnicowej (rys. 2b)

W chwili podłączenia do akumulatora pręta poruszającego się ruchem jednostajnym ze stałą prędkością v_p wartość SEM indukowanej w tym pręcie, zgodnie ze wzorem (2), wynosi $E_p > E_0$. Dlatego w chwili

początkowej, pod wpływem różnicy napięć ($E_p - E_0$) popłynie w pręcie prąd (w tym przypadku w przeciwną stronę) o wartości maksymalnej $(E_p - E_0)/R$ (wynikającej z prawa Ohma), który wywoła elektrodynamiczną siłę hamującą F opisaną wzorem (1), skierowaną w stronę przeciwną do ruchu pręta. Zgodnie z drugą zasadą dynamiki Newtona, siła ta będzie stopniowo wyhamowywać pręt o masie m . Odpowiedzialna za rozpoczęcie procesu hamowania siła elektromotoryczna E , indukowana w pręcie w wyniku jego ruchu i opisana wzorem (2), czyli proporcjonalna zawsze do prędkości pręta, będzie jednak maleć. Teoretycznie to hamowanie ruchu pręta będzie trwać tak długo, aż indukowana w pręcie SEM E zrówna się z napięciem E_0 źródła energii. Jeśli uwzględnić zapis drugiej zasady dynamiki Newtona w postaci równania różniczkowego, to można łatwo wykazać, że przy takim hamowaniu pręta mającego odczuwalną masę, wszystkie wymienione tu wielkości będą się zmieniać wykładniczo: prędkość – będzie zmniejszać się do wartości ustalonej (tej samej, co w poprzednim przypadku, jeśli napięcie źródła E_0 nie uległo zmianie), a prąd płynący przez pręt i przyłożona do niego siła hamująca, tak jak poprzednio, będą wykładniczo maleć do zera.

W przypadku porównania ze sobą mocy otrzymanych po przekształceniu równania napięciowego (9), nieco trudniej jest dostrzec energetyczne połączenie ze sobą kolejnych dwóch „światów”. Wprawdzie w tym przypadku kształt rozważanego tu obwodu elektrycznego nie ulega zmianie, a więc nie da się zaobserwować żadnego ruchu mechanicznego przewodu wiodącego prąd. Po dokładniejszym przyjrzeniu się prawej stronie równania energetycznego, tj. równania otrzymanego w wyniku obustronnego pomnożenia (9) przez pewną wspólną wielkość, mającą, tak jak poprzednio, wymiar prądu, łatwo jednak zauważyć, że taki prąd jest przecież znany w teorii maszyn elektrycznych pod nazwą tzw. prądu magnesującego. Wtedy moc po prawej stronie takiego bilansu oznacza po prostu moc przekazywaną lub pobieraną bezpośrednio z pola magnetycznego, które może przecież pośredniczyć w takiej wymianie energetycznej z innym obwodem elektrycznym. Ten przypadek interpretacji prawa Faradaya opisuje po prostu transformator. Czyli, w tej zaproponowanej wyżej terminologii określającej to prawo jako odkrycie dotyczące faktu istnienia energetycznego połączenia ze sobą różnych „światów”, w tym przypadku obserwuje się połączenie świata „elektrycznego” i „magnetycznego”. Jak wiadomo, ani energii w polu elektrycznym (kondensator o dużej pojemności), ani energii w polu magnetycznym (dławik o dużej indukcyjności) nie da się powiększać w nieskończoność. Aby taki przepływ mocy trwał w czasie nieograniczenie, pole magnetyczne musi tę energię przekazywać gdzieś dalej, czyli do innego obwodu elektrycznego (nazywanego obwodem wtórnym), sprzężonego magnetycznie z rozważanym tutaj obwodem pierwotnym. Aby takie sprzężenie magnetyczne było zupełne, obwody pierwotny i wtórny muszą obejmować dokładnie ten sam strumień indukcji magnetycznej, czyli mieć postać identycznych zwojów przewodu elektrycznego, czyli mogącego przewodzić prąd. Każdy z tych obwodów może stanowić ciasne, spiralne połączenie dowolnej liczby takich zwojów i wtedy noszą one nazwę uzwojeń – pierwotnego i wtórnego. Ponieważ moc przenoszona przez pojedynczy (zawsze o tym samym kształcie) zwój nie zależy od tego, czy ten zwój przewodu należy do uzwojenia pierwotnego, czy wtórnego i jest dokładnie ta sama, więc mnożąc SEM w takim zwoju przez liczbę zwojów z_1 dla uzwojenia pierwotnego oraz z_2 dla uzwojenia wtórnego, otrzymuje się wartość siły elektromotorycznej i prądu obserwowane w każdym z tych, niezależnych od siebie galwanicznie (czyli niemających ze sobą jakiegokolwiek połączenia elektrycznego) uzwojeń, wyrażające się wspólnym wzorem

$$E_1 I_1 = (E z_1)(I/z_1) = EI = (E z_2)(I/z_2) = E_2 I_2 \quad (10)$$

co stanowi pełną analogię do wzoru (7).

Z tych rozważań wynika, że transformatory są od lat słusznie uważane także za maszyny elektryczne, ponieważ ich działanie jest oparte dokładnie na wykorzystaniu tego samego zjawiska indukcji magnetycznej. Wprawdzie nie występują w nich żadne mechaniczne części ruchome (więc tworzą one klasę maszyn „niewirujących”), ale, jak wyraźnie widać, w ich wnętrzu istnieje taka sama, co w maszynach wirujących, „czarna dziura”, w której następuje to trochę tajemnicze i, co warto podkreślić, całkowicie bezstratne przekształcanie energii z jednej formy w drugą. W przypadku transformatorów mających po jednej stronie „czarnej dziury” jedno uzwojenie, a po drugiej drugie galwanicznie niezależne od tego pierwszego pole magnetyczne łączy ze sobą także dwa „światy”, ale w tym przypadku oba są tej samej natury, czyli elektryczne. Dla pojawienia się tego połączenia nie jest ważne, czy konstrukcja takiego transformatora przewiduje uzwojenie jednofazowe czy trójfazowe, jak i nieważne jest, czy uzwojenia po obu stronach „czarnej dziury” mają tę samą, czy różne od siebie liczby zwojów. W terminologii używanej w nauce o transformatorach od bardzo dawna wskazywano na wzajemne oddzielenie od siebie tych elektrycznych „światów”, używając na przykład określenia „transformator separujący” na specjalny typ transformatora mający takie same liczby zwojów w każdym ze swoich uzwojeń. W przypadku transformatorów wielouzwojeniowych, do jednego węzła energetycznego połączonych może być wiele elektrycznych „światów”.

W uzupełnieniu do tych rozważań należy może jeszcze wyjaśnić, dlaczego w książce o napędzie elektrycznym zaszła potrzeba omówienia podstaw fizykalnych działania zwykłego transformatora. Bardzo ciekawym przypadkiem wśród maszyn elektrycznych jest bowiem dwustronnie zasilana, trójfazowa maszyna asynchroniczna (czyli tzw. indukcyjna maszyna pierścieniowa), mająca trójfazowe uzwojenia zarówno w stojanie, jak i w wirniku. Dzięki temu maszyna taka jest przykładem węzła energetycznego łączącego ze sobą trzy „światy”: dwa elektryczne i jeden mechaniczny. Podstawą jej działania jest oczywiście także prawo Faradaya. Ale dla zrozumienia działania tej maszyny potrzebne jest pełniejsza, niż to wyżej zrobiono, interpretacja tego prawa, określającego niezerową wartość pochodnej strumienia skojarzonego (niezerową, bo także, jak poprzednio, ma przecież dać efekt pojawienia się – czyli zaindukowania – SEM w rozpatrywanym, mikroskopijnym odcinku przewodu), ale tym razem rozpatrywanego już jako wynik wystąpienia zmiany wartości indukcji magnetycznej $B(t)$ w niewielkim otoczeniu tego odcinka przewodu oraz zmiany wielkości tej niewielkiej powierzchni $\Delta S(t)$ występujących jednocześnie. Takie założenie, dotyczące zmian wielkości indukcji i powierzchni składających się na pojęcie strumienia skojarzonego, prowadzi do kolejnego przypadku interpretacyjnego, łączącego wcześniej omówiony przypadek prowadzący do wzoru (8) oraz przypadek prowadzący do wzoru (9). Zgodnie z definicją pochodnej iloczynu dwóch funkcji, otrzymuje się przypadek obejmujący jednocześnie wszystkie możliwe sytuacje, czyli:

$$\begin{aligned} -B(t) &= \text{var} \text{ oraz } \Delta S(t) = \text{var} \\ \Delta E(t) &= -\frac{d}{dt}(\Delta \Psi_B(t)) = -\left(B(t) \frac{d}{dt} \Delta S(t) + \Delta S(t) \frac{d}{dt} B(t)\right) = \\ &= -(B(t)V(t) + \Delta S(t)\dot{B}(t)) \end{aligned} \quad (11)$$

Taka elektryczna maszyna dwustronnie zasilana może być użyteczna przy budowie małych, wydzielonych podsięci energetycznych, tzw. „mikrosieci”, na przykład jako maszyna sprzęgnięta z turbopompą w małej wodnej elektrowni szczytowo-pompowej [4]. W takich warunkach pracy maszynę tę cechuje możliwość zrealizowania wszechstronnej współpracy napędzanych przez nią turbin lub pomp z dowolnym systemem energetycznym, co wynika z naturalnej łatwości kontrolowania przez nią znaku i wartości mocy biernej wymienianej z elektroenergetyczną linią zasilającą, zupełnie niezależnie od znaku i wartości wytwarzanej lub pobieranej mocy czynnej. Właściwość ta została już dostrzeżona w ener-

getyce odnawialnej, od dawna bowiem ta maszyna bywa stosowana w elektrowniach wiatrowych dużych mocy (3–6 MW) instalowanych na przykład na pełnym morzu, kilkadziesiąt kilometrów od brzegu, gdzie kompensacja mocy biernej w miejscu wytwarzania energii elektrycznej jest bardzo cenna, powoduje bowiem zmniejszenie wartości skutecznej prądów w linii energetycznej łączącej taką farmę wiatrakową z brzegiem przy przesyłaniu mocy czynnej o takiej samej wartości. A to pozwala zmniejszyć przekroje przewodów w tej linii, a zarazem znacząco obniżyć straty ponoszone w tych przewodach przy przesyłaniu energii pozyskanej na pełnym morzu, co w sumie znacząco obniża koszty budowy i eksploatacji takiej farmy.

W czasach obecnych, gdy priorytetem działania inżynierów zajmujących się energoelektroniką i maszynami elektrycznymi jest zwracanie szczególnej uwagi na nowe, efektywne i niekonwencjonalne metody wielokierunkowego przetwarzania energii, bardzo wskazane jest syntetyczne i głębsze spojrzenie na fizykalne zasady działania wykorzystywanych w takich zastosowaniach urządzeń przetwarzających energię. Wydaje się, że właściwe stosowanie w tym celu różnych maszyn elektrycznych, nie tylko silników o najprostszyc konstrukcjach, czyli ogólnie mówiąc – urządzeń wykorzystujących zjawisko indukcji magnetycznej, może być bardzo korzystne. Racjonalne rozmieszczanie w energetycznych obwodach elektrycznych urządzeń cechujących się dużymi wartościami indukcyjności wewnętrznych z jednej strony nie pozwala na wytwarzanie nadmiernie zniekształconych przebiegów napięć i prądów, które są „wtłaczane” do systemu i przedostają się potem do podłączonych innych odbiorników i obwodów elektrycznych, a z drugiej strony umożliwiają odfiltrowywanie wyższych harmonicznych wytwarzanych przez rozmaite, chętnie ostatnio używane, przekształtniki energoelektroniczne, co w sumie sprzyja bardzo obecnie potrzebnemu poszanowaniu jakości energii elektrycznej krążącej we wspólnym systemie energetycznym.

Na zakończenie rozważań prowadzonych w tym podrozdziale należy zwrócić uwagę na ważny wniosek z nich wypływający. Przy konsekwentnym używaniu układu SI we wszelkich, nawet bardzo skomplikowanych obliczeniach inżynierskich dotyczących współczesnych napędów z maszynami elektrycznymi współpracującymi z przekształtnikami energoelektronicznymi, odpowiednie parametry występujące w dwóch ważnych wzorach wyprowadzanych dla tworzonego modelu matematycznego danego układu napędowego opartego na wykorzystaniu maszyny elektrycznej o dowolnie skomplikowanej budowie: w jednym – opisującym wartość SEM indukowanej w pewnym uzwojeniu zastępczym tej maszyny od strony elektrycznej i w drugim – opisującym wartość wewnętrzного momentu elektromagnetycznego występującego w pewnym zastępczym ruchu obrotowym uwzględnianym wewnątrz tej maszyny od strony mechanicznej, także w makroskali muszą być sobie dokładnie równe, co wyraża wzór (6). Wiec uzasadnianie tego faktu poprzez odwoływanie się do wymiarów geometrycznych uzwojeń i rdzeni magnetycznych używanych do budowy maszyny elektrycznej jest okrężną drogą prowadzącą do tego samego wyniku końcowego.

Literatura uzupełniająca

- [1] Dębowski A.: *Automatyka – podstawy teorii*. WNT, Warszawa 2008 (I wyd.), Wyd. WNT, Warszawa 2012 (II wyd.).
- [2] Dębowski A.: *Automatyka – technika regulacji*. Wyd. WNT, Warszawa 2013.
- [3] Dębowski A.: *Automatyka – napęd elektryczny*. (przygotowywana obecnie do druku w Wydawnictwie Naukowym PWN).
- [4] Dębowski A.: *Sterowanie przepływem mocy w systemach rozproszonej generacji energii elektrycznej*. Materiały sympozjum „ABB, Forum – Transformatory Energetyczne”, Łódź, 13–14 listopada 2012”, wyd. przez CB ABB w Krakowie i OŁ SEP, 2012.

Wytrzymałość udarowa izolacyjnych estrów syntetycznych i naturalnych do zastosowań elektrycznych

dr hab. inż. Paweł Różga,
mgr inż. Marcin Stanek
Instytut Elektroenergetyki, Politechnika Łódzka

Wstęp

Od kilkunastu lat rynek cieczy dielektrycznych do zastosowań elektrycznych daje do dyspozycji projektantów i producentów transformatorów alternatywne dla oleju mineralnego płyny dielektryczne, które są przyjazne środowisku, ale jednocześnie posiadają właściwości dielektryczne wystarczające, by móc stosować je w transformatorach. Takimi płynami są specjalnie produkowane estry syntetyczne lub rafinowane z nasion roślin strączkowych estry naturalne (oleje roślinne). Oba wzmiankowane typy płynów określane są przez producentów jako biodegradowalne, co oznacza, że w warunkach opisanych w standardzie OECD 301, co najmniej 68% cieczy ulega samoistnej biodegradacji. W przeciwieństwie do estrów, biodegradowalność olejów mineralnych to ok. 10%, co z punktu widzenia właściwości środowiskowych zdecydowanie stawia je w mniej korzystnym świetle niż płyny estrowe. Z kolei w zakresie zagadnień ochrony przeciwpożarowej zarówno estry syntetyczne, jak i większość estrów naturalnych jest charakteryzowana wysoką temperaturą zapłonu, która definiuje klasę palności tych cieczy jako klasę K2 lub K3, a więc płyny słabopalne, czego nie można powiedzieć o olejach mineralnych. Jak wspomniano wyżej, obok dobrych właściwości przyjaznych środowisku, estry powinny charakteryzować się także dobrymi właściwościami dielektrycznymi oraz odpowiednią efektywnością w odprowadzaniu ciepła z uzwojeń transformatorów [1–6]. W tym pierwszym przypadku jednym z ważnych dla poprawnej pracy transformatora aspektów jest wytrzymałość udarowa estrów. Badania nad tą wytrzymałością, a ściślej pomiary udarowego napięcia przebicia, zostały przeprowadzone przez autorów niniejszej pracy dla 4 komercyjnych estrów i porównawczo dla oleju mineralnego. Badania oparte zostały o normę IEC 897 z tym, że dodatkowo rozszerzone zostały o pomiar światła emitowanego w fazie przedprzebieciowej i podczas samego przebiecia z użyciem techniki fotopowielaczowej.

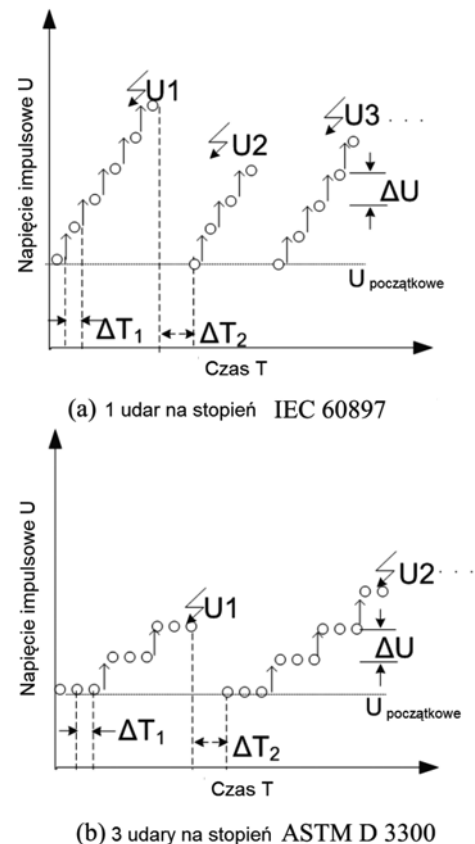
Procedury pomiarowe stosowane do oceny udarowego napięcia przebicia cieczy dielektrycznych

W zakresie wyznaczania udarowego napięcia przebicia cieczy dielektrycznych można stosować dwa podejścia, które bazują na odpowiednich normach przedmiotowych. Pierwszą z norm jest norma amerykańska

ASTM D3300-12 „Standard test method for dielectric breakdown voltage of insulating oils of petroleum origin under impulse conditions” [7], drugą zaś norma europejska PN-IEC 897 „Metody wyznaczania udarowego napięcia przebicia cieczy izolacyjnych” [8].

Norma ASTM do wyznaczenia udarowego napięcia przebicia sugeruje wykorzystanie standardowego udaru napięciowego piorunowego 1,2/50 μ s o biegunowości ujemnej. Układem elektrod, do którego przykładają się kolejne udary jest układ elektrod kulowych o przerwie 3,8 mm lub układ ostrze-kula o przerwie 25,4 mm. Aby wyznaczyć udarowe napięcie przebicia wykorzystuje się metodę schodkową z krokiem 5 lub 10 kV. Na każdym poziomie napięcia, począwszy od założonej wartości początkowej, udar doprowadzany jest trzykrotnie przy zachowaniu minimum 30-sekundowej przerwy pomiędzy nimi. Procedurę pomiarową przeprowadza się pięciokrotnie, a za wartość napięcia przebicia uznaje się wartość średnią wyników otrzymanych z pięciu przeprowadzonych procedur. Dodatkowo podawane jest także średnie odchylenie standardowe.

W przypadku normy IEC proponowanym układem elektrod jest układ ostrze-kula, z odstępem elektrod 10, 15 lub 25 mm w zależności od oczekiwanej udarowej wytrzymałości elektrycznej badanej cieczy. Ostrze



Rys. 1. Szkic metod używanych do pomiaru udarowego napięcia przebicia cieczy dielektrycznych

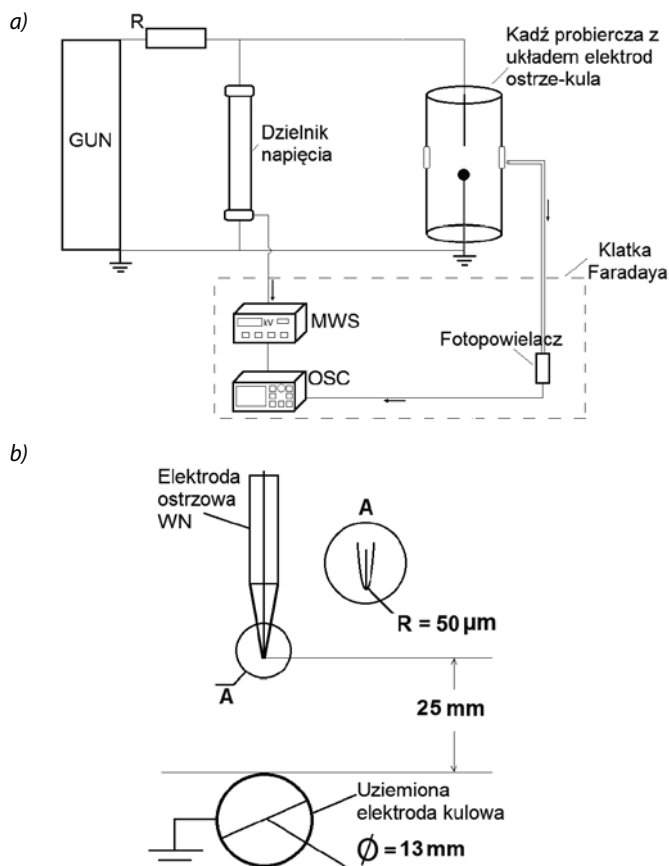
powinno posiadać promień krzywizny od 40 do 70 μm , a kula średnicę 12,5–13 mm. W przeciwieństwie do zaleceń normy ASTM, pomiar wykonuje się z jednym uderem na stopień (najczęściej 5 kV), przy założeniu jednak, że próbka powinna wytrzymać minimum 3 poziomy napięcia przed przebiciem. Gdy tak nie jest, próbę należy powtórzyć, rozpoczynając pomiary od niższego niż pierwotne napięcia początkowego (o 6 lub 10 kV w stosunku do założonej wartości). Podobnie jak w przypadku normy ASTM, należy przeprowadzić 5 procedur pomiarowych, a jako wynik podać średnie udarowe napięcie przebicia oraz średnie odchylenie standardowe. Norma IEC nie podaje jednak, jakiej biegunowości udar należy stosować w pomiarach. Zwyczajowo stosuje się udar o biegunowości ujemnej. Na rys. 1. zilustrowano zarys metod określania udarowego napięcia przebicia stosowanych odpowiednio w normie IEC (rys. 1a) oraz ASTM (rys. 1b). ΔT_1 oznacza czas pomiędzy kolejnymi uderami, zaś ΔT_2 czas pomiędzy kolejnymi procedurami pomiarowymi.

Ciecze poddane badaniom

Badania autorskie dotyczyły czterech cieczy biodegradowalnych (dwóch estrów naturalnych i dwóch estrów syntetycznych) oraz oleju mineralnego jako cieczy odniesienia. W tabeli 1. zestawiono parametry przebadanych cieczy pochodzące z ich kart katalogowych oraz innych dostępnych dla potencjalnych użytkowników dokumentów. Cieczy wykorzystane do badań nie podlegały przed ich rozpoczęciem żadnej obróbce. Zostały wykorzystane w formie dostarczonej przez ich producentów.

Sposób przeprowadzenia eksperymentu

W badaniach wykorzystano układ laboratoryjny, którego schemat pokazano na rys. 2a. Na rysunku 2b schematycznie pokazano także układ elektrod użyty w badaniach wraz z jego wymiarami. Układ ten jest układem narzucanym przez wspomnianą wcześniej normę IEC 897.



Rys. 2. Układ eksperymentalny wykorzystany w badaniach autorskich: R – rezystor ograniczający, GUN – generator udarów napięciowych, MWS – miernik wartości szczytowej, OSC – oscyloskop (a) oraz układ elektrod zalecany przez normę IEC 897 (b)

Źródłem napięcia udarowego piorunowego w układzie był 6-stopniowy generator Marxa o napięciu znamionowym 500 kV i energii 2.2 kJ. Wytworzony udar (ujemnej lub dodatniej biegunowości) był doprowadzany

Tabela 1. Podstawowe właściwości przebadanych estrów syntetycznych, estrów naturalnych i oleju mineralnego [4, 9–11]

	Jednostki	Ester syntetyczny (Midel 7131)	Ester syntetyczny (Envirotemp 200)	Ester naturalny (Envirotemp FR3)	Ester naturalny o obniżonej lepkości (Nomex 970FLD)	Olej mineralny (Shell Diala Oil)
Właściwości fizykochemiczne						
Gęstość w 20 °C	kg / dm ³	0,97	0,97	0,92	0,89	0,88
Ciepło właściwe w 20 °C	J / kg K	1880	-	1848	1950	1860
Przewodność cieplna w 20 °C	W / m K	0,144	-	0,177	0,147	0,126
Lepkość kinematyczna w 100 °C	mm ² / s	5,25	5,6	8,0	4,6	2,6
Temperatura krzepnięcia	C	-60	-54	-21	-28	-50
Temperatura zapłonu	C	316	310	360	270	170
Temperatura palenia	C	260	265	316	190	150
Klasyfikacja zagrożenia pożarowego według IEC 61100 / IEC 61039	-	K3	K3	K2	0	0
Biodegradowalność	%	łatwo biodegradowalne	łatwo biodegradowalne	łatwo biodegradowalne	łatwo biodegradowalne	nie biodegradowalny
Właściwości dielektryczne						
Napięcie przebicia	kV	> 75	>75	> 75	>75	>70
Współczynnik strat dielektrycznych tgδ w 90 °C	-	< 0,02	0,015	< 0,02	0,04	< 0,002
Przenikalność elektryczna w 20 °C	-	3,2	3,2	3,1	2,82	2,2

do kadzi probierczej wykonanej z Perspexu (materiału przezroczystego), gdzie umieszczony został układ elektrod ostrze-kula o wymiarach jak na rys. 2b. Wartość szczytowa udaru mierzona była z użyciem rezystancyjnego dzielnika napięcia i miernika wartości szczytowej. Jednocześnie przebieg napięcia był rejestrowany na ekranie oscyloskopu, dzięki czemu możliwe było określenie chwili przebicia (nagłe załamanie fali napięciowej) i następnie na tej podstawie czasu do przebicia [12]. W badaniach autorskich zastosowana została dodatkowo technika fotopowielaczowej rejestracji światła emitowanego przez wyładowanie w czasie poprzedzającym przebicie, jak i podczas samego przebicia. Z wykorzystaniem fotopowielacza serii Hamamatsu R1925A o rozdzielczości widmowej 300–850 nm możliwe było rejestrowanie światła o niewielkiej intensywności, które po wzmocnieniu w formie przebiegu czasowego było wyświetlane razem z sygnałem napięciowym na ekranie oscyloskopu [12–14]. Sygnał świetlny był doprowadzony do fotopowielacza kablem światłowodowym składającym się z 37 pojedynczych włókien dających finalnie aktywną powierzchnię zbierającą światło o średnicy 5 mm. Końcówka światłowodu była umieszczona przy ścianie bocznej kadzi, w odległości ok. 10 cm od osi układu ostrze-kula.

Pomiary zostały wykonane zgodnie z procedurą przedstawioną na rys. 2a. W przypadku każdej z biegunowości rozpoczęły się od eksperymentalnie wyznaczonej wartości startowej zgodnie z zaleceniami normy IEC 897. Następnie kolejne udary były doprowadzane do układu elektrod z założonym krokiem $\Delta U = 5$ kV. Czas pomiędzy kolejnymi udarami (ΔT_1) wynosił 1 minutę, natomiast czas pomiędzy kolejnymi procedurami pomiarowymi (ΔT_2) 30 minut. Jak wspomniano wyżej, norma IEC 897 zakłada przeprowadzenie 5 procedur pomiarowych i na bazie otrzymanych wyników określenie wartości średniej udarowego napięcia przebicia oraz odchylenia standardowego. Podejście autorskie bazowało na wykonaniu 20 procedur, a więc 20 wartości udarowego napięcia przebicia posłużyło do wyznaczenia charakterystycznych wskaźników dla danej cieczy. Dodatkowo po 10 przebicjach próbka cieczy została wymieniona na nową.

Wyniki pomiarów i dyskusja

Wyniki uzyskane na podstawie badań eksperymentalnych zostały zestawione w tabeli 2. (dla biegunowości ujemnej udaru) oraz w tabeli 3. (dla biegunowości dodatniej). Jak zaznaczono wcześniej, pomiary napięć przebicia zostały uzupełnione także pomiarami czasu do przebicia.

Tabela 2. Ujemne udarowe napięcie przebicia oraz odpowiadający mu czas do przebicia

Rodzaj cieczy	Napięcie przebicia [kV]		Czas do przebicia [μ s]	
	Wartość średnia	Odchylenie standardowe	Wartość średnia	Odchylenie standardowe
Olej mineralny Shell DIALA	127,50	6,98	24,30	3,40
Ester syntetyczny Envirotemp 200	121,25	5,10	32,55	2,48
Ester syntetyczny Midel 7131	123,00	5,23	32,35	2,35
Ester naturalny Nomex 970 FLD	120,75	5,91	20,30	2,52
Ester naturalny Envirotemp FR3	123,25	4,94	19,40	3,14

Tabela 3. Dodatnie udarowe napięcie przebicia oraz odpowiadający mu czas do przebicia

Rodzaj cieczy	Napięcie przebicia [kV]		Czas do przebicia [μ s]	
	Wartość średnia	Odchylenie standardowe	Wartość średnia	Odchylenie standardowe
Olej mineralny Shell DIALA	60,75	1,83	12,20	0,62
Ester syntetyczny Envirotemp 200	65,00	3,97	13,90	1,62
Ester syntetyczny Midel 7131	64,50	3,20	14,20	1,32
Ester naturalny Nomex 970 FLD	61,25	3,19	12,90	0,72
Ester naturalny Envirotemp FR3	69,25	2,45	15,25	1,48

Wyniki uzyskane dla biegunowości ujemnej są zbieżne z obserwacjami przedstawionymi w [13]. Udarowe napięcie przebicia jest wyższe w przypadku oleju mineralnego, przy czym zarejestrowana różnica (4–7 kV) jest znacząco niższa niż przytoczona w [13]. Niemniej pamiętać należy, że sama wartość udarowego napięcia przebicia uzyskana dla układu o polu niejednorodnym jest niższa, tak więc i spodziewana różnica musi być proporcjonalnie niższa. Pewnym interesującym aspektem porównawczym może być czas do przebicia. Zestawiając wyniki dotyczące estrów syntetycznych i oleju mineralnego otrzymana zależność nie wzbudza podejrzeń – z wyższym napięciem przebicia koresponduje krótszy czas do przebicia. W przypadku estrów naturalnych, dla obu z nich z niższą wytrzymałością wiąże się także krótszy czas do przebicia, co jednoznacznie świadczy o ich gorszych właściwościach w aspekcie narażeń natury udarowej biegunowości ujemnej. Jakkolwiek trzeba mieć na względzie ogólnie minimalne różnice w otrzymanych wynikach.

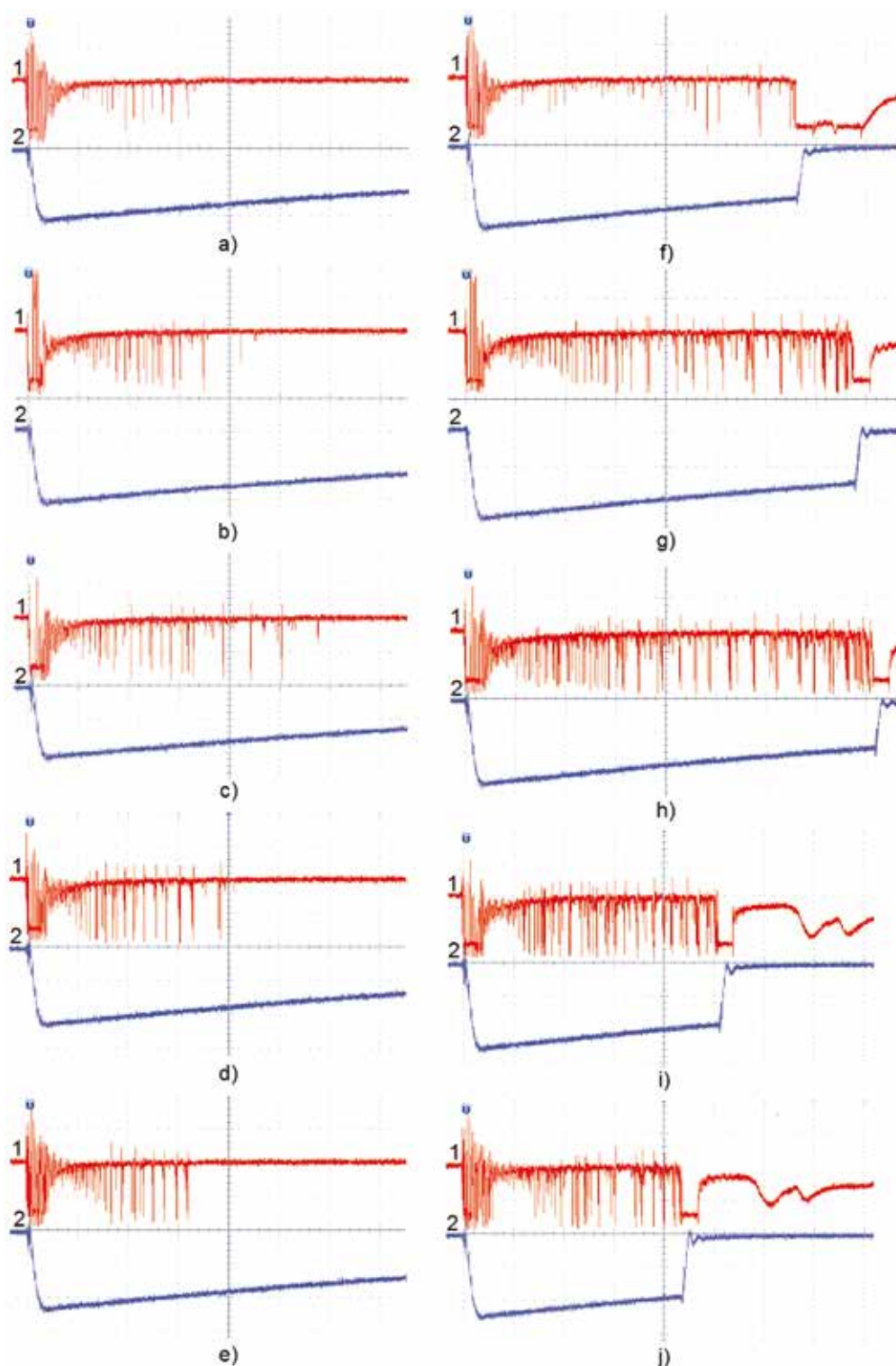
Analizując z kolei tabelę 3. widzimy, że otrzymane wyniki w znacznym stopniu odbiegają od tych uzyskanych dla ujemnej biegunowości udaru. Nie mówimy tu oczywiście o samej wartości udarowego napięcia przebicia, która musi być znacząco niższa, ale o różnicach pomiędzy poszczególnymi cieciami. Z przeprowadzonych pomiarów wynika, że dla dodatniej biegunowości udaru najgorszymi właściwościami spośród badanych cieczy charakteryzuje się olej mineralny, który posiada blisko 10% niższą wartość dodatniego udarowego napięcia przebicia w porównaniu z oboma estrami syntetycznymi i blisko 20% niższą wartość od jednego z estrów naturalnych (Envirotemp FR3), który w porównawczej ocenie wszystkich cieczy wypada w tym przypadku najlepiej. Najlepsze parametry w zakresie wytrzymałości udarowej estru naturalnego Envirotemp FR3 przy napięciu biegunowości dodatniej dodatkowo potwierdza porównanie czasów do przebicia. Mimo wyższego napięcia przebicia czasy do przebicia dla wzmiankowanego estru są także najdłuższe w porównaniu z pozostałymi badanymi cieciami.

Dodatkowym aspektem porównawczym w badaniach autorskich była ocena procesów przed-przebiciowych i przebiciowych na bazie zarejestrowanych przebiegów emitowanego światła. Reprezentatywne oscylogramy dotyczące biegunowości ujemnej przedstawione zostały na rys. 3. Przebiegi od (a) do (e) przedstawiają sytuację, kiedy nie doszło do przebicia, natomiast przebiegi od (f) do (j), gdy przebicie miało miejsce. Odpowiednie przypadki zostały dobrane tak, by dotyczyły tej samej wartości szczytowej napięcia udarowego piorunowego. W pierwszym przypadku, mimo braku przebicia, wyraźnie widać, że wyładowanie rozwija się (rejestrowane są impulsy światła o narastających w czasie wartościach szczytowych) lecz nie dociera do przeciwległej elektrody

uziemionej, a więc nie zwiera przerwy między elektrodami (nie jest widoczne nagłe załamanie sygnału napięciowego). Mamy więc do czynienia z wyładowaniami niezupełnymi, które w literaturze nazywane są wyładowaniami typu „stopping length”. Takie wyładowania zanikają w przestrzeni międzyelektrodowej po osiągnięciu pewnej odległości od elektrody inicjującej z powodu zbyt niskiej wartości natężenia pola elektrycznego, które jest niewystarczające do podtrzymania procesów jonizacyjnych we wnętrzu kanału wyładowań [12, 14–16]. Zaobserwowane zjawiska są niezależne od tego, w jakiej cieczy rozwija się wyładowanie. Są natomiast zależne od wartości napięcia probierczego. Im wyższe napięcie probiercze tym dłuższy czas do zaniknięcia rejestrowanych impulsów światła, ich wyższe wartości szczytowe w danej chwili czasowej oraz wyższe częstotliwości. Finalnie, co widać w drugim przypadku na rysunkach (f–j) odpowiednia wartość szczytowa udaru doprowadza do dotarcia wyładowań w okolicę elektrody uziemionej i uformowania się kanału przebiciowego. W przypadku estrów wyraźnie widać, że częstotliwość impulsów w porównaniu do przypadku, gdy przebicie nie następuje, jest znacznie wyższa. Intensywność procesów przed-przebiciowych jest więc większa.

Mimo, iż ogólne zależności pomiędzy emisją światła a napięciem probierczym są podobne dla wszystkich cieczy, można zaobserwować pewne niewielkie różnice pomiędzy przebiegami dotyczącymi estrów a przebiegami charakterystycznymi dla oleju mineralnego. Na każdym poziomie napięcia probierczego impulsy światła, odpowiadające wyładowaniom rozwijającym się w oleju mineralnym, posiadały niższe wartości szczytowe i niższą częstotliwość niż impulsy odpowiadające wyładowaniom w estrach. Można więc stwierdzić, że badany olej mineralny jest cieczą bardziej odporną na pojawienie się szybko następujących po sobie impulsów światła wskazujących na intensywnie propagujące wyładowania elektryczne.

W przypadku oscylogramów dotyczących zjawiska przebicia cieczy, na szczególную uwagę zasługuje moment tuż po przebiciu, gdzie intensywność światła jest znacząco większa niż dla zjawisk przed-przebiciowych, co objawia się pojawieniem się kontinuum świetlnego o szerokości kilku μs . Porównując między sobą przypadki dotyczące poszczególnych cieczy można zauważyć, że kontinuum to jest znacznie szersze dla przebicia w oleju mineralnym niż dla przebicia w estrach. Tak więc, mimo iż intensywność światła związana ze zjawiskami przed-przebiciowymi jest niższa dla przypadku oleju mineralnego to już sam kanał przebiciowy emituje znacznie więcej światła. Wytworzony więc w oleju mineral-



Rys. 3. Oscylogramy światła i przebiegi napięcia zarejestrowane dla przypadków bez przebicia i z przebiciem dla poszczególnych cieczy dielektrycznych, $t = 4 \mu\text{s}/\text{dz.}$, 1 – przebieg światła [jedn. wzgl.], 2 – napięcie [50 kV/dz.]: a, f – olej mineralny Shell Diala; b, g – ester syntetyczny Envirotemp 200; c, h – ester syntetyczny Midel 7131; d, i – ester naturalny Nomex 970FLD; h, j – ester naturalny Envirotemp FR3

nym kanał przebiciowy może oddziaływać intensywniej na elementy izolacji stałej transformatora. Porównując natomiast same estry, nie zostały zaobserwowane znaczące różnice między nimi w omawianym zakresie.

W powyższym opisie oscylogramów światła rozważania oparto na wynikach dotyczących biegunowości ujemnej udaru. Generalnie podobne zależności i zjawiska, choć o mniejszej intensywności wynikającej przede wszystkim z niższego napięcia probierczego, dotyczyły także biegunowości dodatniej.

Wnioski

Estry syntetyczne i naturalne w zakresie ich parametrów dielektrycznych stanowią interesującą alternatywę dla olejów mineralnych stosowanych w transformatorach. Wydaje się, że rozwój aplikacji z estrami będzie nadal postępował w ciągu najbliższych lat, co widać we wzroście liczby jednostek napełnianych tymi płynami, jak również we wzroście liczby produktów dostępnych na rynku dla producentów transformatorów.

W aspekcie wytrzymałości udarowej estrów, który to temat został przedstawiony w niniejszym artykule, trudno jednoznacznie stwierdzić, czy estry posiadają gorsze właściwości w tym zakresie. Zaobserwowane różnice pomiędzy nimi a olejem mineralnym są minimalne. Porównując natomiast same estry można wnioskować, że wszystkie płyny wykazują podobne właściwości przy narażeniach natury udarowej i mogą być z powodzeniem stosowane w tym samym zakresie w aplikacjach wysokonapięciowych, jeśli weźmiemy pod uwagę udarowe napięcie przebicia jako oceniany parametr.

Należy jednak podkreślić, że estry, jako wciąż nowe produkty na rynku transformatorowym, wymagają ciągłych badań, nie tylko w odniesieniu do ich właściwości dielektrycznych.

Bibliografia

- [1] Oommen T. V.: *Vegetable oils for liquid-filled transformers*, IEEE Electr. Insul. Mag., Vol. 18, pp. 6–11, 2002.
- [2] Gockenbach E., Borsi H.: *Natural and synthetic ester liquids as alternative to mineral oil for power transformers*, 2008 IEEE CEIDP, pp. 521–524.
- [3] Pukel G. J. i inni: *Environmental friendly insulating liquids – a challenge for power transformers*, Cigre Southern Africa Regional Conf., Paper P510, 2009.
- [4] Cigre brochure 436, *Experiences in service with new insulating liquids*, 2011.
- [5] Martin D., Lelekakis N., Guo W., Ordenko Y.: *Further studies of a vegetable-oil-filled power transformer*, IEEE Electr. Insul. Mag., Vol. 27, pp. 6–13, 2011.
- [6] Rapp K. J., Luksich J., Sbravati A.: *Application of natural ester insulating liquids in power transformers*, Proceedings of My Transfo, pp. 1–7, 2014.
- [7] ASTM D3300-12 *Standard test method for dielectric breakdown voltage of insulating oils of petroleum origin under impulse conditions*.
- [8] PN-IEC 897 *Metody wyznaczania udarowego napięcia przebicia cieczy izolacyjnych*.
- [9] www.midel.com
- [10] <http://www.envirotempfluids.com/>
- [11] ShellDialaOil – Product DataSheet.
- [12] Rozga P., Stanek M.: *Comparative analysis of lightning breakdown voltage of natural ester liquids of different viscosities supported by light emission measurement*, IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul., Vol. 24, pp. 991–999, 2017.
- [13] Liu Q., Wang Z. D., Perrot F.: *Impulse breakdown voltages of ester-based transformer oils determined by using different test methods*, 2009 IEEE CEIDP, pp. 608–612.
- [14] Liu Q., Wang Z. D.: *Streamer characteristic and breakdown in synthetic and natural ester transformer liquids under standard lightning impulse*, IEEE Trans. Diel. Elect. Insul, Vol. 18, pp. 285–294, 2011.
- [15] Lesaint O., Massala G.: *Positive streamer propagation in large oil gaps: Experimental characterization of propagation mode*, IEEE Trans. Diel. Electr. Insul., Vol. 5, pp. 360–370, 1998.
- [16] Rozga P.: *Streamer propagation in small gaps of synthetic ester and mineral oil under lightning impulse*, IEEE Trans. Diel. Electr. Insul., Vol. 22, pp. 2754–2762, 2015.

Pomiary odbiorcze i okresowe instalacji elektrycznej w obiekcie budowlanym

dr inż. Artur Szczęsny
Instytut Systemów Inżynierii Elektrycznej PŁ

1. Wstęp

Każdy obiekt budowlany wyposażony w instalację elektryczną, przed oddaniem do użytkowania musi zostać poddany badaniom instalacji. Do wykonywania zobowiązani są zarządcy lub właściciele, którzy czynności te powinni powierzyć osobom wykwalifikowanym. Z pomiarów elektrycznych należy sporządzić odpowiedni protokół, który należy przechowywać do końca okresu ważności badań. Zazwyczaj badania instalacji, podobnie

jak przy pracach projektowych, powierza się wykwalifikowanym i sprawdzonym firmom działającym na branżowym rynku.

2. Podstawowe definicje związane z badaniami instalacji

Według ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. *Prawo budowlane* (tekst jednolity Dz. U. nr 156 z 2006 r., poz. 1118; Dz. U. nr 170 z 2006 r., poz. 1217 oraz nr 88 z 2007 r., poz. 587) ilekroć jest mowa o:

- 1) **obiekcie budowlanym** – należy przez to rozumieć budynek, budowlę bądź obiekt małej architektury wraz z instalacjami zapewniającymi możliwość użytkowania obiektu zgodnie z jego przeznaczeniem, wzniesiony z użyciem wyrobów budowlanych;

- 2) **budynku** – należy przez to rozumieć taki obiekt budowlany, który jest trwale związany z gruntem, wydzielony z przestrzeni za pomocą przegród budowlanych oraz posiada fundamenty i dach;
- 3) **budowli** – należy przez to rozumieć każdy obiekt budowlany niebędący budynkiem lub obiektem małej architektury, jak: obiekty liniowe, lotniska, mosty, wiadukty, estakady, tunele, przepusty, sieci techniczne, **wolno stojące maszty antenowe, wolno stojące trwale związane z gruntem tablice reklamowe i urządzenia reklamowe**, budowle ziemne, obronne (fortyfikacje), ochronne, hydrotechniczne, zbiorniki, wolno stojące instalacje przemysłowe lub urządzenia techniczne, oczyszczalnie ścieków, składowiska odpadów, stacje uzdatniania wody, konstrukcje oporowe, nadziemne i podziemne przejścia dla pieszych, sieci uzbrojenia terenu, budowle sportowe, cmentarze, pomniki, a także części budowlane urządzeń technicznych (kotłów, pieców przemysłowych, elektrowni wiatrowych, elektrowni jądrowych i innych urządzeń) oraz fundamenty pod maszyny i urządzenia, jako odrębne pod względem technicznym części przedmiotów składających się na całość użytkową.

Przez **instalację** związaną z obiektami, w tym **instalację elektryczną** należy zgodnie z PN-EN 61140:2005 rozumieć: **zespół współpracujących ze sobą elementów elektrycznych o skoordynowanych parametrach technicznych przeznaczony do określonych celów.**

Wśród nich należy wyróżnić:

- instalację oświetleniową,
- instalację siłową.

Zależnie od przewidywanego czasu użytkowania instalacji wyróżnia się:

- instalacje elektryczne stałe,
- instalacje elektryczne prowizoryczne (tymczasowe).

A zgodnie z normą PN-EN 61140 instalacje elektryczne należy wypożyczyć w odpowiednie urządzenia, od których:

- w punkcie 8.1.2.1. *Umieszczenie urządzeń i elementów* wymaga się, żeby urządzenia były tak zaprojektowane i zainstalowane, aby przyrządy i elementy były dostępne i widoczne dla osób znajdujących się w pozycji, w której mogą wyraźnie i bezpiecznie obsługiwać przyrządy i wymieniać elementy;
- w punkcie 8.1.2.2. *Dostępność i obsługa* wymaga się, żeby droga dostępu i przestrzeń niezbędna dla obsługi była taka, aby ochrona przed niezamierzonym stykiem z częściami niebezpiecznymi lub przed niezamierzonym wejściem do strefy niebezpiecznej była zapewniona przez odpowiednią odległość, określoną przepisach.

W obiektach budowlanych występują także:

1. **instalacja uziemiająca** – wszystkie elektryczne połączenia i urządzenia występujące w uziemieniu sieci instalacji i urządzeń lub inaczej – ogół połączonych między sobą uziomów, przewodów uziomowych oraz przewodów uziemiających i zastosowanych do tego celu elementów przewodzących, np. płaszcze kabli;
2. **instalacja wyrównywania potencjałów** – całość połączonych między sobą przewodów wyrównawczych oraz elementów spełniających podobne zadania (np. osłony, inne elementy przewodzące), instalacja wyrównywania potencjałów może być równocześnie instalacją uziemiającą lub częścią instalacji uziemiającej.

3. Wymagania stawiane osobom wykonującym pomiary

W kwestii posiadanych kwalifikacji oraz bezpiecznego wykonywania czynności pomiarowych należy odwołać się do następujących przepisów:

3.1. Prawo budowlane w artykule 62.1 mówi:

Kontrole stanu technicznego instalacji elektrycznych, piorunochronnych i gazowych (...) mogą przeprowadzać osoby posiadające kwalifikacje wymagane przy wykonywaniu dozoru nad eksploatacją urządzeń, instalacji oraz sieci energetycznych i gazowych.

W praktyce oznacza to, że aby sporządzony po pomiarach protokół miał moc prawną, osoba, która go wystawia powinna legitymować się świadectwem kwalifikacyjnym grupy G1 w zakresie dozoru nad eksploatacją urządzeń, instalacji oraz sieci energetycznych oraz urządzeń kontrolno-pomiarowych.

3.2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 marca 2013 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych

Do prac eksploatacyjnych przy urządzeniach energetycznych stwarzających możliwość wystąpienia szczególnego zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzkiego należy zaliczyć w szczególności prace:

- 1) wewnątrz niebezpiecznych przestrzeni zamkniętych, komór parleniskowych kotłów, kanałów spalin, elektrofiltrów, absorberów, walczaków kotłów, kanałów i lejów zsypowych, rurociągów sieci ciepłych oraz w zbiornikach paliw płynnych i gazowych;
- 2) wewnątrz zasobników węgla lub biomasy oraz zasobników pyłu węglowego lub biomasy;
- 3) niebezpieczne pod względem pożarowym wykonywane w strefach zagrożenia wybuchem;
- 4) w obiegach wody elektrowni i elektrociepłowni wymagające wejścia do kanałów, rurociągów, rur ssawnych i zbiorników, jak również prace na ujęciach i zrzutach wody wykonywane z pomostów, łodzi lub barek oraz prowadzone pod powierzchnią wody;
- 5) z zakresu konserwacji, remontów, montażu, kontrolno-pomiarowego, wykonywane wewnątrz turbin wiatrowych lub gondoli oraz prace z zakresu zewnętrznej konserwacji gondoli lub śmigieł wirnika turbiny wiatrowej;
- 6) **wykonywane w pobliżu nieosłoniętych urządzeń elektroenergetycznych lub ich części, znajdujących się pod napięciem;**
- 7) przy urządzeniach elektroenergetycznych wyłączonych spod napięcia lecz uziemionych w taki sposób, że którekolwiek z uziemień nie jest widoczne z miejsca wykonywania pracy;
- 8) w wykopach, z zakresu konserwacji, remontów, kontrolno-pomiarowego, wykonywane przy gazociągach lub innych urządzeniach gazowniczych oraz rurociągach sieci ciepłych;
- 9) konserwacyjne, modernizacyjne lub remontowe przy kolejowej sieci trakcyjnej znajdującej się pod napięciem;
- 10) przy wyłączonych spod napięcia lub znajdujących się w budowie elektroenergetycznych liniach napowietrznych, które krzyżują się w strefie ograniczonej uziemieniami ochronnymi z liniami znajdującymi się pod napięciem lub mogącymi znaleźć się pod napięciem, w tym przewodami trakcji elektrycznej;
- 11) na skrzyżowaniach linii elektroenergetycznych znajdujących się pod napięciem lub mogących znaleźć się pod napięciem i przewodami trakcji elektrycznej;

- 12) przy wyłączonym spod napięcia torze wielotorowej elektroenergetycznej linii napowietrznej o napięciu 1 kV i powyżej, jeżeli którykolwiek z pozostałych torów linii pozostaje pod napięciem;
- 13) konserwacyjne, remontowe lub montażowe przy urządzeniach i instalacjach rozładowniczych paliw płynnych i gazowych.

Szczegółowy wykaz prac, o których mowa w ust. 2, powinien być ustalony i aktualizowany w oparciu o przepisy wydane na podstawie art. 237.15 ustawy z dnia 26 czerwca 1974 r. – *Kodeks pracy* oraz wyniki identyfikacji zagrożeń i oceny ryzyka związanego z zagrożeniami, mogącymi wystąpić podczas wykonywania prac.

Prace, o których mowa w ust. 2 i 3, wykonują co najmniej dwie osoby w celu zapewnienia asekuracji.

3.3. Ponadto Kodeks pracy przewiduje:

Art. 225. § 1.

Pracodawca jest obowiązany zapewnić, aby prace, przy których istnieje możliwość wystąpienia szczególnego zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzkiego, były wykonywane przez co najmniej dwie osoby, w celu zapewnienia asekuracji.

Art. 225. § 2.

Wykaz prac, o których mowa w § 1, ustala pracodawca po konsultacji z pracownikami lub ich przedstawicielami, uwzględniając przepisy wydane na podstawie art. 237.15.

4. Podział i zakres badań instalacji

Do wykonywania pomiarów elektrycznych są zobowiązani zarządcy oraz właściciele budynków. Mówi o tym ustawa *Prawo budowlane*

– w art. 5.: Obiekt budowlany należy użytkować w sposób zgodny z jego przeznaczeniem i wymaganiami ochrony środowiska oraz utrzymywać w należytych stanie technicznym;

– w art. 62. 1.: Obiekty budowlane powinny być w czasie ich użytkowania poddawane przez właściciela lub zarządcę kontroli:

- 1) **okresowej, co najmniej raz w roku**, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego:
 - a) elementów budynku, budowli i instalacji narażonych na szkodliwe wpływy atmosferyczne i niszczące działania czynników występujących podczas użytkowania obiektu,
 - b) instalacji i urządzeń służących ochronie środowiska,
 - c) instalacji gazowych oraz przewodów kominowych (dymowych, spalinowych i wentylacyjnych);
- 2) **okresowej, co najmniej raz na 5 lat**, polegającej na sprawdzeniu stanu technicznego i przydatności do użytkowania obiektu budowlanego, estetyki obiektu budowlanego oraz jego otoczenia; kontrolą tą powinno być objęte również badanie instalacji elektrycznej i piorunochronnej w zakresie stanu sprawności połączeń, osprzętu, zabezpieczeń i środków ochrony od porażenia, oporności izolacji przewodów oraz uziemień instalacji i aparatów. Dodatkowo wykonywania pomiarów elektrycznych wymaga Polska Norma PN-HD 60364-6.

Natomiast podczas przyjmowania do eksploatacji elektrycznych instalacji i urządzeń w pomieszczeniach normalnych i zagrożonych wybuchem należy wykonać pomiary odbiorcze pomontażowe zgodnie z wymaganiami normy PN-HD 60364.6:2008 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Sprawdzenie.”

Norma wymaga, aby każda instalacja przed przekazaniem do eksploatacji była poddana oględzinom i próbom celem sprawdzenia, czy zostały spełnione wymagania normy. Przed przystąpieniem do prób należy udostępnić wykonującym sprawdzenie instalacji dokumentację

techniczną wraz z protokołami oględzin i prób cząstkowych wykonanych podczas montażu instalacji, gdzie:

1. **ogłędziny** mające dać odpowiedź, czy zainstalowane na stałe urządzenia elektryczne spełniają wymagania bezpieczeństwa podane w odpowiednich normach przedmiotowych i, czy zainstalowanie wyposażenia jest zgodne z instrukcjami wytwórcy tak, aby zapewniało jego poprawne działanie,
2. **próby i pomiary** mające dać odpowiedź, czy zachowane są wymagane parametry techniczne i spełnione są podane w normach i dokumentacji wymagania dotyczące zainstalowanych urządzeń i instalacji elektrycznych.

4.1. Oględziny

Jest to kontrola instalacji elektrycznej za pomocą zmysłów, celem upewnienia się, czy wyposażenie elektryczne zostało prawidłowo dobrane i zainstalowane. Oględziny mają potwierdzić, że urządzenia:

- spełniają wymagania bezpieczeństwa podane w odpowiednich normach;
- zostały prawidłowo dobrane i zainstalowane zgodnie z wymaganiami normy;
- nie mają uszkodzeń pogarszających bezpieczeństwo;
- mają właściwy sposób ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym;
- właściwie dobrano przekroje i oznaczono przewody neutralne, ochronne, i fazowe;
- właściwie dobrano i oznaczono zabezpieczenia i aparaturę;
- są wyposażone w schematy i tablice ostrzegawcze i informacyjne;
- zapewniony jest dostęp do urządzeń dla wygodnej obsługi, identyfikacji, konserwacji i napraw.

W załączniku G2 normy PN-HD 60364.6 2008 szczegółowo podano przykłady tematów, które należy sprawdzić podczas oględzin instalacji. Zostały one przytoczone w 4.2.1: *Przykłady tematów, które należy sprawdzić podczas oględzin instalacji.*

Postanowienia ogólne:

- dobra jakość wykonania i użycie właściwych materiałów,
- obwody, które powinny być separowane (brak wzajemnego połączenia punktów neutralnych obwodów),
- obwody, które powinny być rozpoznane (przewody neutralny i ochronny w takiej samej kolejności jak przewody fazowe),
- czasy wyłączania, możliwe do spełnienia przez zainstalowane urządzenia ochronne,
- wystarczająca liczba obwodów,
- wystarczająca liczba przewidzianych gniazd wtyczkowych,
- wszystkie obwody właściwie oznaczone,
- właściwie dobrany łącznik główny,
- główne odłączniki do wyłączenia wszystkich przewodów czynnych, jeżeli ma to zastosowanie,
- główny zacisk uziemiający, łatwo dostępny i oznaczony,
- przewody właściwie oznaczone,
- zainstalowane właściwe bezpieczniki lub wyłączniki,
- wszystkie połączenia bezpieczne,
- cała instalacja uziemiona zgodnie z normami krajowymi,
- połączenia wyrównawcze główne łączą instalacje przychodzące oraz inne części przewodzące obce z głównymi urządzeniami uziemiającymi,
- połączenia wyrównawcze dodatkowe zostały przewidziane we wszystkich łazienkach i pomieszczeniach z prysznicem,
- wszystkie części czynne są albo izolowane, albo umieszczone w obudowach.

4.1.1. Ochrona podstawowa (ochrona przed dotykiem bezpośrednim)

- izolacja części czynnych,
- przegrody (sprawdzenie adekwatności i pewności),
- obudowy mają stopień ochrony odpowiadający wpływom zewnętrznym,
- obudowy mają prawidłowo uszczelnione otwory do wprowadzenia przewodów,
- obudowy mają zasłepione nieużywane otwory do wprowadzenia przewodów, jeżeli to konieczne.

4.1.2. Wyposażenie

1. Przewody i przewody sznurowe oraz przewody inne niż giętkie i przewody sznurowe:

- przewody giętkie i przewody sznurowe,
- przewody ochronne;

2. Akcesoria oprzewodowania (oprawy oświetleniowe – patrz niżej)

Postanowienia ogólne (właściwe dla każdego typu akcesoriów):

- gniazda wtyczkowe,
- puszki połączeniowe,
- element złącza,
- blok sterujący kuchenki,
- urządzenia sterujące oświetleniem,
- połączenia stałe odbiorników (łącznie z oprawami oświetleniowymi);

3. Rury instalacyjne. Postanowienia ogólne:

- rury instalacyjne metalowe sztywne,
- rura metalowa elastyczna,
- rura niemetalowa sztywna;

4. Listwy instalacyjne. Postanowienia ogólne:

- listwa instalacyjna metalowa – wymagania dodatkowe;

5. Wyposażenie rozdzielcze;

6. Oprawy oświetleniowe

- Punkty świetlne;

7. Ogrzewanie;

8. Urządzenia ochronne;

9. Inne.

4.1.3. Identyfikacja

Etykietowanie

4.2. Próby (pomiar okresowy)

Według aktów prawnych dotyczących w sprawie obowiązku i terminów wykonywania pomiarów elektrycznych i kontroli technicznych obiektów budowlanych:

- Ustawa *Prawo budowlane* (z dnia 1.09.2006 r. Dz. U. 2006 nr 156 poz. 1118),
- rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 marca 2013 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych,

obowiązkowe jest przeprowadzanie badań okresowych w odstępach nie dłuższych niż 5-letnich.

Polska Norma PN-HD 60364-6, wyróżnia obiekty, w których mogą być wymagane **krótsze okresy**. Są to:

- miejsca pracy lub pomieszczenia, w których występuje ryzyko porażenia elektrycznego, pożaru lub wybuchu spowodowanego degradacją,
- miejsca pracy lub pomieszczenia, w których znajdują się instalacje zarówno niskiego, jak i wysokiego napięcia,
- obiekty komunalne,

- tereny budowy,
- instalacje bezpieczeństwa (np. oświetlenia awaryjnego).

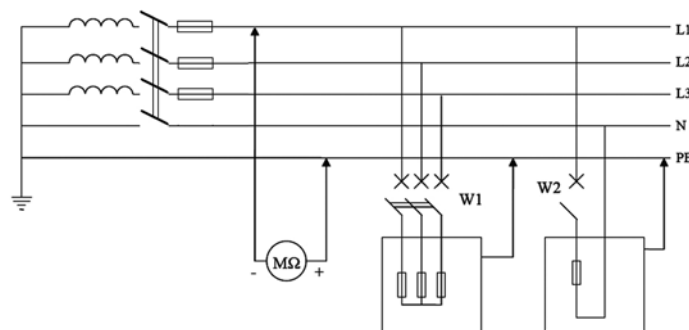
Racjonalne wymagania dotyczące czasookresów badań eksploatacyjnych urządzeń i instalacji elektrycznych określają „Wytyczne wykonywania badań okresowych” opracowane przez COBR „Elektromontaż” w 1999r. Są to:

Lp.	Rodzaj pomieszczenia	Okres pomiędzy kolejnymi sprawdzaniami	
		skuteczności ochrony przeciwporażeniowej	rezystancji izolacji instalacji
1.	O wzywach żrących	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 1 rok
2.	Zagrożone wybuchem	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 1 rok
3.	Otwarta przestrzeń	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 5 lat
4.	Bardzo wilgotne o wilg. ok. 100% i wilgotne przejściowo 75 do 100%	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 5 lat
5.	Gorące o temperaturze powietrza ponad 35 °C	nie rzadziej niż co 1 rok	nie rzadziej niż co 5 lat
6.	Zagrożone pożarem	nie rzadziej niż co 5 lat	nie rzadziej niż co 1 rok
7.	Stwarzające zagrożenie dla ludzi (ZL I, ZL II, ZL III)	nie rzadziej niż co 5 lat	nie rzadziej niż co 1 rok
8.	Zapylone	nie rzadziej niż co 5 lat	nie rzadziej niż co 5 lat
9.	Pozostałe nie wymienione	nie rzadziej niż co 5 lat	nie rzadziej niż co 5 lat

4.2.1. Zakres wykonywania pomiarów okresowych

Zgodnie z PN-HD 60364-6:2008 okresowe sprawdzania i próby powinny obejmować co najmniej:

- pomiary rezystancji izolacji

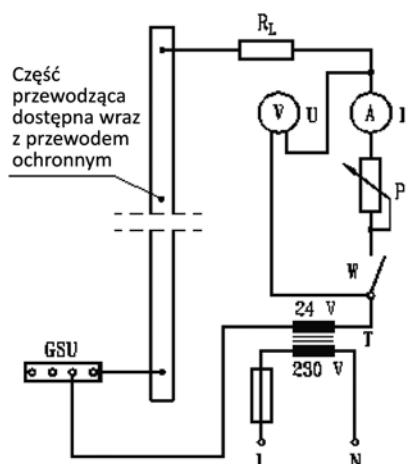


Rys. 1. Układ do pomiaru rezystancji izolacji instalacji elektrycznej

Sposób postępowania przy pomiarze rezystancji izolacji instalacji elektrycznej:

- 1) wyłączyć wyłączniki W1 i W2,
- 2) wyłączyć zasilanie instalacji, na przykład przez usunięcie wkładki bezpiecznikowej, zabezpieczyć obwód przed przypadkowym załączeniem,
- 3) odłączyć wszystkie odbiorniki zainstalowane na stałe, a także odłączyć odbiorniki elektroniczne (komputery, odbiorniki RTV i inne),
- 4) pomiary powinny być wykonane w warunkach zbliżonych do normalnych.

- badania ciągłości przewodów ochronnych



Rys. 2. Układ do pomiaru ciągłości przewodów ochronnych i wyrównawczych

- badania ochrony przy uszkodzeniu (przed dotykiem pośrednim), czyli sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej realizowanej przez samoczynne wyłączenia zasilania

Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w sieci TN polega na sprawdzeniu, czy spełniony jest warunek:

$$Z_S \cdot I_a \leq U_0 \quad (1)$$

gdzie:

Z_S – impedancja pętli zwarciowej,

I_a – prąd zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia zabezpieczającego w wymaganym czasie,

U_0 – napięcie znamionowe sieci względem ziemi w [V].

- Sprawdzając skuteczność ochrony przeciwporażeniowej przeprowadza się pomiar impedancji pętli zwarciowej Z_S i porównuje z obliczoną wartością Z_S ze wzoru 1.
- Prąd I_a określa na podstawie charakterystyk czasowo-prądowych zastosowanego urządzenia zabezpieczającego lub znamionowego prądu różnicowego urządzeń ochronnych różnicowoprądowych I_n . Prąd I_a dobierany jest z charakterystyki zastosowanego urządzenia zabezpieczającego tak, aby wyłączenie następowało w wymaganym czasie określonym w tabeli:

Układ	50V < U_0 ≤ 120V		120V < U_0 ≤ 230V		230V < U_0 ≤ 400V		$U_0 > 400V$	
	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.
TN	0,8 s	Uwaga ¹	0,4 s	5 s	0,2 s	0,4 s	0,1 s	0,1 s
TT	0,3 s	Uwaga ¹	0,2 s	0,4 s	0,07 s	0,2 s	0,04 s	0,1 s

Uwaga: Dla obwodów rozdzielczych oraz obwodów zabezpieczanych wyłącznikami nadprądowymi dla prądów ponad 32 A dopuszczalny maksymalny czas wyłączenia wynosi 5 s dla układów TN i 1 s dla układów TT.

Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej w układzie TT zgodnie z normą sprawdza się czy spełniony jest warunek obniżenia napięcia dotykowego poniżej wartości dopuszczalnej długotrwale:

$$R_A \cdot I_a \leq U_L \quad (2)$$

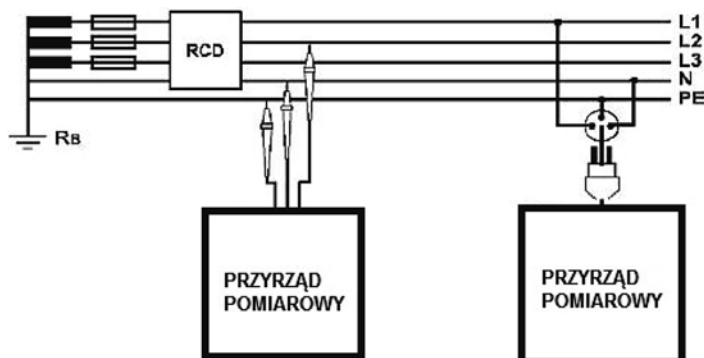
gdzie:

R_A – rezystancja uziomu dostępnych części przewodzących,

I_a – prąd zapewniający samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego w wymaganym czasie,

U_L – napięcie dotykowe dopuszczalne długotrwale 50 V – warunki środowiskowe normalne oraz 25 V i mniej – warunki środowiskowe o zwiększonym niebezpieczeństwie porażenia.

Jeżeli urządzeniem ochronnym jest urządzenie różnicowoprądowe to $5 \times$ znamionowy prąd wyzwalający I_n jest prądem I_a , czyli $I_a = 5 \times I_n$



Rys. 3. Układ badania samoczynnego wyłączenia zasilania z zastosowaniem urządzeń RCD

- próby działania urządzeń różnicowoprądowych

Zgodnie z PN-HD 60364-6:2008 okresowe sprawdzanie obejmujące szczegółowe badanie instalacji należy przeprowadzić bez jej demontażu lub z częściowym jej demontażem i uzupełnić właściwymi próbami i pomiarami, łącznie ze sprawdzeniem wykazującym, że spełnione są wymagania dotyczące czasów wyłączenia RCD, aby zapewnić:

- bezpieczeństwo osób i zwierząt domowych przed skutkami porażenia elektrycznego i oparzenia,
- ochronę mienia przed uszkodzeniem spowodowanym pożarem lub ciepłem powstałym na skutek uszkodzenia instalacji,
- przekonanie, że instalacja nie jest uszkodzona lub obniżone jej właściwości nie pogorszą bezpieczeństwa,
- identyfikację wad instalacji i odchyłeń od wymagań normy, które mogą spowodować niebezpieczeństwo.

Jeżeli poprzedni protokół nie jest dostępny, konieczne jest **dotatkowe badanie**.

4.2.2. Pomiary instalacji w pomieszczeniach sanitarnych

Norma PN-HD 60364-7-701:2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia, Część 7-701: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Pomieszczenia wyposażone w wannę lub prysznic, zabrania się stosowania jako środków ochrony podstawowej „przeszkód” i „umieszczenia poza zasięgiem”, odwołując się przy tym do postanowień zawartych w załączniku B do HD 60364-4-41:2007 i załącznika C do tej samej normy. Załącznik ten określa wymagania dotyczące takich środków ochrony jak pomieszczenia nieprzewodzące i nieziemione lokalne połączenia wyrównawcze.

Ochrona za pomocą separacji elektrycznej może dotyczyć tylko pojedynczego urządzenia odbiorczego lub jednego pojedynczego gniazda wtyczkowego (logicznie rzecz biorąc nie wolno stosować rozgałęziaczy). Separacji nie wolno stosować przy elektrycznym ogrzewaniu podłogowym.

Przy stosowaniu jako środka ochrony napięć SELV i PELV norma nakazuje ponadto stosowanie w strefach 0, 1 i 2 jako ochrony przed dotykiem bezpośrednim przegród lub obudów o stopniu IPXXB (litera B określa ochronę przed dostępem do części niebezpiecznych wierzchem dłoni, palcem, narzędziem lub drutem) lub IP2X (ochrona przed wnikaniem części stałych o średnicy $\geq 12,5$ mm) wg PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP) albo stosowanie

izolacji wytrzymującej napięcie probiercze o wartości skutecznej 500 V AC przez 1 minutę.

W łazienkach, w obwodach, w których nie zastosowano separacji lub napięcia SELV i PELV, powinny być stosowane jako ochrona uzupełniająca urządzenia różnicowoprądowe na prąd różnicowy nie większy niż 30 mA.

Zgodnie z normą, w łazience muszą być wykonane dodatkowe (miejscowe) połączenia wyrównawcze, przy czym w nowym dokumencie

podano następujący wykaz elementów, które muszą być objęte połączeniami wyrównawczymi:

- metalowe części instalacji wodnej,
- metalowe części instalacji kanalizacyjnej,
- metalowe części instalacji gazowej,
- dostępne metalowe części konstrukcji.

Orzeczenie okresowego sprawdzenia instalacji elektrycznej oględziny, pomiary i próby

Lp.	Czynności	Wymagania według	Ocena
1.	Sprawdzenie sposobu ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym	PN-HD 60364-4-41:2007 PN-IEC 60364-4-47:2001	DODATNIA
2.	Sprawdzenie doboru przewodów z uwagi na obciążalność prądową i spadek napięcia	PN-HD 60364-4-43:2012 PN-IEC 60364-5-52:2002 PN-IEC 60364-5-523:2001	DODATNIA
3.	Sprawdzenie doboru i nastawienia urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych.	PN-IEC 60364-4-43:1999 PN-IEC 60364-4-473:1999 PN-IEC 60364-5-51:2000 PN-IEC 60364-5-53:2000 PN-IEC 60364-5-537:1999	DODATNIA
4.	Sprawdzenie występowania i prawidłowego umieszczenia właściwych urządzeń do odłączania izolacyjnego i łączenia	PN-HD 60364-4-41:2007 PN-IEC 60364-5-53:2000 PN-EN 61293:2000	DODATNIA
5.	Sprawdzenie doboru urządzeń i środków ochrony, właściwych ze względu na wpływy zewnętrzne	PN-IEC 60364-3:2000 PN-HD 60364-4-42:2011 PN-HD 60364-4-443:2016-03 PN-HD 60364-5-51:2011 PN-IEC 60364-5-52:2002	DODATNIA
6.	Sprawdzenie prawidłowości oznaczania przewodów neutralnych i ochronnych	PN-HD 60364-5-54:2011 PN-EN 60445:2011 PN-HD 308 S2:2007	DODATNIA
7.	Sprawdzenie przyłączenia łączników jednobiegunowych do przewodów fazowych	PN-IEC 60364-5-53:2000	DODATNIA
8.	Sprawdzenie występowania schematów, napisów ostrzegawczych lub innych podobnych informacji	PN-HD 60364-5-51:2011 PN-EN 60038:2012	DODATNIA
9.	Sprawdzenie oznaczenia obwodów, urządzeń zabezpieczających przed prądem przetężeniowym, łączników, zacisków itp.	PN-HD 60364-5-51:2011	DODATNIA
10.	Sprawdzenie poprawności połączeń przewodów	PN-IEC 60364-5-52:2002 PN-EN 60998-1:2006 PN-EN 60998-2-1:2006 PN-EN 60998-2-2:2006 PN-EN 60999-1:2002 PN-EN 61210:2010	DODATNIA
11.	Sprawdzenie występowania i ciągłości przewodów ochronnych, w tym przewodów ochronnych połączeń wyrównawczych głównych i połączeń wyrównawczych dodatkowych	PN-HD 60364-5-54:2011	DODATNIA
12.	Sprawdzenie dostępności urządzeń, umożliwiającej wygodną obsługę, identyfikacją i konserwację	PN-IEC 60364-3:2000 PN-HD 60364-5-51:2011 PN-IEC 60364-5-53:2000	DODATNIA
13.	Próba ciągłości elektrycznej przewodów	PN-HD 60364-6.p.61.3.2	DODATNIA
14.	Pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznej	PN-HD 60364-6.p.61.3.3	DODATNIA
15.	Pomiar rezystancji/impedancji izolacji podłóg i ścian	PN-HD 60364-6.p.61.3.5	DODATNIA
16.	Sprawdzenie skuteczności ochrony przed dotykiem pośrednim (ochrony przy uszkodzeniu) za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania	PN-HD 60364-6.p.61.3.6	DODATNIA
17.	Sprawdzenie działania urządzeń ochronnych różnicowoprądowych	PN-HD 60364-6.p.61.3.6.1	DODATNIA
18.	Pomiar impedancji pętli zwarciowej	PN-HD 60364-6.p.61.3.6.3	DODATNIA
19.	Sprawdzenie skuteczności środków zastosowanych do ochrony uzupełniającej	PN-HD 60364-6.p.61.3.7	DODATNIA
20.	Sprawdzenie biegunowości	PN-HD 60364-6.p.61.3.8	DODATNIA
21.	Sprawdzenie kolejności faz	PN-HD 60364-6.p.61.3.9	DODATNIA
22.	Próby funkcjonalne	PN-HD 60364-6.p.61.3.10 PN-E-04700:1998/Az1:2000	DODATNIA
23.	Sprawdzenie spadku napięcia	PN-HD 60364-6.p.61.3.11	DODATNIA

Pomiary instalacji w łazienkach i pomieszczeniach podobnych obejmować muszą:

- ciągłość przewodów ochronnych i połączeń wyrównawczych oraz pomiar rezystancji przewodów ochronnych, w tym dodatkowych (miejscowych) połączeń wyrównawczych,
- pomiar rezystancji izolacji instalacji,
- sprawdzenie skuteczności ochrony przez samoczynne wyłączenie zasilania.

5. Dokumentacja z prac kontrolno-pomiarowych

Z wykonanych czynności sprawdzających zarówno nowej, rozbudowanej lub zmienionej instalacji bądź sprawdzenia okresowego należy sporządzić protokół. W protokole odbiorczym powinny być

zawarte szczegóły dotyczące badanej instalacji, łącznie z oględzinami i wynikami pomiarów. Wszelkie wady lub braki stwierdzone podczas sprawdzania powinny zostać usunięte zanim wykonawca zadeklaruje, że instalacja spełnia wymogi PN-HD 60364. Zapisy powinny identyfikować każdy obwód wraz z jego urządzeniami ochronnymi oraz wyniki prób i pomiarów. W protokole ze sprawdzenia okresowego powinny być podane okresy następnego sprawdzenia. Protokoły powinny być opracowane i podpisane osobą lub osobami w zakresie sprawdzania.

6. Orzeczenie i wnioski końcowe

Podsumowaniem badań odbiorczych i okresowych powinno być orzeczenie dotyczące sprawności instalacji i zgodności wykonania z przepisami i normami według tabeli (str. 18).

Odbiory techniczne w trakcie procesu inwestycyjnego w branży elektrycznej. Cz. 5. Odbiory materiałów przeznaczonych do zabudowy

Paweł Gąsiorowicz
rzeczoznawca SEP

1. Wstęp

Poniższy artykuł jest szóstym, kolejnym w cyklu¹. Dotyczy on odbiorów materiałów elektrycznych przeznaczonych do zabudowy w obiekcie. W zasadzie procedury z tym związane powinien tworzyć inwestor i to w zgodzie z jego życzeniem należy dokonywać stosownych odbiorów. Zdarza się jednak, że sam wykonawca ma opracowane odpowiednie własne procedury i dokonuje odbiorów materiałowych zgodnie ze swoim systemem jakości. Poniższy artykuł nie narzuca żadnego systemu lecz stanowi poradę, jak postępować, aby w końcowym efekcie zainstalować na inwestycji materiały o odpowiednich parametrach technicznych i odpowiedniej jakości.

2. Zgodność z projektem

Na potrzeby inwestycji powstają różne projekty. Najważniejszy jest projekt budowlany, na podstawie którego można uzyskać stosowną de-

cyzę, zwaną „pozwoleniem na budowę”. Jednakże w branży elektrycznej jest on zazwyczaj bardzo ubogi. Ponadto, zgodnie z nowymi przepisami, projekt budowlany nie musi w ogóle zawierać branży elektrycznej. Z tego względu bardzo rzadko zdarza się, aby projekt budowlany był podstawą do wykonania inwestycji, a także do dokonywania odbiorów materiałowych na budowie. Dużo dokładniejsze są projekty wykonawcze i bardzo często zawierają one zestawienia materiałów przeznaczonych do zabudowania. Często określenia są bardzo precyzyjne i wskazują na przykład:

- producenta, lub kilku producentów,
- preferowany system, lub kilka systemów,
- minimalne wymagania techniczne bez wskazania producenta,
- dokładne parametry techniczne, bez wskazania producenta.

W każdym przypadku zabudowane materiały i urządzenia powinny być zgodne z takim projektem wykonawczym.

Często się zdarza, że inwestor ma własne standardy materiałowe i żąda od wykonawcy stosowania się do wytycznych w nich zawartych.

3. Przetargi publiczne

Jak to już wcześniej napisano, najważniejszym elementem procesu inwestycyjnego jest prawidłowo sporządzony projekt. Niemniej jednak prawo dotyczące przetargów publicznych zabrania wskazywania konkretnych producentów urządzeń. W branży elektrycznej jest to nieraz bardzo kłopotliwe, a czasami nawet niewykonalne. W projektach dla tej branży muszą być nieraz wskazane nazwy własne urządzeń (na przykład

¹ Przedruk artykułu opublikowanego w „Kwartalniku Łódzkim” nr II/2017 (55), s. 34–36.

kable i przewody), które to jednoznacznie kojarzą się z określonym producentem. W takich przypadkach często używa się określenia „lub równoważne”. Interpretacja tego określenia bywa nieraz przyczyną sporów. Do zadań projektanta i inspektora nadzoru należy prawidłowa ocena dotycząca przedstawionych przez wykonawcę „równoważnych zamienników”. Bardzo często, w obawie przed jakimiś bliżej nie określonymi zarzutami, inspektorzy w ogóle nie zgadzają się na stosowanie zamienników. Jest to zła praktyka i nie powinno się jej stosować. Często przy zamianie materiałów dochodzi do sporów dotyczących ceny. Przy tańszych zamiennikach (ale nadal spełniających wymogi projektowe) inwestor niejednokrotnie żąda pewnej rekompensaty finansowej.

4. Najczęściej stosowane procedury

Podczas prowadzenia inwestycji zawsze powinny być stosowane procedury sprawdzające jakość i zgodność z projektem (lub innymi dokumentami czy standardami) zabudowywanych materiałów i urządzeń. Najczęściej taka procedura wygląda w następujący sposób.

- Wykonawca przed zakupem materiału wypełnia odpowiedni dokument zwany zazwyczaj „WNIOSEM O AKCEPTACJĘ MATERIAŁÓW”.
- Do powyższego wniosku zazwyczaj załącza się inne dokumenty, na przykład:
 - deklaracje zgodności,
 - dokumentację techniczno-ruchową (DTR),
 - aprobaty techniczne,
 - certyfikaty,
 - dane katalogowe (techniczne),
 - atesty,
 - instrukcje obsługi,
 - inne potrzebne dokumenty.
- Wykonawca we wniosku zawiera też inne informacje, na przykład:
 - typ materiału przewidywanego do zabudowy,
 - producenta,
 - numer kolejny protokołu,
 - datę wystawienia wniosku,
 - nazwę budowy,
 - branżę, której dotyczy,
 - uczestników (firmy) procesu inwestycyjnego,
 - miejsce, gdzie przewiduje zabudowę materiału,
 - zgodność materiału z projektem.
- Jeżeli materiał jest w 100% zgodny z projektem, to takiego dokumentu nie musi już akceptować projektant, jeżeli jednak nie, to wniosek musi zostać zaakceptowany przez projektanta.
- Kolejną osobą oceniającą zaproponowany materiał jest inspektor nadzoru. Wpisuje on swoją opinię i uzgadnia, lub też nie uzgadnia, zabudowę danego materiału.
- Ostatnim krokiem w procedurze jest decyzja zamawiającego (inwestora). Może on na tym etapie prosić o dodatkowe wyjaśnienia, uzgodnić proponowany materiał lub też odmówić jego akceptacji podając przyczynę takiej decyzji.

Jeden „WNIOSEK O AKCEPTACJĘ MATERIAŁÓW” może dotyczyć grupy podobnych materiałów. Na przykład dla przewodów instalacyjnych jednego producenta można złożyć jeden wniosek na różne typy przewodów.

Wszystkie powyżej opisane czynności zazwyczaj trwają około dwóch tygodni. Wykonawca powinien więc wystąpić z odpowiednim wnioskiem na tyle wcześniej, aby inwestycja mogła być prowadzona

zgodnie z harmonogramem. Wszystkie dokumenty zatwierdzające zabudowanie odpowiednich materiałów powinny być przechowywane do czasu zakończenia inwestycji, aby później stanowić jeden z elementów dokumentacji powykonawczej.

Po otrzymaniu zgody na zastosowanie odpowiedniego materiału wykonawca może przystąpić do jego zakupu.

5. Składowanie i montaż

Po zaaprobowaniu danego typu urządzenia lub materiału przez inwestora, wykonawca zobowiązany jest do jego zakupu. Każdorazowo podczas dostawy materiału na budowę powinien też powstawać odpowiedni dokument dostawy. W branży elektrycznej ten rodzaj dokumentu nie zawsze jest konieczny. Zazwyczaj wymaga się go przy dostawie złożonych urządzeń, takich jak: w pełni wyposażone rozdzielnice elektryczne, kontenerowe stacje transformatorowe, generatory rezerwowego zasilania. W innych branżach, a zwłaszcza w konstrukcyjnej, ma on dużo większe znaczenie. Bardzo często wykonawcy mają własne, ustalone procedury związane z dostawą i składowaniem materiałów. Prawidłowo prowadzona gospodarka materiałowa może w znacznym stopniu obniżyć koszty własne i straty oraz zwiększyć opłacalność inwestycji.

Każdorazowo po dostawie danego typu urządzeń na budowę i w trakcie ich montażu, inspektor nadzoru ma obowiązek sprawdzić zgodność materiału z zadeklarowanym we wniosku. Sprawdzać należy również miejsce i sposób zainstalowania materiałów; czy jest ono zgodne z projektem i stosowną deklaracją we wniosku materiałowym. Podczas kontroli można dodatkowo sporządzać dokumentację zdjęciową.

6. Zwiększony nadzór

Niektóre urządzenia i materiały wymagają szczególnego nadzoru inspektorskiego. W branży elektrycznej na szczególną uwagę zasługują:

- Wyposażenie instalacji sygnalizacji pożaru.
- Zasilanie urządzeń związanych z instalacjami pożarowymi takimi jak:
 - pompy pożarowe,
 - wentylacja pożarowa,
 - centralka,
 - zasilanie wind,
 - blokady drzwi i bram zainstalowanych na granicach stref oddzielenia pożarowego.
- Oświetlenie awaryjne i ewakuacyjne.
- System samoczynnego załączania rezerwy.
- Systemy napięcia gwarantowanego.
- Systemy pomiarowe.
- Zasilanie central wentylacyjnych.
- Zasilanie kotłowni.

7. Uwagi końcowe

Wszystkie dokumenty opisane wcześniej powinny być archiwizowane na budowie i przechowywane aż do czasu jej zakończenia. Do dokumentacji końcowej (powykonawczej) należy załączyć ich kopie. Na każdym dokumencie należy zaznaczyć stosownym wpisem, że materiał ten został wbudowany w inwestycji.

Prawidłowo prowadzona gospodarka materiałowa i stosowanie odpowiednich procedur może w znacznym stopniu przyczynić się do dobrego końcowego wyniku finansowego i opłacalności prowadzonej inwestycji.

Odpowiednio udokumentowane procesy uzgadniania, zakupu, magazynowania i instalowania materiałów mogą też zapobiec w przyszłości nieporozumieniom i napięciom na linii inwestor – wykonawca.

Przykładową formę dokumentu zwanego „WNIOSEK O AKCEPTACJĘ MATERIAŁÓW”, przedstawiono poniżej.

WNIOSEK O AKCEPTACJĘ MATERIAŁÓW NR...../E	
Łódź dn.	
Budowa	
Inwestor	
Nadzór	
Wykonawca	
Zgłaszający (firma)	
Osoba zgłaszająca (imię i nazwisko)	
Nazwa materiału	
Miejsce zabudowy	
Nazwa producenta	
Przedstawione załączniki	1.
	2.
	3.
	4.
	5.
Podpis osoby zgłaszającej	
<u>Zgodność z projektem.</u>	
1. Zgodny	2. Niezgodny
<u>Opinia projektanta:</u>	
.....	
data	podpis
<u>Opinia nadzoru inwestorskiego:</u>	
.....	
data	podpis
<u>Decyzja zamawiającego:</u>	
1. Zatwierdzam bez uwag	2. Zatwierdzam z uwagami
3. Do uzupełnienia danych	4. Odmowa zatwierdzenia
uwagi:	
.....	
data	podpis

8. Krajowa Ocena Techniczna

Na zakończenie chciałbym powiedzieć kilka słów o stosunkowo nowym dokumencie, jakim jest Krajowa Ocena Techniczna. Wydaje się ją dla wyrobu budowlanego:

- nieobjętego zakresem przedmiotowym Polskiej Normy wyrobu,
- jeżeli w odniesieniu do co najmniej jednej zasadniczej charakterystyki wyrobu budowlanego metoda oceny przewidziana w Polskiej Normie wyrobu nie jest właściwa,
- jeżeli Polska Norma wyrobu nie przewiduje metody oceny w odniesieniu do co najmniej jednej zasadniczej charakterystyki wyrobu budowlanego.

Krajową ocenę techniczną wydaje się dla jednoznacznie zidentyfikowanego wyrobu, określonego producenta. Jeśli dwóch producentów wytwarza wyrób o tej samej konstrukcji, wymiarach i z tego samego materiału, to ze względu na możliwe różnice w technologii i organizacji produkcji, mogące mieć wpływ na końcową jakość wyrobu lub zakres stosowania, każdy z nich powinien mieć odrębną Krajową Ocenę Techniczną dla swojego wyrobu.

Krajowa Ocena Techniczna nie jest dokumentem dopuszczającym do obrotu i stosowania w budownictwie, stanowi jedynie specyfikację techniczną w procesie oceny właściwości użytkowych wyrobu budowlanego i wydania, w oparciu o tę ocenę, krajowego certyfikatu stałości właściwości użytkowych albo krajowej deklaracji właściwości użytkowych – dokumentów dopuszczających wyroby do obrotu i stosowania w budownictwie

9. Literatura

- Ustawa z dnia 10.04.1977 r. „Prawo energetyczne” (Dz. U. 2012, poz. 1059 z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 07.07.1994 r. „Prawo budowlane” (Dz. U. 2013, poz. 1409 0 z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 22.06.2016 r. o zmianie ustawy – Prawo zamówień publicznych oraz niektórych innych ustaw. (Dz. U. 2016, poz. 1020).
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. 2010 nr 109, poz. 719).
- Ustawa z dnia 21.12.2000 r. o dozorcze technicznym (Dz. U. 2000 nr 122, poz. 1321 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 marca 2013 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz. U. 2013 nr 0, poz. 492 – data wejścia w życie: 24.10.2013 r.).
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 7 grudnia 2012 r. w sprawie rodzajów urządzeń technicznych podlegających dozorowi technicznemu (Dz. U. 2012 nr 0, poz. 1468).
- Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności (tekst jednolity Dz. U. 2010 nr 138, poz. 935).
- Ustawa z dnia 13 kwietnia 2007 r. o Państwowej Inspekcji Pracy (Dz. U. 2007 nr 89, poz. 589, tekst jednolity Dz. U. 2012, poz. 404 z późn. zm.).
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. z późn. zm. o wyrobach budowlanych (Dz. U. 2004 nr 92, poz. 881).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz. U. 2002 nr 75, poz. 690 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Łączności z dnia 21 kwietnia 1995 r. w sprawie warunków technicznych zasilania energią elektryczną obiektów budowlanych łączności Dz. U. 1995 nr 50, poz. 271.
- Wytyczne Instytutu Techniki Budowlanej – *Warunki Techniczne Wykonania i Odbioru Robót Budowlanych*.
- PN-HD 60364 *Instalacje elektryczne niskiego napięcia (seria norm)*.
- PN-EN 61936-1 *Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV*.

110 lat energetyki w Łodzi i regionie. Energetyka i elektryka – przeszłość i dzień dzisiejszy. Cz. III

Andrzej Boroń
Oddział Łódzki SEP

Część III – przemysł elektrotechniczny w Łodzi – lata 1917 - 2017

Łódź przez ponad półtora wieku znana była jako największy ośrodek przemysłu włókienniczego w Polsce i jeden z największych w Europie. Bez względu na zawirowania polityczne i wojny, łódzkie fabryki produkowały materiały bawełniane i wełniane na rynek krajowy i eksport, głównie na wschód. Przemiany ustrojowe, które nastąpiły po wyborach czerwcowych 1989 roku spowodowały jednak zasadniczy zwrot – w przeciągu trzech zaledwie lat nastąpiła całkowita zapaść przemysłu włókienniczego. Dziesiątki fabryk przestało istnieć. Dotyczyło to również części fabryk z branż nie tylko włókienniczych (np. Łódzkie Zakłady Radiowe FONICA).

Jednak coś w Łodzi zaczęło się dziać. Była tu przecież wykwalifikowana kadra inżynierska w innych niż włókiennictwo branżach. Łódź to przecież prężny ośrodek akademicki, z kilkunastoma wyższymi uczelniami, z Politechniką i Uniwersytetem na czele. Położenie w centrum Polski i bliskość Warszawy również sprzyjały powstaniu nowych gałęzi przemysłu w mieście. Trzeba pamiętać, że Łódź była również dużym ośrodkiem przemysłu elektrotechnicznego, z tradycjami sięgającymi czasów odrodzenia Polski po I wojnie światowej. Już w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, w specjalnej strefie ekonomicznej koncerny europejskie i światowe zaczęły otwierać nowe fabryki bądź kupować już istniejące, włączając do nich nowe technologie i nowy styl zarządzania. Tych firm (dużych) obecnie jest kilkadziesiąt. Istnieje też cała grupa małych firm, zajmujących się głównie produkcją pomocniczą czy usługami w zakresie elektrotechniki, elektroniki lub informatyki. Poniżej zajmiemy się tylko kilkoma, w ocenie autora najważniejszymi, najbardziej dla branży znaczącymi oraz tymi, z którymi Oddział Łódzki SEP na co dzień współpracuje.

Energetykę i przemysł elektrotechniczny w Łodzi tworzyli ludzie, wybitni łódzcy elektrycy, którzy zapisali się w kartach historii elektryki polskiej i światowej. Byli to inżynierowie, menedżerowie czy pracownicy naukowcy. W znakomitej większości byli oni również członkami Stowarzyszenia Elektryków Polskich, w części wyróżnionymi Honorowym Członkostwem SEP. Wśród pracowników naukowych, pracujących w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych na Politechnice Łódzkiej tradycją było, że każdy z nich pracował wcześniej (lub równolegle) w przemyśle elektrotechnicznym, był twórcą nowych rozwiązań technicznych i inicjatorem powstania nowych kierunków w produkcji. Ponieważ w poprzednich

numerach Biuletynu z różnych przyczyn (jubileusze, galeria wybitnych naukowców Politechniki Łódzkiej) zamieściliśmy już życiorysy tych postaci, teraz wspomnimy tylko o niektórych, przy okazji omawiania firm.

Przemysł elektrotechniczny w Łodzi narodził się jeszcze pod koniec I wojny światowej. Pierwsza polska firma powstała w Łodzi w roku 1917, jako mały warsztat elektrotechniczny „Bracia Jaroszyńscy”. W 1922 roku rozwijająca się wytwórnia została przekształcona w spółkę akcyjną **ELEKTROBUDOWA S.A. – Wytwórnia Maszyn Elektrycznych Stanisława i Feliksa Jaroszyńskich**. W 1925 r. rozpoczęto produkcję transformatorów suchych dla energetyki. W 1926 r. firma przeniosła się do większych budynków przy ul. Kopernika 56/58, co umożliwiło podjęcie produkcji transformatorów olejowych. Pierwsze zamówienie na 6 suchych transformatorów 3000/125 V o mocach 20, 30 i 50 kVA złożyła Elektrownia Łódzka. Kolejnym przełomem było wyprodukowanie w 1933 r. transformatora trójzwojowego 60/15/6 kV o mocy 3 MVA dla elektrowni w Gródku. Był to największy transformator energetyczny produkcji polskiej. Budowano największe wówczas w Polsce silniki elektryczne i transformatory – największa jednostka o mocy 21 MVA została zbudowana dla Elektrowni Warszawskiej. Wydarzenia te sygnalizowały rodzimej elektroenergetyce, że w Łodzi „narodził się polski przemysł transformatorowy”. Zostały one zauważone i do Łodzi zaczęły napływać z wielu elektrowni liczne zamówienia na dwu-, i trójzwojowe transformatory różnych mocy i napięć. Były one poważnym wyzwaniem dla ELEKTROBUDOWY. Napięcia zamawianych transformatorów szybko wzrastały. W 1929 r. fabryka wytworzyła transformator o mocy 160 kVA na napięcia 33/15 kV. Aby sprawdzić wytrzymałość jego izolacji głównej należało posiadać odpowiednio wyposażoną stację prób; ELEKTROBUDOWA zaprojektowała i wykonała transformator probierczy 100 kV. Jego pułap napięciowy okazał się zbyt niski, aby przeprowadzić próby wytworzonego w 1933 r. trójzwojowego transformatora o mocy 3 MVA. ELEKTROBUDOWA w dalszym ciągu zwiększała produkcję transformatorów, którą zahamował dopiero wybuch II wojny światowej.

W czasie wojny ELEKTROBUDOWA znalazła się pod zarządem niemieckiej firmy „Hanstill Elektrowerke”, która nie zwolniła z pracy polskich pracowników i właścicieli. W 1945 roku fabrykę upaństwowiono. W 1950 r. otrzymała nazwę Zakłady Wytwórcze Transformatorów M-3. Wzrastająca produkcja (rozbudowa przemysłu i eksport do ZSRR) spowodowała konieczność powiększenia fabryki. Nowy zakład wybudowano w Łodzi, przy ulicy Aleksandrowskiej 67/93. Przedsiębiorstwo otrzymało nazwę **ELTA – Fabryka Transformatorów i Aparatury Trakcyjnej**. Należy tu nadmienić, że m.in. dzięki staraniom **profesora E. Jezierskiego**, twórcy łódzkiej „szkoły transformatorowej”, ta nowoczesna fabryka transformatorów została zlokalizowana w Łodzi. Katedra Maszyn Elektrycznych i Transformatorów, kierowana przez Profesora, brała udział w projektowaniu stacji prób i laboratoriów nowej fabryki, a potem przez wiele lat wykonywała na rzecz fabryki prace naukowo-badawcze i konstrukcyjne. Kadre inżynierską fabryki ELTA stanowiły starsze oraz następne roczniki specjalistów,

absolwentów Katedry. W 1946 roku inny, późniejszy **profesor – Michał Jabłoński**, jeszcze jako student, odbył praktyki w ELEKTROBUDOWIE – Wytwórni Maszyn Elektrycznych w Łodzi. Z fabryką tą współpracował także w dalszych latach. Z Elektrobudową i później ELTĄ związał się na całe życie **inż. Zbigniew Kopczyński**. Na początku były to związki rodzinne, które później przekształciły się w życiową pasję. Zbyszek miał 6 lat, kiedy jego krewni, bracia Jaroszyńscy założyli przy ulicy Juliusza 14 (obecnie Dowborczyków) warsztat elektrotechniczny, przekształcony później w spółkę ELEKTROBUDOWA. Zbyszek był w fabryce częstym gościem i nie miał wątpliwości, że wróci do niej jako inżynier. Podjął więc studia na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej. Pracował w fabryce przed wojną, w czasie wojny i już po wyzwoleniu, kiedy fabrykę upaństwowiono. Właśnie już po upaństwowieniu powierzono mu stanowisko dyrektora technicznego. Inż. Kopczyński, który nie miał w sobie nic „z fabrykanta”, swoje obowiązki wykonywał nad wyraz solidnie i uczciwie. Powierzono mu następnie funkcję głównego konstruktora. Pracował w ELCIE do 1976 r. Zmarł w nocy, z 8 na 9 grudnia 2007 roku, przeżywszy 96 lat. Był najstarszym w Oddziale Łódzkim członkiem SEP (od 1936 r. aż do śmierci).

A dzisiaj: obecnie fabryka działa w ramach globalnego koncernu **ABB**. Łódzka fabryka ABB to największe centrum produkcyjne tej spółki w naszym kraju. Jest też jednym z największych na świecie i najważniejszych producentów transformatorów dystrybucyjnych, transformatorów mocy oraz elementów izolacyjnych do transformatorów mocy. Produkty z łódzkiej fabryki trafiają na rynki kilkudziesięciu krajów świata, a kadra inżynieryjno-techniczna stanowi elitę w swoim zawodzie.

Zlokalizowany w Łodzi przy ulicy Aleksandrowskiej kompleks produkcyjny ABB zatrudnia ponad 1200 osób. Pod jednym dachem, w trzech zakładach, powstają transformatory rozdzielcze i transformatory mocy oraz elementy izolacyjne do transformatorów mocy. Od lat fabryka podlega systematycznej modernizacji. Inwestycje poczynione w infrastrukturę energetyczną i ciepłą przynoszą wielomilionowe oszczędności w skali roku, a firma jest postrzegana jako lider w dziedzinie ochrony środowiska i energooszczędności.



*Forum Transformatorowe 2015,
organizowane przez Centrum Badawcze ABB z Krakowa i Oddział Łódzki SEP*

Z ABB Oddział Łódzki współpracuje od lat. Oddział organizował cyklicznie 11 edycji **Forum Transformatory Energetyczne**, na zlecenie Korporacyjnego Centrum Badawczego ABB z Krakowa. Pierwsze Forum odbyło się w 2006 roku. Tematyka poszczególnych edycji była każdorazowo uzgadniana bezpośrednio z Centrum Badawczym. Uczestnikami Forum byli pracownicy łódzkiej fabryki ABB i Centrum Badawczego ABB

z Krakowa, w tym głównie młodzi inżynierowie oraz zaproszeni goście z SEP i Politechnik. Problematyka Forum obejmowała szeroki zakres prac badawczych, konstrukcyjnych i technologicznych, jak również aspekty systemowe.

Do fabryki ABB w Łodzi i w Aleksandrowie Łódzkim były kilkakrotnie organizowane wycieczki dla członków kół, podczas których uczestnicy mogli zapoznać się zarówno z bieżącą działalnością firmy, jak i poznać proces produkcyjny.

Współpraca z ABB rozwijała się nie tylko w środowisku łódzkim, ale i na szczeblu ogólnopolskim. Był to konkurs im. Prof. Mieczysława Pożaryskiego, ale również inne przedsięwzięcia, takie jak program Bezpieczna Elektryczność czy też wspólne udziały w konferencjach branżowych.

Konkurs im. Prof. Mieczysława Pożaryskiego to najstarszy konkurs organizowany przez SEP, którego poziom i znaczenie w branży zawsze był doceniany. Jego celem była popularyzacja tekstów naukowo-technicznych nie tylko wśród wąskiej grupy specjalistów. ABB przez kilkanaście lat był sponsorem konkursu, doceniając w ten sposób pracę naukowców. Niestety, w ostatnich edycjach konkursu ze sponsoringu się wycofał.

ZREW Transformatory S.A.

Zmiany organizacyjne, które po II wojnie światowej dotyczyły łódzkiej elektrowni, objęły również te działy elektrowni, które nie zajmowały się bezpośrednio produkcją i dystrybucją. W Janowie, na obrzeżach Łodzi powstała Baza Remontu Transformatorów. W bazie naprawiano transformatory dużej mocy o napięciu do 110 kV. W latach 1958 – 1964 bazę tę prowadził Zakład Energetyczny Łódź Miasto. W 1964 r. baza przejęła warsztaty naprawcze w Zgierzu i Łasku, prowadzone do tej pory przez Zakład Energetyczny Łódź Województwo. Powstał Zakład Remontowy Energetyki włączony w struktury ZRE Warszawa. Zakład prowadził działalność remontową we wszystkich branżach w elektrowniach i elektrociepłowniach wchodzących w skład Zakładów Energetycznych Okręgu Centralnego oraz przedsiębiorstw prowadzących działalność energetyczną. W latach 2007 – 2012 ZREW włączony był w struktury Polimex – Mostostal S.A. W wyniku restrukturyzacji, od 21 grudnia 2012 r. firma funkcjonuje jako samodzielny podmiot pod nazwą **ZREW Transformatory SA**.

ZREW Transformatory zajmuje się głównie produkcją transformatorów mocy. Prowadzi również modernizacje, remonty oraz pełną diagnostykę olejowych transformatorów mocy. Kilkudziesięcioletnie doświadczenie, bogate zaplecze techniczno-technologiczne, wysoko wykwalifikowana kadra inżynieryjna oraz wdrożony Zintegrowany System Zarządzania oparty na normach ISO 9001, ISO 14001 oraz PN-N-18001 zapewniają najwyższą jakość produktów i usług oferowanych przez spółkę. ZREW Transformatory S.A. po kolejnych zmianach właścicielskich jest częścią grupy **R&S International Holding**. Firma współpracuje z Oddziałem



*Konferencja „Transformatory energetyczne i specjalne”
organizowana przez firmę ZREW Transformatory S.A.*

Łódzkim SEP, popierając szereg przedsięwzięć organizowanych przez Oddział, m.in.: dokonując prezentacji podczas sesji wspomnieniowej o Profesorze Władysławie Pełczewskim, aktywnie uczestnicząc w kolejnych edycjach Forum Pracodawców organizowanego przez Studenckie Koło SEP im. prof. Michała Jabłońskiego. Chętnie gości członków Oddziału i udostępnia zakład wycieczkom technicznym.

Oddział Łódzki SEP obejmuje patronatem kolejne edycje organizowanej przez ZREW konferencji TRANSFORMATORY ENERGETYCZNE I SPECJALNE w Kazimierzu Dolnym, a członkowie Oddziału wchodzi w skład Komitetu Naukowo-Programowego Konferencji.

ERBUD INDUSTRY CENTRUM Sp. z o.o. (dawniej ENGOREM Sp. z o.o.)

Historia firmy sięga 1994 roku, kiedy w Zespole Elektrociepłowni w Łodzi S.A. rozpoczęto outsourcing, wydzielając ze struktur organizacyjnych te wydziały, których pracownicy nie brali bezpośredniego udziału w produkcji zasadniczej. Z brygad remontowych ZEC SA została utworzona i rozpoczęła działalność firma ENERGOREMONT Spółka z o.o., zatrudniająca 375 pracowników i świadcząca usługi remontowe w zakresie ciepłno-mechanicznym, warsztatowo-budowlanym i diagnostycznym, głównie dla łódzkich elektrociepłowni.



Węzeł cieplny wyprodukowany przez Engorem

Spółka sukcesywnie zwiększała zatrudnienie i rozszerzała swoje usługi w zakresie prac elektrycznych i AKPiA oraz prowadząc remonty sieci i urządzeń ciepłowniczych. W 1995 roku zatrudniała już 635 pracowników. W tymże roku zmieniła się również nazwa firmy na **ENGOREM** Sp. z o.o. Spółka posiadała większościowy kapitał prywatny. Strategicznymi udziałowcami byli wówczas Zespół Elektrociepłowni w Łodzi S.A. i Raciborska Fabryka Kotłów „Rafako”, a ponad połowa kapitału zakładowego należała do pracowników spółki.

W 2005 roku nastąpiły kolejne zmiany właścicielskie i Dalkia Polska S.A. (wcześniej ZEC SA) stała się właścicielem ponad 57% udziałów w spółce. W 2012 roku ERBUD S.A. podpisał umowę zakupu od Dalkii Łódź S.A. udziałów spółki Engorem. Jednocześnie ERBUD nabył udziały od pozostałych udziałowców mniejszościowych i stał się właścicielem ponad 99,5% udziałów w spółce Engorem, a spółka ta weszła w skład Grupy ERBUD, zmieniając również w 2014 roku nazwę na **ERBUD INDUSTRY CENTRUM Sp. z o.o.**

Od 2014 nastąpił dynamiczny rozwój i ekspansja działalności spółki na teren całego kraju. Firma otworzyła oddziały w Poznaniu i w Warszawie, a w 2015 i 2016 r. kolejne oddziały w Wieruszowie, Grajewie oraz Koninie.

Dzięki wieloletniemu doświadczeniu i ciągle doskonalonym umiejętnościom wydziały i oddziały spółki w Łodzi, Poznaniu, Warszawie, Wieruszowie, Grajewie i Koninie mogą realizować kompleksowe usługi obejmujące remonty, modernizacje i serwis urządzeń na potrzeby energetyki zawodowej i przemysłu we wszystkich branżach, w tym badania techniczne maszyn i urządzeń. Firmowe Laboratorium Badań Technicznych Wydziału Diagnostyki posiada uznanie II stopnia Centralnego Laboratorium Dozoru Technicznego (UDT nr rej. LB-010/14).

ERBUD INDUSTRY CENTRUM Sp. z o.o. jest członkiem wspierającym Oddziału Łódzkiego SEP od 2005 roku. Firma wspiera przedsięwzięcia podejmowane przez Oddział

Fabryka Transformatorów w Żychlinie Sp. z o.o.

Fabryka jest producentem transformatorów energetycznych wysokiego i średniego napięcia z ponad 90-letnią tradycją i doświadczeniem.

Fabryka była pierwszym przedsięwzięciem przemysłu maszyn elektrycznych na ziemiach polskich, podjętym na dużą wówczas skalę w roku 1921 w Żychlinie. Tam, pod nazwą **Polskie Zakłady Elektryczne Brown Boveri SA**, w budynkach po byłej cukrowni Walentynów, wyposażonych we własną elektrownię, uruchomiono produkcję transformatorów i silników trójfazowych, prądnic, a później pierwszych w Polsce silników tramwajowych.

Zakład działalność produkcyjną rozpoczął w 1923 r. z liczbą 14 sztuk maszyn elektrycznych. Kolejne lata przyniosły wzrost wielkości produkcji: w 1924 r. – 90 szt., 1925 r. – 216 szt. Był to okres niezwykle dynamicznego rozwoju firmy. Cała ówczesna produkcja oparta była o dokumentację licencyjną szwajcarskiego koncernu Brown Boveri.

W latach 30. pojawiły się maszyny elektryczne i transformatory powstałe z rodzimej myśli technicznej, z powodzeniem konkurujące z urządzeniami innych firm. Na skutek braku rentowności w okresie ogólnoswiatowego kryzysu gospodarczego w 1931 r. zakład został zamknięty. W 1933 r. powtórnie uruchomiono zakład pod zmienioną nazwą **Zakłady Elektromechaniczne Rohn – Zieliński SA** licencja Brown Boveri, ich dyrektorem naczelnym był inż. Zygmunt Okoniewski. W 1935 r. inżynier E. Jezierski (późniejszy profesor – twórca, jak już wspomniano, „łódzkiej szkoły transformatorowej”) postanowił przenieść się do Żychlina i w zakładach początkowo pełnił obowiązki kierownika stacji prób, a następnie konstruktora. Po przegranej kampanii wrześniowej, podporucznik **E. Jezierski** został osadzony w niemieckim obozie jenieckim. Szczęśliwym zbiegiem okoliczności, zwolniony z obozu jako pracownik fabryki pracującej na potrzeby wojenne, powrócił do pracy w Żychlinie. Uczestnicząc w akcji biernego oporu przeciw okupantowi, pozorował wraz z kolegami na stacji prób badania odbiorcze urządzeń, wydając pozytywne świadectwa bez faktycznego sprawdzenia jakości tych urządzeń. Z narażeniem życia organizował także pomoc finansową dla rodzin pracowników więzionych i internowanych podczas wojny oraz sierot. Pamięć o tym zachowała się na długie lata wśród mieszkańców Żychlina. Niezwłocznie po ustąpieniu Niemców, został w lutym 1945 r.

powołany przez Radę Robotniczą na dyrektora fabryki w Żychlinie. Funkcję tę pełnił do listopada 1945 r., kiedy zaproponowano mu przeniesienie do pracy naukowo-dydaktycznej na Politechnice Łódzkiej i zamieszkanie w Łodzi.

Kilka lat przed wybuchem II wojny światowej Żychlin wygrał przetarg na dostarczenie transformatorów dla odcinka Mościce – Starachowice pierwszej linii wysokiego napięcia Rożnów – Warszawa. Z tego okresu pochodzą także transformatory dla elektrowni w Rożnowie. W okresie II wojny światowej zakład pracował podporządkowany niemieckiej firmie Brown Boveri w Mannheim. Po wojnie fabrykę w wyniku nacjonalizacji upaństwowiono i zakład otrzymał nazwę **Zakłady Wytwórcze Maszyn Elektrycznych i Transformatorów M-1**. Produkcję wznowiono 15 marca 1945 r. Zakład nadal pozostawał najpoważniejszym w kraju producentem silników elektrycznych i transformatorów.

W roku 1967 zakład przyjął nową nazwę **Zakłady Wytwórcze Maszyn Elektrycznych i Transformatorów EMIT**. Lata sześćdziesiąte i siedemdziesiąte to czas wzmożonego inwestowania przejawiający się rozbudową zakładu i unowocześnieniem parku maszynowego.

W 1991 r. EMIT ponownie stał się spółką akcyjną. Inwestycje z lat 1996 – 1999 pozwoliły na dynamiczny rozwój produkcji transformatorów – nowoczesnych, opartych o nowe technologie i rozwiązania techniczne. Asortyment produkowanych transformatorów także uległ rozszerzeniu. Rozpoczęto produkcję transformatorów suchych – żywicznych i nowej serii transformatorów rozdzielczych olejowych, których standard nie odbiegał od standardów europejskich. W ramach tego przedsięwzięcia wybudowano nowoczesną halę produkcyjną wyposażoną w najnowocześniejsze urządzenia.

W listopadzie 2001 roku zakład transformatorów został wydzielony i powstała nowa spółka o nazwie **EV Żychlińskie Transformatory**, której właścicielem był Elektrim-Volt w Warszawie. W grudniu 2005 roku spółka zmieniła właścicieli i od kwietnia 2006 roku działa pod nazwą **Fabryka Transformatorów w Żychlinie**.

W ofercie Fabryki Transformatorów znajdują się zarówno transformatory olejowe, suche i żywiczne, a także różnego rodzaju dławiki, też w wykonaniu olejowym i suchym. Transformatory olejowe produkcji Fabryki Transformatorów spełniają wymagania norm IEC 76.1 i PN-EN 60076-1. Parametry transformatorów są porównywalne z parametrami wiodących firm zagranicznych.

ELESTER-PKP

Kolejną firmą o tradycjach sięgających jeszcze lat czterdziestych jest **ELESTER** (przedsiębiorstwo ELESTER powstało z założonej w 1945 r. Państwowej Fabryki Aparatów Elektrycznych w Łodzi). **ELESTER-PKP** to przedsiębiorstwo powstałe w roku 1992 w wyniku porozumienia zawartego pomiędzy Zakładem Aparatury Elektrycznej ELESTER w Łodzi, a Dykacją Generalną PKP w Warszawie. Celem stworzenia spółki była potrzeba opracowania nowoczesnych, rodzimych urządzeń przeznaczonych dla branży kolejowej. W roku 1993 spółka zaczęła produkcję systemu zdalnego sterowania elektroenergetyką trakcyjną BUSZ-16 (opracowanego przez zakłady EMA - ELESTER i Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa), a w roku 1994 stworzony został pierwszy własny system zdalnego sterowania BUSZ-32. Tego roku zaprojektowany został również pierwszy polski mikroprocesorowy sterownik CZAT, realizujący funkcje zabezpieczeniowe rozdzielnic prądu stałego.

Obecnie spółka ELESTER-PKP jest polskim liderem w tworzeniu systemów zdalnego sterowania energetyką kolejową i tramwajową oraz w produkcji automatyki podstacji trakcyjnych. Udziały spółki w 50% należą do PKP Energetyka S.A. oraz w 50% do koncernu General Electric (GE), reprezentowanego przez polski podmiot **GE Power Controls S.A.**

Spółdzielnia Elektrotechniczna POKÓJ

Spółdzielnia Pracy Pokój istnieje od 1951 r. Spółdzielnia jest polskim producentem materiałów elektrotechnicznych, łączników krańcowych, złączek wielotorowych, przycisków, złączek jednotorowych. Spółdzielnia w chwili obecnej jest jednym z czołowych producentów branży elektrotechnicznej w zakresie aparatury niskiego napięcia.

Firma aktywnie uczestniczy w imprezach targowych, sympozjach, wystawach szkoleniach. Ma to odzwierciedlenie w zdobytych licznych nagrodach i wyróżnieniach.

Spółdzielnia posiada szerokie kontakty handlowe z firmami zagranicznymi, między innymi w Rosji, na Ukrainie, Litwie, Łotwie, Białorusi, w Bułgarii, Szwecji, Niemczech i we Włoszech. Położenie Łodzi, jak również lokalizacja firmy, umożliwia szybką i sprawną dystrybucję towarów. Atutem jest również nowoczesny park maszynowy. Aby sprostać wymaganiom i oczekiwaniom klientów wdrożono System Zarządzania Jakością ISO 9001, który obowiązuje do ciągłego podnoszenia jakości produktów i kontaktów z klientami. Nie bez znaczenia pozostaje również fakt, iż **„POKÓJ” S.E. posiada status zakładu pracy chronionej**. Zobowiązuje to do zatrudniania osób niepełnosprawnych, które poprzez pracę aktywizują się zawodowo, co ma nieoceniony wpływ na rehabilitację.

Fabryka Della w Łodzi to fabryka koncernu Dell zajmująca się produkcją komputerów. Jest drugą, po irlandzkiej, fabryką tej firmy w Europie.

Jedenaście lat temu koncern Dell ogłosił, że wybuduje nową fabrykę w Łodzi, na terenach Olechowa, obok stacji kolejowej Łódź Olechów, w dzielnicy Widzew. Ceremonia wkopania kamienia węgielnego odbyła się 21 listopada 2006 roku. Uroczystego otwarcia fabryki Dell dokonał Michael Dell 23 stycznia 2008 roku, mimo że pierwszy komputer Dell oznaczony *made in Poland* zszedł z linii produkcyjnej już 20 listopada 2007 roku.

Koszt inwestycji koncernu w Łodzi to 200 milionów euro. Władze polskie przyznały spółce Dell Products Poland pomoc regionalną w wysokości 54,5 mln euro, na rozwój produkcji komputerów w Łodzi. Zakład postawiono na działce o powierzchni 47 ha, która włączona jest do Łódzkiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej, ma powierzchnię 37 tys. m². Fabryka zatrudnia 2000 osób. Dodatkowo Ryanair uruchomił z łódzkiego lotniska połączenie do portu lotniczego Shannon (nieдалеко Limerick, siedziby ówczesnej fabryki Della) w zachodniej Irlandii. W łódzkim zakładzie produkowane były laptopy do 2010 roku. Obecnie produkuje się tam serwery i komputery stacjonarne.

Zamiast zakończenia

Drugie narodziny Elektrowni Łódzkiej...

Trochę osobistych refleksji autora niniejszego cyklu.

Od 1989 roku do chwili przekazania EC1 miastu w roku 2006, byłem dyrektorem tej elektrociepłowni. Uczestniczyłem w jej ostatniej modernizacji na początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, byłem w EC1 już do końca jej eksploatacji, tj. do 31 grudnia 1999 r., uczestniczyłem w przekazaniu jej miastu. Miałem możliwość poznania pracowników, których ojcowie pracowali w elektrowni jeszcze przed wojną (w elektrowni pracowały całe rodziny, czasami równocześnie trzy pokolenia). Praca w energetyce zawodowej ma swą specyfikę i wyjątkowość. Pracownicy od pokoleń nazywają tę pracę służbą. Wielokrotnie dotyczy to pracowników wydziałów technicznych i tzw. ruchowych (służb nadzoru, służb technicznych i ruchowych). Idąc do pracy należy się liczyć z koniecznością pozostania w pracy dłużej (awarie itp.) Elektrociepłownictwo jest branżą bardzo istotną dla życia miasta. Czy można sobie wyobrazić mieszkania w mieście bez ogrzewania? Dlatego też kolejne zarządy i dyrekcje, od ponad 100 lat honorowały długoletnią pracę

w elektrowni i później w elektrociepłowni specjalnymi wyróżnieniami (srebrne i złote zegarki – przed II wojną światową, po wojnie odznaki za długoletnią pracę). Były dodatkowe świadczenia dla pracowników i emerytów – dopłaty do wczasów itp. Była również zniżka dla pracowników na zakup energii elektrycznej. Doświadczenie w pracy w energetyce zawodowej jest bardzo ważnym elementem. Szkolenie na niektóre stanowiska trwa bowiem nawet kilka lat. Likwidacja tych świadczeń przez Veolię od bieżącego roku jest zwrotem w stosunku do dotychczasowej, ponad stoletniej tradycji.

Miałem możliwość zapoznania się z dokumentami mającymi wartość historyczną, dotyczącymi elektrowni. Miałem też możliwość „odnalezienia” ponad dwóch tysięcy negatywów zdjęć elektrowni z lat dwudziestych, trzydziestych i czterdziestych ub. wieku, których twórcą był zatrudniony przez Zarząd Elektrowni fotograf Wiktor Jekimienko. Trochę szerzej na ten temat w notatce, umieszczonej w tym numerze Biuletynu. W latach mojego kierowania elektrociepłownią, EC1 pracowała początkowo jako podstawowa, jedna z czterech pracujących na sieć ciepłą miasta, a później już jako szczytowa. Pod koniec lat dziewięćdziesiątych, kiedy jasnym się stało, że EC1 będzie likwidowana, stopniowo pracownicy przechodzili do innych EC i ZSC. W roku 2000 pozostała ich tylko niewielka liczba, niezbędna do utrzymania pracujących jeszcze przez kilka miesięcy rozdzielni.

Po zaprzestaniu eksploatacji EC1 Zespół Elektrociepłowni sprawował jeszcze pieczę nad budynkami i budowlami EC, ale pomysłu na wykorzystanie terenu zakładu dla potrzeb energetycznych nie było. Nie było żadnego uzasadnienia ekonomicznego odtworzenia mocy wytwórczych w EC. Były natomiast pomysły udostępnienia terenów starej elektrowni mieszkańcom miasta. Rozwiązania takie miały miejsce wcześniej, w innych starych elektrowniach. Przykładem może tu być Elektrownia Miejska w Gdańsku, która oddała swe mury Filharmonii Bałtyckiej. Potrzeba ratowania zlokalizowanych w centrum Łodzi zabytkowych obiektów pofabrycznych i ich sensownego użytkowania spowodowała, że w 2005 r. został podpisany „List intencyjny pomiędzy: Zespołem Elektrociepłowni w Łodzi, reprezentowanym przez Prezesa ZEC – SA, Mariana Strumiłło i Wiceprezesa Jacka Wasiela, a Miastem Łódź, (wówczas) reprezentowanym przez Wiceprezydenta Włodzimierza Tomaszewskiego i Fundacją TUMULT, z siedzibą w Toruniu, reprezentowaną przez Prezesa Marka Żydowicza”. List dotyczył „przekazania miastu terenów EC1 dla potrzeb stworzenia „Centrum festiwalowo-kongresowo-wystawieniowego ze studiami filmowymi, które zachowa historyczny charakter nieruchomości i utrwali wizerunek Łodzi jako ośrodka sztuki filmowej, podnosząc atrakcyjność turystyczną i inwestycyjną regionu łódzkiego...” 31 stycznia 2006 r. został podpisany protokół zdawczo-odbiorczy przekazania terenu EC1 wraz z naniesieniami miastu Łódź. Przekazano m. in.:

- budynki i budowle Centrali „Wschód” z zamontowanymi tam: czterema kotłami rusztowymi i urządzeniami pomocniczymi, jednym turbospołem, częściowo wyposażonymi w osprzęt elektryczny rozdzielniami;
- budynki Centrali „Zachód”, (bez wcześniej zdemontowanych urządzeń podstawowych);
- budynki i budowle pomocnicze, zlokalizowane na terenie EC.

Obiekty starej elektrowni od dawna były w centrum zainteresowania filmowców. Tu nakręcano m.in. sceny do seriali „Czterej pancerni i pies” czy „Kapitan Kloss”. Filmowa „HollyŁódź” wykorzystywała EC 1 wielokrotnie. W latach dziewięćdziesiątych studenci łódzkiej „Filmówki” (zlokalizowanej przy tej samej co EC1 ulicy Targowej) tworzyli w secesyjnych murach starej elektrowni etiudy dyplomowe. Mury „Jedynki” szczególnie przypadły do gustu znanemu reżyserowi Davidowi Linchowi. Był na jej terenie wielokrotnie. Uważał, że można tu nakręcać filmy bez retuszu scenograficznego.

W 2008 roku weszła w życie uchwała Rady Miejskiej Łodzi o powstaniu instytucji: EC1 – Łódź Miasto Kultury. Radni postanowili przekazać na ten cel 6,5 mln zł w 2008 roku i 3,5 mln w roku następnym. Projekt dotyczył zagospodarowania nowego centrum Łodzi (Nowego Centrum Miasta –

NCM) w rejonie ulic: Kopcińskiego, Tuwima, Kilińskiego i Narutowicza. **Szczególnym przeobrażeniem uległy obiekty EC1 i Dworca Łódź Fabryczna.**

Teren o powierzchni 90 hektarów, na którym powstało (i w dalszym ciągu się buduje) NCM został podzielony na dwie strefy. W pierwszej dominować ma funkcja kulturalna, a w drugiej realizowane będą przedsięwzięcia komercyjne. Centralnym miejscem pierwszej strefy (strefy kultury) będzie **Rynek Kobro**, gdzie mają być organizowane imprezy masowe, m.in.: koncerty i pokazy. Nieopodal powstaną nowe ulice: Żydowska, Niemiecka, Rosyjska i Polska. W ten sposób pomysłodawcy projektu chcą uczcić pamięć narodów, które stworzyły Łódź (Miasto Czterech Kultur). Projekt przygotował światowej sławy architekt **Rob Krier**.

Teren otaczający dzisiejszy zmodernizowany Dworzec Łódź Fabryczna ma zostać przekształcony w wielki ośrodek kultury. Wybudowano już m.in. w EC1 centrum festiwalowo-kongresowe, obiekty wystawiennicze i planetarium.

Teren EC 1 historycznie dzieli się na dwie części: zachodnią i wschodnią (Centrala „Wschód” i „Zachód”). Przy projektowaniu założono, że ocena „historyczna” (na początku zakupiono dla potrzeb budowy elektrowni część wschodnią, później zachodnią) znaczyła tu mniej – większą wartość miały względy zabytkowe i architektoniczne.

W Centrali „Wschód” niewątpliwie najcenniejszy architektonicznie był budynek maszynowni, potem pompownia kotłowni, komin o wysokości 70 m i budynek warsztatu elektrycznego. Najmniej interesującym był budynek kotłowni, pozbawiony wartościowych atrybutów architektonicznych, który dodatkowo był w najgorszym stanie technicznym, ze zdemastowanym wnętrzem. Sytuacja ta spowodowała, że rozebrano dwie ściany budynku: północną i zachodnią i zastąpiono je nową, „unikalną ścianą z ruchomymi cegłami, która przechodząc nad kubaturą dawnych warsztatów stanowi adekwatne ramy dla przyszłego rynku”. Komin – ewidentny symbol tego miejsca – będzie niewątpliwie akcentem identyfikującym przestrzeń. Szczególną atrakcją będzie planowana w jego wnętrzu winda, która będzie wywozić chętnych ponad górną krawędź komina.

Zrewitalizowane obiekty EC1 Wschód pełnią funkcje kulturalno-artystyczne. Jest to przestrzeń otwarta dla artystów, młodych, utalentowanych osób, które chcą się wyrazić przez daną dziedzinę sztuki. Budynek dysponuje wystarczającą przestrzenią do tego, jak i salami warsztatowymi i seminarnymi, a także pokojami gościnnymi dla wykładowców, studentów, artystów wraz z wymaganą infrastrukturą. Jest to również przestrzeń, z której mogą korzystać inne instytucje organizujące imprezy kulturalno-edukacyjne dla mieszkańców Łodzi, jak i osób przyjeżdżających spoza miasta.

W budynku znajduje się również, uruchomione we wrześniu 2015 r. planetarium – najnowocześniejsze w Polsce i Europie Środkowo-Wschodniej. Pod kopułą o średnicy 18 m znajduje się ekran sferyczny o średnicy 14 metrów, zaawansowany system projekcyjny o rozdzielczości 8K oraz 110 wygodnych foteli.

W budynku EC1 Zachód powstało interaktywne Centrum Nauki i Techniki. Już częściowo czynne (otwarcie nastąpi w grudniu 2017 r.) będzie obiektem poświęconym udokumentowaniu i upamiętnieniu myśli technicznej zarówno architektonicznej, jak i energetycznej, w powiązaniu z estetyką czasu i miejsca oraz funkcjonalnością typową dla elektrowni. W Centrum Nauki i Techniki są trzy „Ścieżki Edukacyjne” związane z tematyką energii:

Najważniejszą częścią Centrum Nauki i Techniki będą stałe ekspozycje (elementy ścieżek) składające się z interaktywnych urządzeń umożliwiających samodzielne przeprowadzanie przez zwiedzających działań

i doświadczeń, obserwowanie i badanie określonego zjawiska fizycznego, reakcji chemicznej czy struktury biologicznej.

Na terenie Centrum będą mogły zostać zaprezentowane również wybrane dyscypliny humanistyczne, jak np. archeologia czy paleontologia i nauki społeczne. Centrum Nauki i Techniki będzie realizować cele w trzech ważnych obszarach: upowszechniania nauki, edukacji oraz rozwoju i promocji Łodzi i regionu

Elektrownia Łódzka ma swoje „drugie życie”. Służy mieszkańcom Łodzi, ale i odwiedzającym ją turystom z Polski i zagranicy jako centrum kulturalne i dydaktyczne.

Zdjęcia:

– z archiwum Veolii Energii Łódź SA (Dalkii Łódź S.A) – Łódź współczesna,
– Wiktora Jekimienko – lata do II wojny światowej,
– pozostałe z archiwum Oddziału Łódzkiego SEP

Bibliografia

- [1] Helena i Eugeniusz Porębscy, *Cuda techniki – cykl felietonów wygłoszonych częściowo przed mikrofonem Polskiego Radia w 1931 r.* wydane nakładem Instytutu Szerzenia Praktycznej Wiedzy Przemysłowej w Warszawie ul. Nowy Świat 17, rok 1931/2.
- [2] *Zakłady Energetyczne Okręgu Centralnego – wczoraj, dzisiaj, jutro – XX lat* ZEOC, Warszawa 1972.
- [3] Andrzej Boroń, *Sto lat energetyki łódzkiej* Biuletyn Techniczno-Informacyjny Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich nr 3/2007, ISSN 1428-8966, wrzesień 2007 r.
- [4] Biuletyn Techniczno-Informacyjny Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich nr 4/2007, ISSN 1428-8966, grudzień 2007 r.
- [5] EC1 Łódź – Miasto Kultury – Nowe Centrum Łodzi – *Operacja na otwartym mieście 2006 – 2016*, album okolicznościowy 2015.
- [6] Źródła internetowe – www.ec1lodz.pl.

Energia czasu

Andrzej Boroń
Oddział Łódzki SEP

Kiedy w roku 1989 obejmowałem stanowisko dyrektora najstarszej łódzkiej elektrociepłowni – EC1, starałem się zapoznać ze wszystkimi budynkami, budowlami i urządzeniami technicznymi zakładu. Dotarłem nie tylko do ogólnie dostępnych pomieszczeń, ale również do magazynów i pomieszczeń na składowanie części zapasowych i zamiennych urządzeń obsługiwanych przez oddziały. W jednym z takich pomieszczeń natknąłem się na duże pudła, w których znajdowało się ponad dwa tysiące pudełek z negatywami zdjęć sprzed ponad 50 lat. Były to zdjęcia wykonane w latach dwudziestych, trzydziestych i na początku lat czterdziestych przez fotografa Wiktora Jekimienkę, na zlecenie zarządów Elektrowni Łódzkiej.

Zdjęciami starałem się zainteresować Muzeum Miasta Łodzi, ale bezskutecznie. Po zaprzestaniu eksploatacji EC1, zdjęcia te przeniosłem do Elektrociepłowni EC3, gdzie czekały na „lepsze czasy”. Dopiero wspólna „akcja” pracowników Dalkii – panów Sławomira Wieteski i Roberta Warchoła oraz pracowników naukowych łódzkiej Akademii Sztuk Pięknych im. Władysława Strzemińskiego spowodowała, że zdjęcia te można było (choć w niewielkiej części) udostęp-

nić szerszemu gronu odbiorców. Zorganizowano, począwszy od roku 2006 wystawy i spotkania, ukazujące życie elektrowni, miasta i łodzian w okresie międzywojennym i na początku lat czterdziestych. Pokazy te i wystawy miały miejsce m.in. w „Białej Fabryce” i na dziedzińcu przed siedzibą „Gazety Wyborczej” w Łodzi, w Galerii Fundacji Archeologii Fotografii w Warszawie, w Urzędzie Miasta w Kaliszu. Kuratorami wystaw byli Marta Szymańska (Fotofestiwal Łódź) i Marek Domański. Dalkia Łódź S.A. wydała również okolicznościowy album ze zdjęciami starej elektrowni.

W ramach obchodów Jubileuszu 110-lecia energetyki w Łodzi, 9 czerwca 2017 r., w późnych godzinach wieczornych, podczas tegorocznego





Zdjęcia z archiwum
Veolii Energii Łódź S.A.



Międzynarodowego Festiwalu Fotografii, przy współpracy Urzędu Miasta Łodzi, Veolii Energii Łódź S.A., udostępniono łodzianom kolejne fragmenty ze zbioru szklanych negatywów Wiktora Jekimenki, a które w swoich archiwach przechowuje Veolia Energia Łódź S.A. Tym razem w łódzkim pasażu Schillera organizatorzy festiwalu pokazali muzyczno-wizualny spektakl. Na ścianie jednego z budynków wyświetlono ponad 80, częściowo animowanych zdjęć z podkładem specjalnie dobranej muzyki, która przeniosła obserwatorów w czasie do Łodzi lat 20. i 30. Spektakl oglądało blisko 2 tysiące widzów.

Nie był to jedyny pokaz zdjęć. Goście Fotofestiwalu mogli również oglądać zdjęcia wielkoformatowe zainstalowane na terenie zrewitalizowanej historycznej elektrowni EC1. Zdjęcia te zdobią korytarze Urzędu Miasta Łodzi i szeregu instytucji w Polsce, którym Veolia je udostępniła.

Foto: Marta Zajac-Krysiak



Mgr inż. Jędrzej Lelonkiewicz (1936–2017) – zdolny konstruktor transformatorów

Adam Ketner
Oddział Łódzki SEP

- Długoletni członek SEP (Złota Odznaka Honorowa SEP)
- Zasłużony dla energetyki
- Zasłużony pracownik ELTY
- Współtwórca trzech patentów
- Autor i współautor 5 publikacji
- Dwukrotnie w zespole wicemistrz techniki OŁ NOT (1974; 1975)
- Uczestnik konferencji transformatorowych
- Miłośnik gór (złota odznaka turystyczna)

Jędrzej Lelonkiewicz uzyskał wyższe wykształcenie na Politechnice Łódzkiej na Wydziale Elektrycznym. W 1958 roku otrzymał dyplom magistra inżyniera elektryka o specjalności maszyny elektryczne i transformatory.

W 1959 roku rozpoczął pracę w biurze konstrukcyjnym „starej” fabryki transformatorów przy ulicy Kopernika 56/58 w Łodzi (Zakłady Wytwórcze Transformatorów M3 w Łodzi)¹. Biuro konstrukcyjne było jego praktycznie stałym miejscem pracy; początkowo był konstruktorem, następnie kierownikiem pracowni, później szefem zespołu konstrukcyjnego, a w końcu, w latach 1977–1994, głównym konstruktorem transformatorów. Praca młodego inżyniera zapowiadała się niezwykle interesująco, bowiem w tym czasie zostały podjęte bardzo ważne dwie decyzje dla fabryki i przemysłu transformatorowego, a mianowicie:



- budowa nowoczesnej, bogato wyposażonej fabryki transformatorów w Łodzi na Żabieńcu, przy ulicy Aleksandrowskiej 67/93;
- zakup licencji na jednostki blokowe dużej mocy oraz autotransformator sprzęgający sieci 220 kV i 110 kV z firmy ELIN – UNION w Weizu (Austria).

Miały one także kapitalne znaczenie dla rozwoju młodego inżyniera Lelonkiewicza.

¹ Do 1950 roku Wytwórnia Maszyn Elektrycznych ELEKTROBUDOWA S.A. w Łodzi.

Jędrzej Lelonkiewicz uczestniczył w wielu projektach i przedsięwzięciach; o niektórych z nich warto wspomnieć. Nowa fabryka została wyposażona w urządzenia do budowy rdzeni magnetycznych z blachy zimnowalcowanej (o mniejszej stratności). W 1964 roku kolega „Lelon” prowadził projekty transformatorów o mocy 10–40 MVA na regulowane pod obciążeniem napięcie 110 kV z rdzeniem magnetycznym z blachy zimnowalcowanej. Na takie transformatory czekała energetyka, bowiem były one typowym wyposażeniem wszystkich stacji 110 kV w Polsce. Do ich modernizacji (obniżenie strat i mas) przystąpiono po 10 latach.

W latach 70. ubiegłego wieku fabryka przyjęła duże zamówienie na eksport na transformatory z regulacją napięcia pod obciążeniem po stronie skojarzonych w trójkąt uzwojeń wysokiego napięcia 132 kV; takie przypadki regulacji napięcia nie były realizowane w fabryce. Realizacja zamówienia wymagała rozwiązań przepięć piorunowych w obszarze uzwojeń i podobciążeniowego przełącznika zaczerpów; wstępna analiza tej kwestii wskazywała na konieczność ich ograniczenia. Inżynier Lelonkiewicz był współautorem rozwiązania², w którym wspomniane przepięcia piorunowe zostały znacznie ograniczone. Fabryka pomyślnie realizowała kontrakty, najpierw na transformatory 13 MVA i 26 MVA na napięcie 132 kV (Tajlandia), a następnie 25–75 MVA na napięcie 150 kV (Grecja). Takich transformatorów wyprodukowano w pierwszej połowie lat 70. ubiegłego wieku około 100 sztuk. W tym samym czasie realizowano również duże zamówienia na eksport (Malezja) transformatorów 30 MVA i 45 MVA na napięcie 132 kV; wyprodukowano ich też dużo – przeszło 100 sztuk.

Inżynier Lelonkiewicz często wspominał kontrakty dla Chin, realizowane w drugiej połowie lat 80. ubiegłego stulecia, a mianowicie obiekty średniej mocy 31,5, 40 i 63 MVA na 110 kV oraz dużej mocy 125 MVA i 180 MVA na napięcie 220 kV. Zamówiono prawie 50 transformatorów, w tym 12 o mocy 120 MVA i 4 o mocy 180 MVA. Były to bardzo ważne kontrakty, bowiem fabryka zaczęła odczuwać poważne trudności ze zbytem. Doprowadziły one w końcu do prywatyzacji i sprzedaży w 1992 roku udziałów fabryki ELTA strategicznemu inwestorowi, grupie ABB. W 1989 roku inżynier Jędrzej przebywał miesiąc w Chinach, gdzie nadzorował montaż i usuwanie usterek po transporcie, uczestniczył w próbach pomontażowych i załączaniu do systemu elektroenergetycznego dużych transformatorów wspomnianego wyżej kontraktu. Jego pobyt miał miejsce w okresie demonstracji studenckich na placu Tiananmen w Pekinie, krwawo stłumionych przez armię chińską; pozostawiły one trwałe ślady w jego pamięci.

W latach 1984–1990 biuro konstrukcyjne fabryki prowadziło wspólnie z Oddziałem Transformatorów Instytutu Energetyki w Łodzi kilka dużych projektów. Pierwszy z nich to projekt transformatora blokowego pięciokolumnowego 426 MVA na napięcia 420/22 kV dla Elektrowni Bełchatów (projekt wyróżniono Zespołową Nagrodą Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, 1985 r.), a drugi – autotransformatora sieciowego 500 MVA na napięcia 400/120 kV.

Inżynier Jędrzej Lelonkiewicz kierował zespołem konstruktorów, pełnił nadzór nad produkcją i uczestniczył w ich próbach. Natomiast w trzecim projekcie – autotransformator sieciowy 330 MVA na napięcia 400/110 kV – inżynier Jędrzej brał też udział w uruchomieniu omawianego obiektu w systemie energoelektrycznym. Zaś czwarty dotyczył transformatora blokowego 520 MVA na napięcia 400/22 kV dla elektrowni jądrowej w Żarnowcu. Trudność projektu wymogła rozwiązanie pewnych problemów technologicznych i sprawdzenie ich na modelach; inżynier Lelonkiewicz brał udział w definiowaniu ich i przyjęciu rozwiązań. Protesty społeczeństwa doprowadziły do wycofania tego zamówienia. Szkoda, że przyjęte rozwiązania w projekcie nie mogły być sprawdzone.

Rola i zadania J. Lelonkiewicza w pracach zespołów konstrukcyjnych były podyktowane rangą projektu, a stopień jego zaangażowania wynikał z zajmowanego stanowiska.

Od 1960 roku kolega Lelonkiewicz był członkiem SEP, Koła Zakładowego działającego prężnie w „starej” fabryce. Po kilku latach członkostwa powierzono Mu funkcję wiceprzewodniczącego tego koła; pełnił ją w latach 1972–1976.

Po przejściu na wcześniejszą emeryturę zaczął działać w Kole Seniorów Oddziału Łódzkiego SEP. Tu skutecznie zachęcał kolegów do działań na rzecz Oddziału i Koła. Koło Seniorów zajmowało dobre miejsca (II–V) w konkursie na Najaktywniejsze Koło SEP. Jędrzej był inicjatorem nadania Kołu imienia Zbigniewa Kopczyńskiego³, Członka Honorowego SEP i wybitnego konstruktora transformatorów, który pełnił funkcję prezesa Koła Seniorów przez wiele lat oraz aktywnie w nim działał. W 1997 roku odbyły się zebrania sprawozdawczo-wyborcze w kołach. Nowym prezesem koła seniorów na czteroletnią kadencję został inżynier Jędrzej Lelonkiewicz; poprzedni długoletni prezes, 86-letni Zbigniew Kopczyński złożył rezygnację.

Również w 1997 roku został członkiem Zarządu Oddziału oraz Komisji Pomocy Koleżeńskiej. W 2015 roku kolega Jędrzej Lelonkiewicz zrezygnował z pełnionych funkcji w Zarządzie Oddziału i Kole Seniorów. Postępująca choroba uwięziła Jędrzeja w domu (nie mógł chodzić) i skłoniła Go do podjęcia tak trudnej decyzji; praca społeczna miała dla Niego wtedy ogromne znaczenie – nadawała sens Jego życiu.

Kolega Lelonkiewicz dość często udawał się na produkcję, stację prób i laboratorium wysokich napięć, a także do konstruktorów i technologów, aby porozmawiać o problemach dotyczących nie tylko transformatorów.

Zaglądał także do Oddziału Transformatorów Instytutu Energetyki w Łodzi, z którym fabryka współpracowała, zwłaszcza przy projektach dużych transformatorów.

Jędrzej potrafił rozmawiać i, co ważne, umiał słuchać. W rozmowach dzielił się swoją wiedzą i doświadczeniem, ale też prowokował rozmówców do przedstawiania uwag i pytań z szeroko rozumianej dziedziny transformatorów. Uważał, że rozmowy te były niezwykle cenne i bardzo owocne. Były one wachlarzem nieformalnych opinii dotyczących transformatorów; na ogół jego produkcji i badań oraz stosowanych materiałów i elementów. Wiele osób pamięta inżyniera Lelona; część z nich pracuje jeszcze w fabryce. Jedni mówią, że On przyjmował ich do pracy, inni – że uczył ich, jak projektować poszczególne elementy transformatora. Niektórzy zaś wspominali o radach i wskazówkach – jak i w czym chodzić po górach, a nawet co należy i co warto zabrać ze sobą.

Kolega Jędrzej kochał góry. Uwielbiał samotne piesze wędrówki; był także uczestnikiem grupowych wypadów w góry. Znał dobrze szlaki i potrafił wymienić szczyty, które albo pokonamy wprost, albo obejdziemy. Znał góry i ich grozę. Zwracał uwagę na to, że pogoda w górach może zmienić się zaskakująco gwałtownie i trzeba być na to przygotowanym (deszcz i spadek temperatury). Jędrzej „wychodził” wszelkie odznaki turystyczne; był z nich „skrycie” dumny.

Za działalność zawodową i stowarzyszeniową został uhonorowany wieloma odznaczeniami państwowymi, resortowymi i stowarzyszeniowymi. Cenił bardzo godność „Zasłużonego Seniora SEP”, Złotą Odznakę Honorową SEP oraz medal im. prof. Eugeniusza Jezierskiego, który podkreślał Jego zasługi dla przemysłu transformatorowego. Niestety, nie doczekał się najwyższej godności – Członka Honorowego SEP, o której, jak sądzę, słusznie marzył.

9 czerwca 2017 r. odszedł inżynier Jędrzej, serdeczny kolega i życzliwy przyjaciel

Będziemy Go pamiętać i wspominać oraz naśladować.

³ Uchwała Zarządu Oddziału Łódzkiego SEP nr 8/Z/2010-2014 z dnia 28.03.2011 r.

² Patent PRL nr 72982.

Mariusz Brakowiecki (1936 – 2017)

Jerzy Zatoński
Wiesław Wojciechowski

Kol. Mariusz Brakowiecki urodził się 11.05.1936 r. w Zgierzu, w znanej zgierskiej rodzinie inteligenckiej. Liceum Ogólnokształcące im. St. Staszica w Zgierzu ukończył w 1955 r. i w tymże roku rozpoczął studia na Wydziale Elektrycznym Politechniki Łódzkiej, którą ukończył w 1960 r. ze stopniem magistra inżyniera w specjalności trakcja elektryczna. Bezpośrednio po studiach podjął pracę jako początkujący inżynier stażysta w Przedsiębiorstwie Robót Elektrycznych „Elektromontaż” w Łodzi, przy ul. Rewolucji 1905 r. nr 21. Z tą firmą, jako jedyną, związał całe swoje 40-letnie życie zawodowe, aż do przejścia na emeryturę w 2000 roku.

Praca w Elektromontażu nie należała do łatwych, działalność przedsiębiorstwa obejmowała praktycznie całą Polskę, bo firma w owym czasie była jedynym wykonawcą podstacji trakcyjnych prądu stałego dla tramwajów i trolejbusów oraz kolejek przemysłowych obsługujących kopalnie odkrywkowe i do tej sekcji został w początkowych latach przypisany Mariusz. Praca w tzw. „terenach” w tamtym czasie wymagała poświęcenia, niedostatek wszystkiego był powszechny, począwszy od ubogiej bazy hotelowej, wyżywieniowej, komunikacyjnej. Musiało się to odbywać kosztem wielu wyrzeczeń, w tym i życia rodzinnego. W jakimś stopniu kompensowało to poczucie tworzenia czegoś nowego, pozwalało zdobywać niebanalną wiedzę i doświadczenie inżynierskie.

Te umiejętności inżynierów „Elektromontażu - Łódź”, w tym Mariusza zostały wykorzystane przy budowie w latach 1964–1966 Huty Aluminium w Koninie, w pierwszym etapie hal elektrolizy. Mariusz został tam kierownikiem budowy najważniejszego węzła energetycznego, począwszy od GPZ- 110 kV, po stację rozdzielczą ŚN oraz potężny węzeł wielofazowych transformatorów prostownikowych oraz samych prostowników dla potrzeb całej elektrolizy.

Należy zaznaczyć, że po raz pierwszy w Polsce na taką skalę zastosowano prostowniki krzemowe. Na budowie huty w szczycie pracowało ponad 300 pracowników Elektromontażu. Doskonałe recenzje, jakie na tej budowie uzyskała firma, a wraz z nią i Mariusz, który dał się poznać jako sprawny organizator dużych zespołów ludzi, poskutkowało zleceniem całości robót elektrycznych tzw. II etapu rozbudowy huty o walcownię blach.

Było to kolejne, trudne wyzwanie inżynierskie, tam również mgr inż. Mariusz Brakowiecki był kierownikiem budowy walcowni gorącej, w której też po raz pierwszy w Polsce do napędu silnika głównego 3,2 MW prądu stałego wykorzystano tyrystory.

Budowa walcowni trwała w latach 1971–73. Druga połowa lat 70. oraz lata 80. to praca na kolejnych dużych budowach, jak np. Cementownia



„Warta” w Działoszynie oraz prawie 2 lata spędzone w byłym Związku Radzieckim przy budowie infrastruktury energetycznej gazociągów. Ostatnie kilka lat przed przejściem na emeryturę pracował w Elektromontażu w obszarze logistyki.

Od początku swojej pracy był aktywnym członkiem jakże licznych i prężnych koła SEP przy „Elektromontażu”, przedmiotem wielu wspomnień były corocznie organizowane przez Koło SEP wieczorki „Andrzejkowe”. Środowisko elektryków, w tym i Mariusz, które w owym czasie było najliczniejszym w Łodzi, wносиło wiele inicjatyw do Oddziału.

Będąc na emeryturze pozostawał członkiem Koła Seniorów im. Zb. Kopczyńskiego przy Oddziale Łódzkim SEP.

Wspaniałą cechą charakteru Mariusza była koleżeńska, skromność i lojalność, umiał zjednywać sobie współpracowników. Prezentował dużą wiedzę z zakresu historii Polski, był niestrudzonym recenzentem i dyskutantem, w gronie przyjaciół, wydarzeń politycznych każdego okresu, był obdarzony specyficznym i ujmującym poczuciem humoru.

Zachowamy Go w pamięci jako wspaniałego kolegę, pracowitego i twórczego inżyniera.

Zmarł 21 czerwca 2017 r., spoczywa na Starym Cmentarzu w swym rodzinnym Zgierzu.

*Wspomnieniami podzielili się Jego przyjaciele
wieloletni dyrektorzy „Elektromontażu-Łódź”*

*Jerzy Zatoński
Wiesław Wojciechowski*

Danuta Krystkowiak-Mruk (1932–2017)

Jadwiga Sikorska
Wojciech Kaźmirski

Urodziła się na Kresach jako córka oficera WP. Wraz z młodszą siostrą, dzięki mądrej decyzji matki i heroicznej życzliwości ukraińskich sąsiadów, przeżyły masakrę wołyńską. Po wojnie, w której niestety jej ojciec zginął (nigdy nie odnaleziono jego grobu) wraz z matką i siostrą trafiły do Łodzi. Nie było im lekko, rozmawiały po swojemu („ta joj”), a zanim pozbyły się kresowego zaśpiewu musiały znosić docinki, a nawet prześladowania miejscowej młodzieży. Mimo to z powodzeniem skończyła sławetne IV Liceum Ogólnokształcące im. E. Szczanieckiej, z czego była bardzo dumna i przez całe życie utrzymywała kontakty ze szkołą, biorąc udział w uroczystościach rocznicowych i spotkaniach z byłymi wychowankami.

Po maturze ukończyła dwustopniowe studia na Wydziale Elektrycznym Politechniki Łódzkiej. Jako młodzianka magister inżynier rozpoczęła pracę zawodową w dyspozytorni EC1, mając, jak sama opowiadała, „ogromną moc w palcach”. Niezbyt długo, bo w połowie lat 60. znalazła zatrudnienie w Łódzkich Fabrykach Firanek i Koronek im. H. Sawickiej (potem FAKO) w Dziale Mechaniczno-Energetycznym – od razu jako szefowa działu ze sporym personelem, głównie męskim. Musiała rozwiązywać niebotyczne czasem problemy związane z zabezpieczeniem ruchu fabryk, gdyż od tego zależało wykonanie planów produkcyjnych, a to było najważniejsze. W FAKO Dance minęło 35 lat pracowitego życia, uhonorowanego przed odejściem na emeryturę Krzyżem Kawalerskim OOP. Dla nas, byłych współpracowników i podwładnych, przez przeszło 20 lat była niezrównaną szefową, przewodniczką w pracy, a także przyjaciółką

w kontaktach pozazawodowych. Zналиśmy jej śp. męża, Zygmunta Mruka, także elektryka i członka SEP, z którym

przeżyła wiele wspaniałych lat. Mieszkała w Rudzie Pabianickiej, której do końca była gorącą patriotką. Po śmierci męża zamieszkała w bloku na Retkini, gdzie od razu nawiązała kontakty dobrosąsiedzkie i podjęła działania na rzecz lokalnej społeczności.

Przez całe zawodowe życie była członkiem SEP. Działała na miarę swoich możliwości, miała mnóstwo kolegów i znajomych, z którymi utrzymywała bliskie kontakty. Za swoją działalność stowarzyszeniową została odznaczona m.in. Srebrną i Złotą Odznaką Honorową SEP, Srebrną Odznaką Honorową NOT, Medalem 90-lecia SEP, Medalem im. inż. Kazimierza Szpotańskiego.

Mimo traumatycznych przeżyć z dzieciństwa zachowała ogromny sentyment do dawnych Kresów Wschodnich, swojej Ojczyzny, zachowała na całe życie znajomość języka ukraińskiego i chętnie podtrzymywała znajomości z obywatelami dzisiejszej Ukrainy, których los pozwolił jej spotkać w życiu.

W ostatnich latach życia dzieliła między Polskę i Kanadę, gdzie mieszka od dawna jej córka z mężem i synem. Także tam nawiązała sporo ciekawych znajomości wśród tamtejszej Polonii.

Kiedyśmy się widzieli z Nią ostatnio, na początku czerwca, na pożegnanie prosiła, aby koniecznie przybyć 11 sierpnia na kolejne urodziny. Przyrzekliśmy że będziemy. Niestety, tak się złożyło że mogliśmy być na cmentarzu, postawić kwiatek i zapalić znicz. I zadumać się.

Będziemy o Niej zawsze pamiętać.



X Sympozjum wyjazdowe pt. „Energetyka odnawialna i jądrowa”

Anna Grabiszewska
Oddział Łódzki SEP

Zgodnie z przyjętą przez Zarząd Oddziału Łódzkiego koncepcją łączenia dwóch celów statutowych: integracyjnego i edukacyjnego, zorganizowano dla najbardziej aktywnych członków Oddziału kolejne sympozjum z cyklu „Energetyka odnawialna i jądrowa”. 17 maja 2017

r. pięćdziesięcioosobowa grupa uczestników X już Sympozjum wyruszyła w podróż. Główną jego częścią była wizyta w Centrum Badawczym *Solar de Almeria*, położonym na pustyni Tabernas w Hiszpanii. Miejscem docelowym, już o charakterze turystycznym, była hiszpańska Andaluzja. Wyjazd został zorganizowany przez Oddział Łódzki, za pośrednictwem Biura Podróży *Vervinci Travel*.

Hiszpania jest położona na Półwyspie Iberyjskim. Od zachodu graniczy z Portugalią, a od północnego wschodu, poprzez pasma Pirenejów, z Francją. Na południu graniczy z niewielkim terytorium brytyjskim,

Gibraltarem. Hiszpania to znacznie więcej, niż kojarzone z nią: corrida, tancerze flamenco czy też zatłoczone plaże, ale imponujący i zróżnicowany kraj, którego północne krańce, bogate w zielone wzgórza, przypominają Irlandię, a południowe regiony pozwalają poczuć atmosferę marokańskich krajobrazów i architektury.

Hiszpania jest dużym krajem, liczy 41 mln mieszkańców, ale dodatkowo, każdego roku, przyjmuje ponad 58 milionów turystów, co jest z pewnością liczbą niebagatelną. Największym miastem i zarazem stolicą jest Madryt. Państwo dzieli się na 17 niezależnych pod siebie regionów, a te z kolei na 50 prowincji. Hiszpania jest oddzielona od Francji Pirenejami, na południu nieomal sięga Afryki. Jej cechą charakterystyczną jest niezwykle długie i atrakcyjne wybrzeże. W skład państwa wchodzi też dwa archipelagi: Baleary i Wyspy Kanaryjskie. Ze względu na rozpiętość geograficzną oraz różnorodne ukształtowanie, Hiszpanię charakteryzuje też bardzo różnorodny klimat, od pokrytych śniegiem pirenejskich szczytów, poprzez zielone łąki położone w Galicji i gaje pomarańczowe w Walencji i do pustynnej Almerii.

Ślady obecności człowieka na ziemiach Płw. Iberyjskiego sięgają około 900 tys. lat p.n.e. Tereny te były zasiedlane przez Iberów i Celtów, później zakładali tam swoje osady Fenicjanie oraz Grecy, a następnie Kartagińczycy i w końcu Rzymianie. Z kolei VIII wiek naszej ery to atak Imperium Osmańskiego, którego panowanie trwało 90 lat. Wynikiem było pozostawienie wielu śladów w kulturze Półwyspu Iberyjskiego, a zwłaszcza budowli sakralnych i typowo muzułmańskich miast jak Murcja. Od roku 800, pod wpływem interwencji Franków, istniała Marchia Hiszpańska. W 1479 r. unia Kastylii i Aragonii stworzyła podstawy pod zjednoczenie Hiszpanii. Znaczące dla kraju były odkrycia kolonialne zapoczątkowane przez Kolumba. Do końca XVI w. Hiszpania była pierwszą potęgą polityczną, morską i militarną. Wiek XVIII to powrót absolutyzmu pod rządami Burbonów. Wiek XX z kolei cechuje wojna domowa oraz dyktatorskie rządy generała Franco od 1939 do 1975 roku. Jednak Franco wyprowadził też kraj z izolacji międzynarodowej, zapoczątkowano liberalizację i modernizację gospodarki. Po śmierci dyktatora tron objął Jan Karol I z dynastii Burbonów. Hiszpania przystąpiła do NATO w roku 1982, a po kilku latach, w 1986 do EWG i 1993 do UE.

Hiszpanie umieją się bawić. Do późnych godzin wieczornych ulicami spacerują amatorzy dobrych trunków, jedzenia i muzyki. Będąc turystą nie trzeba się martwić, gdzie pójść na kolację, bo liczba restauracji, barów, kawiarenek jest ogromna. Zaprowadzą nas do nich piękne zapachy i dźwięki *flamenco* czy *pasodoble*. Mieszkańcy tego nadzwyczajnego kraju, jakim jest Hiszpania, cechuje wrodzona towarzyskość i ochota do uprzyjemniania sobie czasu i życia. Przeciętny Hiszpan zazwyczaj poświęca tyle samo energii na zabawę, ile na pracę. Słynne słowo *maniana*, oznaczające odkładanie wszystkiego do jutra, nie zawsze jest prawdą, ale Hiszpanie też nie bardzo liczą się z czasem i raczej podporządkują obowiązki kontaktom towarzyskim niż odwrotnie. Dla Hiszpanów najważniejsza jest rodzina. Są też głęboko związani ze swoim *pueblo* – miasteczkiem lub rodzinną wioską. Językiem urzędowym jest kastylijski, zwany potocznie hiszpańskim, ale około 20% mówi językiem katalońskim, 6% galicyjskim, a 1,5% baskijskim. Religią panującą w Hiszpanii jest katolicyzm (95%). Kuchnia hiszpańska jest bardzo specyficzna, bo opiera się na dawnych przepisach. Z oryginalnych potraw znany jest szczególnie Kraj Basków, ale też Andaluzyja, gdzie mocno wyczuwalne są wpływy arabskie. W kuchni hiszpańskiej popularne są małe przekąski – *tapas*, nazywane czasami *pinchos*, które obecne są w jadłospisach od XIX wieku. Początkowo były dodatkiem do *sherry*. Serwowane są w restauracjach jako dodatki do napojów. Do dzisiaj żywa jest tradycja spożywania *tapas* w małych knajpkach, zwykle na stojąco przy barze.

Miłośnikom kolarstwa Hiszpania zapewne kojarzy się również z wyścigiem *La Vuelta a España*, kolarskim wyścigiem zaliczanym do wielkich *tourów*, po *Tour de France* i *Giro d'Italia*. Należy on do cyklu *World Tour* Mię-

dzynarodowej Unii Kolarskiej. Po raz pierwszy wyścig ten zorganizowano w roku 1935, a nieprzerwanie jest on obecny w świecie kolarskim od 1955 roku. Impreza trwa trzy tygodnie i prowadzi po trasach Hiszpanii i krajów ościennych. Przez wiele lat rozgrywano ten wyścig w okresie wiosennym, ale w latach 90. przeniesiono go na termin jesienny (początek września), aby *Vuelta* nie kolidowała z *Giro d'Italia*. Trasa składa się zawsze z kilku płaskich etapów, faworyzujących umiejętności sprinterskie, kilku etapów średniej trudności, sprzyjających rozrywaniu grupy zasadniczej (peletonu) przez indywidualne lub grupowe ucieczki oraz etapów górskich, na których rozstrzygają się zazwyczaj losy wyścigu. Ponadto mają jeszcze miejsce dwie „czasówki”. Ogólny profil trasy nie należy do najłatwiejszych i jest bardzo pofałdowany, co sprawia, że wyścig ten wygrywali przeważnie specjaliści od rowerowej wspinaczki. Meta *Vuelty* jest tradycyjnie umiejscowiona w centrum Madrytu.

Hiszpania dzieli się na 17 wspólnot autonomicznych (*Comunidades Autónomas*), które cieszą się dużą samodzielnością (głównie w kwestiach szkolnictwa, podatków itd.) oraz dwa miasta autonomiczne (*Ciudad Autónoma*). Te wspólnoty to: Andaluzyja (*Andalucía*), Aragonia, Asturia, Baleary, Estremadura, Galicja, Kantabria, Kastylia-La Mancha, Kastylia i León, Katalonia, Kraj Basków, La Rioja, Madryt, Murcja, Nawarra (prowincja), Walencja, Wyspy Kanaryjskie.



Mapa Hiszpanii – regiony autonomiczne

Hiszpania to jeden z liderów gospodarczego wykorzystania energii słonecznej. Wsparcie rządu i obowiązywanie tzw. systemu *feed-in tariff*, dzięki któremu producenci energii ze źródeł odnawialnych mogą ją odsprzedawać po z góry ustalonych, preferencyjnych cenach, sprawiły, że na Półwyspie Iberyjskim w szybkim tempie powstawały w ostatnich latach nowe elektrownie słoneczne. W 2011 roku moc zainstalowanych elektrowni słonecznych wyniosła 4,2 GW. Sektor energetyczny wytwarza około 5% PKB brutto kraju. Zapotrzebowanie na energię w Hiszpanii, począwszy od 2002 r., wzrasta o około 3,5% rocznie, z niewielkimi zmianami, jak w 2003 roku, kiedy zanotowano wzrost o około 7%. Wręcz ze wzrostem konsumpcji wzrasta zapotrzebowanie na energię od 211 500 GWh w 2002 r. do 253 600 GWh w roku 2006. W 2008 roku 50% energii produkowanej w Hiszpanii pochodziło z elektrowni jądrowych (15 368 toe – tony oleju ekwiwalentnego (*toe*) – jest to energetyczny równoważnik jednej metrycznej tony ropy naftowej o wartości opałowej równej 10 000 kcal/kg.), 15% pochodziło z elektrowni opalanych węglem, 6% z energii rzek i 29% z pozostałych źródeł energii odnawialnej. W 2009 r. Hiszpania była największym producentem energii elektrycznej przetwarzanej z energii słonecznej oraz na

trzecim miejscu wśród państw wytwarzających energię w elektrowniach wiatrowych. W Hiszpanii produkcja energii w elektrowniach wodnych osiągnęła w 2010 r. łączną moc 2220 MW i była drugą co do wielkości w UE, po Włoszech. Według raportu koncernu Ernst & Young, Hiszpania wraz z takimi krajami jak: USA, Chiny i Indie znalazła się w gronie państw najbardziej atrakcyjnych na świecie pod względem inwestowania w odnawialne źródła energii.

Pewną ciekawostką jest, że hiszpański hymn narodowy, jako jedyny na świecie, nie ma oficjalnie zatwierdzonych słów. Melodia pozostaje zawsze ta sama, lecz tekst zmieniał się w zależności od epoki. Ale i sama kompozycja wzbudzała wiele kontrowersji. Jest to tzw. *Marsz Grenadierów*, który w 1908 roku zunifikował kapelmistrz Królewskich Halabardników Bartolomeo Casas i dekretem królewskim uznany został za jedyną poprawną wersję hymnu. Ale Casas w 1932 roku zarejestrował hymn jako utwór swojego autorstwa. Rząd hiszpański dekretem z 1997 roku hymn znacjonalizował i odebrał Casasowi prawa autorskie. To też jedyny na świecie przypadek upaństwowienia hymnu narodowego.

Naszym celem turystycznym podczas tegorocznego wyjazdu była Andaluzja. Andaluzja, jak już wspomniano wcześniej, to wspólnota autonomiczna Hiszpanii o bardzo rozległym terytorium, w którego skład wchodzi osiem prowincji. Mało kto zdaje sobie sprawę z tego, jak różnorodna i zaskakująca potrafi być ta kraina w wielu aspektach. Fenomen Andaluzji tkwi w jej wyrazistości przejawianej w regionalnej kulturze, różnorodnych i zarazem unikatowych krajobrazach, nastawiającej do życia pogodzie oraz w spontaniczności rdzennych mieszkańców. Zabytki Andaluzji doskonale przemawiają do wyobraźni, „opowiadając” historię Europy związaną z długą dominacją muzułmańską na Półwyspie Iberyjskim w epoce średniowiecza.

Bardzo duży wpływ na całe wybrzeże w zachodniej części Andaluzji ma rzeka Gwadalkiwir (*Guadalquivir*), która wciną się pomiędzy dwa potężne masywy górskie. Na południu Kordyliera Betycka pnie się niemal po samo wybrzeże Morza Śródziemnego, od przylądka *Cabo de Gata* aż do Cieśniny Gibraltarskiej. Właśnie tam znajduje się najwyższy szczyt Półwyspu Iberyjskiego, czyli *Mulhacén* (3481 m n.p.m.). Po północnej stronie Gwadalkiwiru rozciąga się masyw gór Sierra Morena odgradzający Andaluzję od Estremadury i w znacznym stopniu Kastylii La Manchy. Im bardziej przemierzamy się na zachód, górski krajobraz łagodnieje, kończąc się rozległymi, płaskimi plażami prowincji Huelva.

Pomimo iż Andaluzja określana jest najbardziej suchym regionem Hiszpanii, o średniej temperaturze rocznej dochodzącej do 18 °C, w słonecznej prowincji *Cádiz* mamy największą w tym kraju ilość opadów w ciągu roku (pomimo ich niemal zupełnego braku latem, zimą wilgotne powietrze atlantyckie przynosi bardzo obfite deszcze). Zróżnicowanie pogody w całej wspólnocie autonomicznej bierze się z powodu ścierania się trzech typów klimatu: atlantyckiego, śródziemnomorskiego i kontynentalnego. Wyrazistość Andaluzji odzwierciedla także wspaniała przyroda, która jest chroniona na aż 20% jej terytorium w postaci licznych parków krajobrazowych oraz dwóch narodowych: *Doñana* i *Sierra Nevada*. Miasta i miasteczka Andaluzji zachęcają zwiedzających do wtopienia się w gwar tętniących życiem uliczek i placów. Jeszcze większą atrakcją turystyczną Andaluzji są regionalne *fiesty*. W dzień turystów czarują białe uliczki oraz połyskliwe, kolorowe płytki *azulejos* na ścianach domów i fontannach. Co warto zobaczyć w Andaluzji? Są to wspaniałe pałace, zamki, meczety i ogrody. Zabytki te czynią z Granady, Sewilli czy Kordoby miasta, do których powraca się myślami przez lata. Zwiedzanie Andaluzji daje możliwość dotarcia do miejsc związanych z morskim podbojem nowego świata.



Uczestnicy seminarium w Sewilli

Z regionu tego, począwszy od końca XV wieku, wyruszały okręty w celu odkrycia i skolonizowania odległych ziem. Przez Andaluzję w XVI wieku zaczęło płynąć w głąb Europy złoto oraz nieznanne dotychczas na starym kontynencie bogactwa naturalne. To region, który można odkrywać w trakcie wielu pasjonujących podróży.

Andaluzję uważa się za kolebkę hiszpańskiego winiarstwa. Zapoczątkowana przez Fenicjan tradycja i rozwijające się przez kolejne wieki rzemiosło doprowadziły do ukształtowania się na przełomie XVI i XVII wieku rodzaju tzw. „starych win” (*vinos antiguos*). Miejscowe uprawy były szanowane i pielęgnowane nawet przez stroniących od alkoholu muzułmanów, którzy panowali tutaj niepodzielnie począwszy od VIII, do połowy XIII wieku. Oprócz mocno słodkiego smaku i sporej „mocy”, wina z Andaluzji, posiadały jedną szczególnie ważną zaletę. Nadawały się do długiego transportu morskiego bez utraty swojej jakości. To właśnie wina będące przodkami andaluzyjskich „*antiguos*” docierały jako pierwsze na lądy obu Ameryk wraz z pierwszymi konkwestadorami. Większość winnic na terytorium Andaluzji posiada nasłonecznienie przekraczające 3000 godzin w ciągu roku. Dla porównania, spora część plantacji winorośli znajdujących się w północnej części Hiszpanii może cieszyć się zaledwie dwoma tysiącami słonecznych godzin. Mając na uwadze intensywność słońca świecącego w tym regionie oczywistym jest, że otrzymanie produktu zbliżonego do popularnych „*riogas*” mija się całkowicie z celem. Tak więc wina andaluzyjskie mają swój własny, niepowtarzalny styl, którego próżno szukać gdziekolwiek indziej na świecie. To doskonałe wręcz połączenie wina i drewna. Zwykle posiadają bardzo złożony bukiet, zaskakując przy tym niekiedy swoją wyrazistością, a czasem wręcz przeciwnie – delikatnością. Niewątpliwym atutem jest położenie andaluzyjskich winnic. Niektóre, oddalone kilka kilometrów od morza, znajdują się na wysokości 800 m n.p.m. W ten sposób grona mogą korzystać z gorących dni, ale też chłodnych nocy. Sprawia to, że otwierając niejedną andaluzyjską flaszkę możemy być zaskoczeni zarówno świeżością, jak i dojrzałością trunku.

Po przybyciu do Hiszpanii w późnych godzinach nocnych, z uwagi na opóźniony lot, udaliśmy się prosto do hotelu. Odkrywanie Hiszpanii, a dokładnie Andaluzji, która była naszym celem, zaczęliśmy od **Kordoby**, miasta o dużym znaczeniu kulturowym, przemysłowym i naukowym. Kordoba jest miastem, w którym można znaleźć ślady trzech kultur. Historia miasta jest niezwykle bujna, ponieważ znajdowało się pod wpływami tych różnych kultur. Początkowo była to niewielka osada iberyjska, w III wieku p.n.e. dostała się pod wpływ kartagińskie, a następnie stała się kolonią rzymską. Kordoba była kolebką artystów, naukowców, filozofów i myślicieli. To tutaj urodzili się Seneka Starszy, Seneka Młodszy czy poeta Lukan. Od VI wieku n. e. Kordoba znajdowała się pod zarządami Bizancjum. Okres rozwoju miasta przypada na VIII wiek, kiedy to miasto znajdowało się pod wpływami arabskimi. W X wieku Kordoba stała się największym ośrod-



Białe domy w Kordobie

kiem w basenie Morza Śródziemnego. Ze względu na liczne i wspaniałe zabytki będące świadectwem obecności wielu cywilizacji, została wpisana na listę UNESCO. Za największy z nich uznawany jest wielki meczet *La Mezquita*. Jest to potężna świątynia muzułmańska, miejsce zadziwiająco architektoniczną harmonią panującą w jej wnętrzu. Znajduje się w nim ponad 800 kolumn wspierających podwójne łuki podkowiaste oraz piękny, osmiokątny *mihrab* z kopułą w kształcie muszli. Budowę wielkiego meczetu rozpoczęto w 786 roku, za panowania pierwszego emira Kordoby – Abd Ar-Rahmana I, a jego najwspanialsza część pochodzi z drugiej połowy X wieku. W XIII wieku, za panowania chrześcijan, zaczęto ingerować w architekturę budowli, chcąc przekształcić w katolicką katedrę (zdającą się wyrastać z wnętrza muzułmańskiej świątyni). Szczęśliwie, w wyniku tego zniszczeniu uległa tylko pewna część dawnego meczetu. Turyści mogą wybrać dwie formy zwiedzania *Mezquita* – *Catedral de Córdoba*: dzienną (*Visita Diurna*) oraz wzbogaconą efektami wizualno-dźwiękowymi nocną (*Visita Nocturna*).

Za jeden z najwspanialszych punktów widokowych na starówkę Kordoby uznaje się Most Rzymski (*Puente Romano*). Składającą się obecnie z 16 łuków konstrukcję (pierwotnie liczyła ich 17), służącą do przejścia rzeki Gwadalkiwir, zbudowano w I wieku p.n.e. Co ciekawe, przez dwa tysiące lat był to jedyny most w całej Kordobie. Kolejny powstał dopiero w połowie XX w. Na jego południowym skraju znajduje się odrestaurowana, ufortyfikowana wieża z epoki muzułmańskiej (XII w.) *Torre de la Calahorra*. Miała ona za zadanie bronić przejścia na drugą stronę rzeki przez rycerzy chrześcijańskich. W wieży mieści się interaktywne muzeum (*Museo Roger Garaudy de las Tres Culturas*), dzięki któremu można dowiedzieć się, jak wyglądało w średniowieczu wspólne życie przedstawicieli trzech wielkich religii w obrębie jednego miasta. Wspaniale oświetlony po zmroku most *Puente Romano* jest idealnym miejscem na wieczorne spacerowanie.

Jak już wspomniano, Kordoba była nazywana już w średniowieczu miastem trzech kultur. Między X i XV wiekiem obok muzułmanów i chrześcijan miasto zamieszkiwali także Żydzi. Jednym z najpiękniejszych zakątków starówki jest dzielnica żydowska, tzw. *Judería*. Już na początku VIII wieku Kordoba stała się nie tylko największym centrum kulturalnym świata, ale również centrum komercyjnym. Spacer ciasnymi uliczkami pomiędzy białymi fasadami domów to jedna z głównych atrakcji dla zwiedzających. Wyjątkowej urody są wewnętrzne dziedzińce „upstrzone” doniczkami z kolorowymi kwiatami, znane jako *patios cordobeses*.

Inną z głównych atrakcji Kordoby jest *alkazar* królów chrześcijańskich (*Alcázar de los Reyes Cristianos*). O ile z zewnątrz nie wyróżnia się niczym specjalnym, o tyle zaskakuje pięknem skrywanym wewnątrz swoich obronnych murów. Wspaniałe dziedzińce i ogrody mienią się niezliczoną liczbą egzotycznych drzew, krzewów oraz kwiatów. Znajdujące się tam fontanny warto zobaczyć szczególnie w letnie wieczory, kiedy urządzany jest magiczny spektakl światła i wody. W jednym z salonów (*Salón de los Mosaicos*) na ścianach prezentowane są wspaniałe mozaiki powstałe w II i III wieku. Znajduje się tam również rzymski sarkofag oraz popiersie wielkiego, kordobańskiego filozofa, Seneki Starszego, żyjącego na przełomie I w. p.n.e. oraz I w. n.e.

Kolejnego dnia czekała na nas **Granada** i uroczą, o dużej wiedzy i umiejętności przekazu, przewodniczka Kamila, która podbiła serca wszystkich uczestników wyjazdu. Magia tego miasta drzemie w niemal każdym jego zakątku. Oprócz wspaniałych zabytków wpisanych na listę UNESCO, Granada daje możliwość romantycznych spacerów i podziwiania zapierających dech w piersiach krajobrazów. Jednym z najczęściej zwiedzanych zabytków w Europie jest kompleks pałacowy muzułmańskiej dynastii Nasrydów w Granadzie – **Alhambra**. Wraz z położonymi obok ogrodami w letniej rezydencji arabskich władców *Generalife* oraz dzielnicą *Albaicín* wpisany jest na listę dziedzictwa światowego UNESCO.

Twierdza *Alhambra* umiejscowiona na szczycie zielonego wzgórza wznoszącego się ponad starą Granadą wygląda niczym wielki okręt, który

przycumował w porcie. Za nią, na spowitym błękitem nieba horyzoncie, majaczą ośnieżone szczyty Sierra Nevada. Panujący tam do samego końca średniowiecza Arabowie zwali owo wzgórze *al-Sabika*, a zamek, który zbudowano na jego grzbiecie: *Qualat al-Hamra*. „Al-Hamra” w tym przypadku oznaczało „czerwony”, bo taki kolor miały ponoć mury fortecy mieniące się w zachodzącym, andaluzyjskim słońcu. Istnieją oczywiście inne hipotezy dotyczące pochodzenia tej nazwy. Mury ówczesnej Alhambry podobno zwykły posiadać jasnożółtą barwę, zmieniającą się w czerwień w nocy na skutek światła z oświetlających je pochodni. Wielki poeta muzułmański żyjący w XIV wieku, Ibn Zamrak tak opisywał to miejsce: „*al-Sabika* jest koroną na czole Granady, a *Alhambra* (niech Allah ma ją w swojej opiece) jest rubinem na szczycie tej korony”. Ale prawdziwe skarby tego zespołu pałacowo-obronnego kryją się wewnątrz jego murów. To właśnie one sprawiły, że obiekt w 1984 roku został wpisany na listę światowego dziedzictwa kultury UNESCO i uczyniły z niego najczęściej zwiedzany przez turystów zabytek w Hiszpanii.



Kompleks Pałacowy Alhambra

Alhambra to bez wątpienia najpiękniejszy pałac arabski, jaki kiedykolwiek powstał na świecie. Mogło tego dokonać jedynie wielkie imperium, a takim była wówczas dominacja islamu na rozległym terytorium od Chin, przez Północną Afrykę aż po enklawę Al-Andaluz na zachodnim krańcu Europy. Imponujący był najwyższy poziom nauki oraz wielkie bogactwa, którymi niemalże cały okres średniowiecza dysponowali właśnie Arabowie. Skonstruowane przez muzułmanów zabudowania na wzgórzu *al-Sabika* istniały już w IX wieku. Z tamtego okresu pochodzi najbardziej ufortyfikowana część całego kompleksu budowli – *Alcazaba*. Obronny charakter nadały mu również pozostałe elementy obmurowania pochodzące z XI wieku. W XII wieku miejsce to było świadkiem licznych konfliktów zbrojnych pomiędzy Almorawidami i Almohadami. Na początku XIII wieku Maurowie pod coraz skuteczniejszym naporem wojsk chrześcijańskiej rekonkwisty musieli wycofać się z północy Półwyspu Iberyjskiego. Przenieśli się daleko w głąb zdominowanej przez nich od ponad pięciu stuleci krainy, którą nazywali *Al-Andaluz*. Budowę kompleksu pałacowego z prawdziwego zdarzenia właśnie w Granadzie rozpoczęto na samym początku panowania pierwszego arabskiego władcy z dynastii Nasrydów – Muhammada I Ibn Yusufa. Miasto stało się wówczas stolicą niezależnego, muzułmańskiego królestwa na terytorium średniowiecznej Europy. Otoczona masywnymi, długimi na ponad 2 km murami Alhambra nie była jedynie mającą chronić monarchę fortecą pełniącą rolę pałacu. Było to swego rodzaju miasto w mieście, otoczone dzielnicami włączonymi do wielkiej aglomeracji miejskiej, jaką była ówczesna Granada. Podczas gdy z biegiem lat zmieniali się kolejni monarchowie arabskiego królestwa,

Alhambra była stale przebudowywana i upiększana. Była magicznym miejscem, w którym rozkwitała nauka, religia, poezja oraz muzyka. Równolegle zapadały tutaj ważne decyzje polityczne, w jego zaułkach powszechne były rozmaite dworskie intrygi. Przypominają o tym doskonale

zachowane sale audiencyjne, królewskie komnaty, dziedzińce, krużganki, ogrody, baseny, szmerzące fontanny i harem. Ludność z różnych warstw społecznych korzystała z rozmaitych budynków użyteczności publicznej takich jak meczety, szkoły, łaźnie czy rozmaite warsztaty. Doskonalona przez 250 lat Alhambra przetrwała do 1492 roku, czyli do czasu poddania ostatniego muzułmańskiego bastionu w chrześcijańskiej Europie, jakim była nasrydzka Granada. Napotkane tam piękno było tak ujmujące, że nawet katolicy monarchowie Hiszpanii nie odważyli się na jej zdewastowanie (co mieli w zwyczaju robić, o czym możemy przekonać się zwiedzając chociażby Kordobę). Jako demonstrację swojej dominacji postawili w miejscu zburzonego meczetu kościół oraz dobudowali na jej terenie klasztor oraz królewski pałac, który prezentuje się niezbyt imponująco na tle dużo wcześniejszych chronologicznie muzułmańskich osiągnięć architektonicznych widocznych w Alhambrze. Alhambra wygląda niczym baśniowy pałac dzięki jej wszechobecnym i pełnym kunsztu elementom dekoracyjnym. Widać to między innymi na zdobionych, marmurowych kolumnach niespotykanych w żadnych innych budowlach tego typu. Urzekają delikatnością swoich kształtów, harmonią i złożonością zdobień kapiteli. Wielką rolę w estetyce pałacu odgrywały przestronne dziedzińce otoczone przypominającymi baldachimy kolumnadami, tworzącymi fantazyjną sztukaterię. W ich centrum znajdowały się najczęściej piękne fontanny. Przykładem takim jest słynne *Patio de los Leones*, dziedziniec pochodzący z czasów panowania Muhammada V (1353–1391). Znajdującą się pośrodku jego fontannę podtrzymuje dwanaście lwów, z których pysków tryska woda we wszystkie strony świata. Nie bez znaczenia jest ich liczba symbolizująca liczbę znaków zodiaku oraz miesięcy, stanowiących jedność w wieczności. Misę fontanny zdobią strofy poety Ibn Zamraka: „Niech będzie błogosławiony Ten, który podarował Imanowi Mohammedowi rezydencję, wyróżniającą się spośród wszystkich innych



Jeden z dziedzińców kompleksu pałacowego Alhambra

swoją doskonałością; czyż bowiem te komnaty nie kryją w sobie cudów, które z woli Bożej są nieosiągalne w swej piękności". „Patio Lwów” było pod wieloma względami dla władców muzułmańskich oraz wizytujących ich dostojników uosobieniem ziemskiego raju. Za czasów ich panowania dodatkowej magii nadawała obecna tutaj zielona roślinność czyniąca zeń otoczony murem rajski ogród. Symbolem jego czterech rzek były małe strumyki zbiegające się u stóp fontanny z czterech stron świata. Innym, wspaniałym dziedzińcem jest *Patio de los Arrayanes*. W prostokątnej konstrukcji wybudowanej za czasów Yusufa I podejmowano znamienitych gości. Zawdzięcza on swoją nazwę *Arrayanes* niskim, przyciętym krzakom mirtowym otaczającym wielki basen znajdujący się w jego centrum. Woda gra tam wielką rolę, ponieważ odbija się w niej wielka wieża *Torre de los Comares* oraz złożona z siedmiu symetrycznych łuków kolumnada, co potęguje wrażenie harmonii. Jednym z najbardziej romantycznych zakątków Alhambry jest *Mirador de Daraxa*. To pomieszczenie udekorowane pięknymi arabeskami, barwnymi płytkami ceramicznymi *azulejos*, nisko osadzonymi okiennicami, z których rozciąga się wspaniały widok na ogród pełen fontann, akacji, cyprysów i drzewek pomarańczowych. Jego nazwa pochodzi od arabskiego *I-ain-dar-aixa* oznaczającego „Oczy Sultanki”.

Piękno pałacowych wnętrz Alhambry jest oszałamiające. Sala audiencyjna, w której władcy Królestwa Granady przyjmowali swoich poddanych, nosi nazwę *Mexuar*. Powstała najprawdopodobniej w XIII wieku, niestety została nieco przebudowana za czasów panowania katolickich królów Hiszpanii. Przechodząc dalej przez niewielki dziedziniec dotrzemy do imponującego dzieła nasrydzkiej architektury, czyli „Złotej Komnaty”. Południowa ściana *Cuarto Dorado* niemal w całości pokryta jest filigranową sztukaterią w kolorze złota, skomponowaną z paneli pokrytych geometrycznymi, roślinnymi i epigraficznymi zdobieniami. Z dołu ogranicza ją rząd barwnych płytek ceramicznych, a od góry fryz oraz dachowy okap. Rozmiarami i bogactwem różnorodnych inskrypcji imponuje mieszcząca się we wnętrzu 45-metrowej wieży *Torre de los Comares*, „Sala Posłów”, czyli *Salón de Embajadores*. W każdej z jej bocznych ścian umieszczono po trzy alkowy, a pod samym sufitem otwory okienne. Ponad cokołem pokrytym *azulejos* znajduje się wykonana w stiuku dekoracja złożona z arabesek, wzorów kaligraficznych oraz motywów typu *sebka*. Dzięki doskonale zachowanym inskrypcjom możemy dowiedzieć się, w którym miejscu pomieszczenia znajdował się tron. Kopuła w „Sali Posłów” to arcydzieło średniowiecznego, muzułmańskiego rękodzielnictwa. Zestawiona jest z 8017 kawałków cedrowego drewna ułożonego w siedmiu płaszczyznach tworzących skomplikowaną kompozycję złożoną z licznych ośmio- oraz szesnastoramiennych gwiazd. Jako całość konstrukcja kopuły symbolizowała siedem kręgów nieba oraz gwiazdy rajskiego namiotu w religii islamu, a przekątne kopuły cztery drzewa życia. Oficjalną rezydencją arabskiego króla była część pałacowa zwana *Palacio de Comares*. Wybudowana za czasów panowania Yusufa I wyróżnia się delikatnością i złożonością dekoracji.

Patio de los Leones otaczają ze wszystkich stron cztery komnaty. Sala *de los Reyes* (Sala Królów) charakteryzuje się obecnością polichromowanych malowideł stropowych. Główne z nich przedstawiają wizerunki ludzi, pierwszych dziesięciu królów nasrydzkich, za wyłączeniem uzurpatorów: Ismaila I oraz Muhammada VI. Najciekawszą z komnat wydaje się być *Sala de Dos Hermanas*. Jej nazwa kojarzona jest z legendą, według której w sali tej zmarły z tęsknoty za miłością dwie siostry (*dos hermanas*). Powodem było to, że mogły jedynie przyglądać się erotycznym scenom w ogrodzie bez możliwości brania w nich udziału. W rzeczywistości najprawdopodobniej nazwa pomieszczenia pochodzi od dwóch bliźniaczych płyt marmurowych tworzących podłogę w komnacie. Najpiękniejszą dekoracją znajdującą się tutaj są bez wątpienia *mukarnas* znajdujące się pod wielką kopułą. Po przeciwnej stronie *Dziedzińca Lwów* mieści się *Sala de los Abencerrajes*. Wspaniale prezentuje się tutaj wielka kopuła

z tamburem w formie ośmioramiennej gwiazdy, do której wnętrza wpada światło przez szesnaście okiennic. Ciekawym miejscem znajdującym się na terenie kompleksu pałacowego jest zewnętrzny dziedziniec z basenem, ogrodami i pięćłukowym krużgankiem. Nosi on arabską nazwę *Partal*, a nad łukami tworzącymi krużganek znajduje się wieża *Torre de las Damas*.

Od murów *Alhambry* i *Generalife* dzielą zaledwie metry do usytuowanej na wzgórzu dzielnicy arabskiej *Albaicín*, do której udaliśmy na spacer. To wspaniały labirynt wąskich uliczek przeplatanych pachnącymi jaśminem ogrodami oraz placami i punktami widokowymi, z których można kontemplować piękno pałaców na tle majestatycznych, ośnieżonych szczytów masywu Sierra Nevada. Za czasów swojej świetności, przed inwazją chrześcijan, dzielnice tę, zwaną też *morería*, zamieszkiwało około 60 000 ludzi. Było to wtedy tętniące życiem centrum miasta, na którego terenie znajdowało się aż 26 meczetów. Po kapitulacji Granady, na mocy porozumienia muzułmanie mogli pozostać w *Albaicín* zachowując przy tym swój majątek, język, religię, prawa i obyczaje. Jednak w późniejszym czasie ustalenia te nie były respektowane przez chrześcijan, którzy starali się wymusić na nich przejście na katolicyzm. Efektem tego była rebelia zainicjowana przez grupę morysków w 1568 roku. Po jej stłumieniu wypędzono definitywnie z miasta całą społeczność muzułmańską. Wieczorny spacer po pnących się ku górze, zdominowanych przez biel, budynkach ciasnych uliczek *Albaicín* przenosi nas w poetycki, mistyczny świat dawnej Granady, a z położonych najwyższych punktów widokowych (*Mirador de San Nicolás* oraz *Mirador de San Cristóbal*) roztacza się wspaniała panorama obejmująca swoim zasięgiem niemal całe miasto.

Kolejnego dnia czekała na nas **Ronda i Malaga**, do której przylecieliśmy co prawda samolotem, ale nie mieliśmy okazji zwiedzać.

Nastroje dopisywały, pogoda również była piękna i słoneczna, ale jeszcze nie było nazbyt gorąco. Dzień zaczęliśmy od wizyty w Rondzie, mieście położonym na dwóch skałach połączonych mostem *Puente Nuevo*. Miasto, dzięki swojemu malownicznemu położeniu nad głębokim wąwozem oraz licznym legendom, było miejscem częstych podróży wielu romantycznych poetów. Dwie części miasta podzielone rzeką *Gadalevin* połączone są niesamowitym wręcz, ogromnym, kamiennym XVIII wiecznym mostem *Puente Nuevo* (rozciąga się z niego wspaniały widok na starą dzielnicę i wąwóz). Podczas spacerów po Starym Mieście można rozkoszować się widokiem pobielanych domów z żelaznymi balkonami, otoczonych pozostałościami po mauretańskich murach obronnych. Ronda jest stolicą hiszpańskiej corridy. To właśnie w Rondzie znajduje się największa w Hiszpanii arena *Plaza de Toros*, na której od 1785 roku odbywają się corridy. Swą sławę zawdzięcza jednemu z największych toreadorów hiszpańskich Pedro Romero (1754–1839), który pozbawił życia kilkaset, a może nawet kilka tysięcy byków, sam nie odniósłszy większych obrażeń. Romero uznawany jest za twórcę nowoczesnej corridy. Ta



Ronda, najstarsza i największa w Hiszpanii arena Plaza de Toros

nowoczesność polegała na tym, że toreador jako pierwszy zszedł z konia i walczył z bykami na stojąco. Jego postać możemy oglądać między innymi na obrazach i rycinach słynnego malarza Francisco Goi. Toreadorzy cieszą się w Andaluzji ogromnym szacunkiem. Podczas corridy, przed hotelem, w którym mieszkają, koczują ponoć tłumnie piękne dziewczęta mające nadzieję na spotkanie z bohaterami. Oczywiście nie mogło nas tam zabraknąć, mogliśmy znaleźć się w centrum areny, a w *Muzeum Taurino*, podziwiać wspaniałe stroje torreadorów, przepięknie ozdabiane nakrycia głowy oraz zdjęcia najsłynniejszych torreadorów, a także plakaty informujące o dorocznym spektaklu, zdjęcia miłośników corridy, jak Orsona Wellesa czy Ernesta Hemingwaya i ryciny samego mistrza Francisco Goi.

Od nazwiska malarza wzięła nazwę wielka corrida i święto miasta – *Feria Goyesca*. Miejsce na widowni (część nasłoneczniona, częściowo nasłoneczniona i w cieniu) jest bardzo ważne przede wszystkim ze względu na to, iż corrida odbywa się podczas dnia. A w dzień andaluzyjskie słońce przygrzewa niechętnie, stąd najbardziej kosztowne są miejsca zacienione. Na galerii jest oczywiście także loża dla prezydenta areny i VIP-ów. Bywała tu między innymi miłośniczka corridy i wszelkich skandali księżna Cayetana, jedna z najbogatszych kobiet na świecie, która w wieku 85 lat, na początku października 2011 roku poślubiła skromnego urzędnika państwowego, młodszego o 25 lata. Na galerii mieści się około 5000 osób. Najciekawsze są miejsca na murku, tuż za barierą odgradzającą arenę od publiczności. Za siedzenie na nich, czasami dość niebezpieczne, miłośnicy podnoszenia sobie poziomu adrenaliny płacą dodatkowo. Oprócz areny i galerii uczestnicy oglądają całą drogę, jaką przechodzą byki od momentu wkroczenia do obiektu, aż do wybiegu. Można zobaczyć korytarze, mocne rygle, zapadki i pojedyncze cele dla zwierząt. Charakterystyczną cechą widowiska jest reakcja widzów na dobre trafienie byka (oczywiście aplauz) i na złe i powtarzane – reakcja negatywna – rzucanie na arenę skórzanych poduszek, znajdujących się na siedzeniach. Pomimo faktu sprzedaży dla kibiców już na widowni mocnego alkoholu i piwa, to ich jedyna negatywna reakcja. A co z naszymi „kibicami” piłkarskimi?

Trudno po wizycie w *Plaza de Toros* uniknąć dyskusji na temat corridy, która w samej Hiszpanii ma zarówno przeciwników, jak i zwolenników. W Katalonii już od przyszłego roku nie wolno będzie organizować walk z bykami. Ale Andaluzja to nie Katalonia. Również wśród nas pojawiła się dyskusja na ten temat, kontynuowana podczas wypoczynku w czasie wolnym.

Po południu skierowaliśmy się w stronę Malagi. **Malaga** to stolica popularnego także wśród polskich wczasowiczów wybrzeża Costa del Sol. Jest jednym z niewielu miast na świecie, które na niewielkim obszarze starówki skupia pozostałości po różnych wielkich cywilizacjach wschodu i zachodu. To ośrodek przemysłu chemicznego, włókienniczego i cementowego. Dzięki łagodnemu klimatowi na równinie *Hoja de Malaga* uprawia się pomarańcze, banany, figi, bawełnę, trzcinę cukrową oraz winorośl (wino malaga i rodzynki). W Maladze znajduje się baza marynarki wojennej, duży port handlowy i rybacki oraz stocznia.

Mieliśmy okazję zobaczyć *Alcazabę*, czyli ufortyfikowany zespół pałacowy, który jest pamiątką dominacji muzułmańskiej w średniowieczu na ówczesnym terytorium Półwyspu Iberyjskiego. Najstarsze elementy tej budowli pochodzą z XI wieku, są zatem starsze od tych znajdujących się w *Alhambrze* (Granada). Widoczne z różnych części miasta, pnące się po wzgórzu masywne mury *Alcazaby* skrywają pałac, dziedzińce, ogrody i obronną wieżę. Udaliśmy się również na wzgórze oraz do znajdującego się na jego szczycie zamku muzułmańskiego (*Castillo de Gibralfaro*). Fenicka twierdza przebudowana w X wieku za panowania arabskiego emira Abderramana III wznosi się nieco ponad zespołem pałacowym. Rozbudowana w XIV wieku stanowiła koszary wojsk muzułmańskich chroniących *Alcazabę* przed chrześcijańskimi najeźdźcami.

W naszym programie nie mogło zabraknąć *Katedry La Manquita*, jednej z największych hiszpańskich katedr. Zbudowana na miejscu dawnego

meczetu, popularna *La Manquita*, z zewnątrz wyróżnia się wysoką (93 m) wieżą z dzwonnica (budowa bliźniaczej nigdy nie została ukończona) oraz fasadą z dwoma półkolistymi przybudówkami po jej obydwu stronach wyposażonymi w balkony. Przerznięte wnętrze katedry, zaprojektowanej przez renesansowego mistrza Diego de Siloé, skrywa wspaniały ołtarz główny z 1541 roku autorstwa Diego de Vergara. Na szczególną uwagę zasługują również barokowe organy oraz siedemnastowieczny chór, gdzie 40 z 58 drewnianych figur zostało wykonanych przez słynnego rzeźbiarza Pedro de Mena. Z kolei w skarbcu można zobaczyć obraz Luisa Moralesa Matka Boska Bolesna.

Już w czasie wolnym można było pójść do Muzeum Picassa lub na spacer do portu. Przed nami były trzy dni wypoczynku w miejscowości **Torremolinos**, do której dotarliśmy wieczorem. Można było odetchnąć i zbierać siły na kolejne intensywne dni. Torremolinos to jedno z najbardziej znanych miast i kurortów wypoczynkowych na wybrzeżu Costa del Sol w Hiszpanii, które leży 7 km na zachód od Malagi. Miasto jako jedno z pierwszych w Hiszpanii doświadczyło gwałtownego rozwoju turystycznego już w latach 50. i 60. XX wieku. To tutaj rozpoczął się turystyczny „boom” i moda na Hiszpanię. W Torremolinos pojawiły się pierwsze hotele i największe ośrodki turystyczne, odwiedzane przez turystów z Europy Zachodniej. Pierwotnie wioska rybacka, zresztą jak większość miast na Costa del Sol, w tej chwili jest dużym ośrodkiem wypoczynkowym na Costa del Sol, z charakterystycznymi wysokimi hotelami, dużymi apartamentowcami i gęstą zabudową. Zachowało się kilka oryginalnych barów (restauracji) rybnych z tamtego okresu, tuż przy centrum handlowym w centrum Torremolinos. Miasto można umownie podzielić na dwie części: centrum Torremolinos, które było najwcześniej wybudowane, oraz na obszar *La Carihueta*, na zachodzie miasta, bardziej autentyczna i bardziej hiszpańska część miasta. *La Carihueta* posiada bardzo hiszpańską atmosferę, zachowało się kilka domków rybackich, ładnych starych posiadłości, obrosniętych czerwona bugenwillą.

Podczas pobytu w Torremolinos, można było miło spędzić czas, spacerując brzegiem morza, uliczkami miasteczka czy też wypoczywając na hotelowym basenie, a wieczorem wybrać się na fantastyczny wieczór flamenco, które wśród ludzi na całym świecie budzi niesłabnące zainteresowanie, fascynuje i uwodzi... Czym jest flamenco i dlaczego wywołuje takie emocje? Najprościej można by je określić jako kulturę lub raczej zjawisko kulturowe w Hiszpanii, związane z folklorem Cyganów andaluzyjskich. Wyróżnia się ono w wielu aspektach sztuki i życia codziennego. Może to być więc muzyka, taniec lub śpiew flamenco o wyjątkowej ekspresji, ukazującej stan emocjonalny towarzyszący ludzkiemu życiu, w szczególności smutek bądź radość. Istnieje kilka hipotez objaśniających znaczenie słowa flamenco w kontekście sztuki andaluzyjskich Cyganów. Najłatwiej trafia do wyobraźni tłumaczenie z hiszpańskiego „flamenco” na wyraz flaming, oznaczający gatunek ptaka znanego z pięknego upierzenia i wykonywania pełnych gracji ruchów. Bardziej słuszna wydaje się być hipoteza nawiązująca do wcześniejszego miejsca pochodzenia Cyganów – Flandrii. Hiszpański przymiotnik flamenco oznacza flamandzki, czyli „pochodzący z Flandrii”. Trzecia z hipotez wskazuje na możliwe pochodzenie wyrazu flamenco z języka arabskiego – zwrotów *fellah min gueir ard* (chłop bez ziemi) lub *fellah-mangu* (śpiewy chłopów), używanych w odniesieniu do społeczności cygańskich na terytorium Andaluzji. Jest jeszcze trop wskazujący na łacińskie słowo *flamma*, czyli ogień, które w pewien sposób określa ognistość emocji towarzyszących sztuce flamenco. Flamenco to bardzo ekspresyjna technika śpiewu stworzona przez Cyganów andaluzyjskich. To właśnie ona jest w stanie wyrazić emocje zawarte w tekstach piosenek (żalu, smutku, cierpienia, tęsknoty, radości, szczęścia...). Sam śpiew flamenco pełen jest charakterystycznych frazowań, głębokiego akcentowania części niektórych słów, nadawaniu im szczególnej barwy oraz energii dźwięku. Osoba, która wykonuje śpiew flamenco to tzw. *cantaor*. Flamenco uznaje się za jedną z najtrudniejszych

form śpiewu. Instrumentem, który jest praktycznie nieodzowny we współczesnym flamenco jest gitara. Oczywiście muzykę tę wzbogacają także inne dźwięki, w szczególności wyklaskiwanie rytmu dłońmi ułożonymi w specjalny sposób. Taniec to chyba najbardziej widowiskowy element sztuki flamenco. Na wstępie należałoby podkreślić, że istnieje bardzo wiele odmian tańca flamenco, zależnych od danego *palo*, czyli stylu flamenco. Choreografia taneczna towarzysząca flamenco wydaje się być czymś zupełnie naturalnym.

Wieczór ten wzbudził wiele emocji i stworzył niepowtarzalny klimat, czuło się w powietrzu unoszącą się magię. Na uwagę zasługiwał szczególnie kunszt jednego z tancerzy, u którego każdy ruch był wykończony z niebywałą dbałością.

Następnego dnia część uczestników oddała się dalszemu wypoczynkowi, a część udała się podróż do **Maroka**, które jest oddalone od Europy zaledwie o 14 km, a które ciągle pozostaje dla nas tajemniczym królestwem. Bogata przeszłość, której świadectwem są pozostałości z czasów rzymskich, perły sztuki islamskiej, bezkres piaskowej pustyni, barwne targi – *suki* – w tym te najśłynniejsze w Fezie i Marrakeszu, z legendarnymi dywanami oraz tajemnicze *kazby* poruszają wyobraźnię i kuszą egzotyką. Maroko to kraj niespodzianek i kontrastów. Tutaj islam spotyka się z afrykańską witalnością i zachodnim modelem życia, a tradycyjny rytuał parzenia mocnej kawy czy przygotowywania miętowej herbaty współlistnieje z *fast foodami* McDonald's.

Po trzech dniach, (a dla niektórych po dwóch dniach) regeneracji sił, wróciliśmy do zwiedzania. Czekają na nas dwa małe, ale jakże urocze miasteczka **Nerja** i **Frigiliana**. Nerja zachowała klimat małego, andaluzyjskiego miasteczka, z wąskimi uliczkami i niewielkimi, zazwyczaj białymi domami usytuowanymi wzdłuż po obu stronach. Jeszcze w latach 60. Nerja była tylko małą, rybacką miejscowością, żyjącą z rybołówstwa. Nadchodzący „boom” turystyczny i zapotrzebowanie na plaże i słońce Hiszpanii zmieniło miasto nie do poznania. Zabudowa miasteczka składa się z charakterystycznych, biało malowanych domów, pełnych balkonów i tarasów. Domy, raczej niewysokie, mają płaskie lub niskie, spadziste dachy – chyba rzadko tu pada. Sercem miasteczka jest promenada przy *Balcon de Europa*, skalistym cyplu wysuniętym w morze. *Plaza Balcón de Europa*, jak nazwa wskazuje, to wielki plac i chyba główna atrakcja turystyczna Nerji, a także centrum miasta. Zazwyczaj pełen turystów deptak, obsadzony palmami, wybudowany jest – jak cała ta część miasta – na skale. *Balcón de Europa* kończy się malowniczym urwiskiem, z ciekawym widokiem na nadbrzeżną część miasta, na skały i góry rysujące się w oddali. Można z niego zejść nad wodę szerokim, wijącym się zejściem. Można także z góry popatrzeć, jak z pobliskich skał (lokalna?) młodzież skacze do wody. Kiedyś znajdowała się tu ufortyfikowana twierdza (*La Bateria*), która została zniszczona w XIX w.

Jedną z największych atrakcji w okolicy są słynące z największych w Hiszpanii stalaktytów jaskinie Cuevo Nerja odkryte w 1959 roku. Wewnątrz jaskinia jest zagospodarowana turystycznie. Są tu bezpieczne przejścia i schody. Turystom udostępniono długi odcinek jaskiń. Całkowita długość to 7219,28 m, a powierzchnia 35 484 m², z czego tylko, albo aż 1/3 jest dostępna. Zwiedzanie jaskiń trwa ok. 45 min. Na początku znajduje się niewielkie muzeum, jest trochę eksponatów i informacji, ale dopiero po przejściu do głównej części rozumiesz, gdzie trafiłeś. Wnętrze jaskini jest dobrze zachowane. Pełno tu stalaktytów, stalagmitów, kolorowych nacieków – jest na co popatrzeć. Człowiek wydaje się malutki wobec ogromu natury. Zdaje tutaj sobie sprawę, ile czasu musi upłynąć, aby kapiąca woda stworzyła te wszystkie cuda. We wnętrzu *Cueva de Nerja*, w największej komnacie stworzono scenę, na której odbywają się występy artystyczne.

Kolejnym miejscem, na naszej drodze była Frigiliana – typowe andaluzyjskie miasteczko, tzw. *pueblos blancos*, którego białe domy toną

w kolorowych kwiatach. W barach i restauracjach można spróbować lokalnych *tapas* oraz owocowej sangrii. Labirynt brukowanych uliczek z dobrze utrzymanymi, białymi domami stanowi wspaniały kontrast dla błękitnego nieba i czerwonych, łupkowych dachów. Tej urzekającej scenarii wdzięku dodają kolorowe donice pełne bugenwilli, lawendy i jaśminu, których zapach unosi się w powietrzu. Miasteczko dzieli się na dwie części: nowszą, położoną niżej oraz starszą, pochodzącą z okresu arabskiego (*Morisco-Mudéjar*). „Górna dzielnica” to miejsce, którego nie można przegapić. Na przełomie XIV i XV wieku Frigiliana była małą osadą rolniczą. Leżąc z dala od centrów wielkich konfliktów, skupiona była na dobrze prosperującej gospodarce. Maurowie zajmowali się uprawą morwy, co zapewniało produkcję jedwabiu. Uprawiano drzewa migdałowe, trzcinę cukrową, produkowano oliwę. Po zdobyciu tych ziem przez królów katolickich zamieszkała ludność mauretańska była zmuszana do opuszczenia Hiszpanii lub przyjęcia religii chrześcijańskiej. Po przyjęciu chrześcijaństwa nazywano ich *moryskami* (hiszp. *morisco* – mały Maur). I tak, obywatele wyznania islamskiego prowadzili życie zgodnie ze swoimi zwyczajami, z tą tylko różnicą, że byli podwładnymi władcy Kastylii. Jednak z czasem zabroniono im używać języka arabskiego, zakazano noszenia tradycyjnych ubiorów, używania pisma arabskiego oraz nakazano porzucić dotychczasowe obyczaje. W 1569 roku moryskowie wywołali słynne powstanie (*Rebelión de los Moriscos*), które zakończyło się ich klęską. Wędrując dziś po uliczkach starej dzielnicy, można zauważyć 12 tablic wykonanych z płytek ceramicznych. Zostały one umieszczone na ścianach domów i przedstawiają historię tego powstania.

Spacerowanie po ulicach to prawdziwa radość. Wędrując wzdłuż wyłączonych z ruchu brukowanych uliczek, mijając białe domy z drzwiami pomalowanymi na wszystkie odcienie błękitu, przyglądając się maleńkim zakamarkom i podziwiając krajobrazy z porzrzucanych wszędzie punktów widokowych łatwo zrozumieć, dlaczego Frigiliana uważana jest przez wielu za jedną z najpiękniejszych miejscowości w Andaluzji.

Po obejrzeniu tych urokliwych miasteczek hiszpańskich czekała na nas techniczna część naszego seminarium, czyli wizyta w **Centrum Badawczym Solar de Almeria**.

Platforma Solar de Almeria (PSA), zarządzana przez hiszpańskie centrum badań CIEMAT, zlokalizowana jest na pustyni Tabernas w pobliżu Almerii na obszarze ok 103 ha. PSA jest jednym z największych centrów badawczych służącym testowaniu różnego typu technik, instalacji i przemysłowych zastosowań energii słonecznej. Znane na całym świecie instalacje fotowoltaiczne są tu tylko marginesem. Testowane są między innymi systemy luster parabolicznych, kierujących energię słoneczną na metalowe kolektory, w których znajduje się woda czy olej, podgrzewając to medium do temperatury w granicach 125-400 °C. Podgrzana woda czy olej jest wykorzystana następnie w „konwencjonalnych” układach technologicznych – elektrowniach ciepłych, do wytwarzania energii





elektrycznej. Pokazano też instalacje z odbiornikami zainstalowanymi na wieżach, pozwalające na uzyskanie temperatur do 1200 °C, odbiorniki „talerzowe” energii słonecznej, połączone ze silnikiem Stirlinga, piece słoneczne pozwalające na uzyskanie temperatury 2000 °C. Badane są możliwości wykorzystania energii słonecznej do odsalania, detoksykacji i dezynfekcji wody, a także magazynowania energii przy pomocy stopionej soli. Więcej informacji o PSA można znaleźć na stronie internetowej (<http://www.psa.es/>).

Platforma Solar de Almeria jest obecnie publicznym ośrodkiem badawczym rządu Hiszpanii (założonym początkowo przez UE), oficjalnie uznanym przez Komisję Europejską jako wielki europejski instrument naukowy, a także jest największym i najbardziej wszechstronnym centrum R & D (ang. *research and development* – działalność o charakterze naukowym lub technicznym, której celem jest rozpoznanie prawidłowości występujących w wybranym obszarze rzeczywistości lub sprawdzenie hipotez stawianych przez teorie lub koncepcje naukowe) poświęconym stężonym systemom solarnym.

Dobre warunki słoneczne, różne obiekty i wysoko wykwalifikowany personel PSA, zapewniają wyjątkową infrastrukturę służącą do oceny, demonstracji, szkoleń i transferu technologii związanej z zastosowaniem energii słonecznej.

Obszar, na którym zlokalizowano platformę otrzymuje roczną ilość promieniowania słonecznego ponad 1900 kWh / (m² · rok), przy średniej rocznej temperaturze powietrza około 17 °C. PSA ma ponad 30-letnie doświadczenie w zakresie obsługi, konserwacji i oceny systemów koncentratorów słonecznych, komponentów oraz różnego rodzaju zastosowań komercyjnych w tej branży. Obecnie ośrodek ma wiele urządzeń eksperymentalnych i laboratoryjnych związanych z wykorzystaniem energii słonecznej, urządzeń, z którymi w Polsce się nie zetknęliśmy.

Cele badań platformy:

- przyczynienie się do powstania czystego i zrównoważonego globalnego zaopatrzenia w energię,
- przyczynienie się do ochrony europejskich dostaw energii i ochrony klimatu i środowiska,
- promowanie wprowadzenia na rynek nowej technologii termicznej i tych pochodzących z procesów przetwarzania energii słońca,
- przyczynienie się do rozwoju konkurencyjnego przemysłu eksportowego hiszpańskiej energetyki słonecznej – termicznej,
- wzmocnienie współpracy między przemysłem a nauką w dziedzinie badań, rozwoju, demonstracji i rynku technologii energii słonecznej,
- wzmocnienie redukcji kosztów innowacji technologicznych przyczyniających się do zwiększenia akceptacji rynkowej technologii solarnych,
- promowanie współpracy technologicznej Północ – Południe, zwłaszcza w basenie Morza Śródziemnego,
- pomoc dla przemysłu w identyfikacji szans na rynku energii solarnej.

W obszarze sterowania automatycznego instalacjami solarnymi placówka ta odgrywa ważną rolę. Nie prowadzi się tam prac w zakresie systemów fotowoltaicznych. Prace koncentrują się na metodach ogniskowania energii słonecznej i ogrzewania medium przenoszącego ciepło (*Heat Transfer Fluid – HTF*). Następnie, w procesie wymiany ciepła, wytwarza się para wodna zasilająca generatory (turbiny) energii elektrycznej. W czasie ponad 25-letniej działalności PSA uzyskano ogromne doświadczenie zarówno w zakresie badań nad tymi problemami, jak i w zakresie eksploatacji obiektów. Zdobyta wiedza oraz przeprowadzane w ciągu tego czasu eksperymenty pozwoliły na rozwinięcie metod i narzędzi w zakresie skutecznej automatyzacji pracy obiektów (w szczególności stabilizacji temperatury medium HTF).

Podczas pobytu w centrum mieliśmy okazję zapoznać się z wieloma instalacjami – m.in. z instalacją ACUREX. To system 480 parabolicznych, rynnowych lusterek solarnych przekazujących energię cieplną słońca do kolektorów ACUREX 3001, rozmieszczonych w 10 równoległych rzędach. W roku 2013 rozpoczęto modernizację tej instalacji. Głównym celem instalacji było pozyskiwanie energii słonecznej poprzez wykorzystanie parabolicznych, zwierciadlanych kolektorów rynnowych. Umożliwiło to przetwarzanie energii promieniowania słonecznego na energię cieplną. Sumaryczna powierzchnia lusterek wynosiła około 0,25 ha. Przechodząca przez ogniskową zwierciadeł oś obrotu jest nieruchoma w stosunku do całej instalacji kolektorów (położona jest w kierunku wschód-zachód).



Uczestnicy seminarium w Centrum Badawczym Solar de Almeria



System kolektorów śledzi położenie słońca nad horyzontem dzięki poruszającym je siłownikom. Promienie słoneczne skupiane są na przebiegających wzdłuż ogniskowej rurach z ogrzewanym medium. Energia słoneczna zamieniana jest na energię cieplną w procesie ogrzewania medium (olej). Olej jest dostarczany do zbiornika o objętości zapewniającej ciągłość jego obiegu w instalacji. Zbiornik ten jest układem magazynującym energię cieplną. Z uwagi na stosowany olej syntetyczny, którego gęstość ulega dużym zmianom wraz z temperaturą, ciepły i zimny olej mogą być przechowywane na różnych poziomach w tym samym zbiorniku. Temperatura oleju dochodzi do 300 °C.

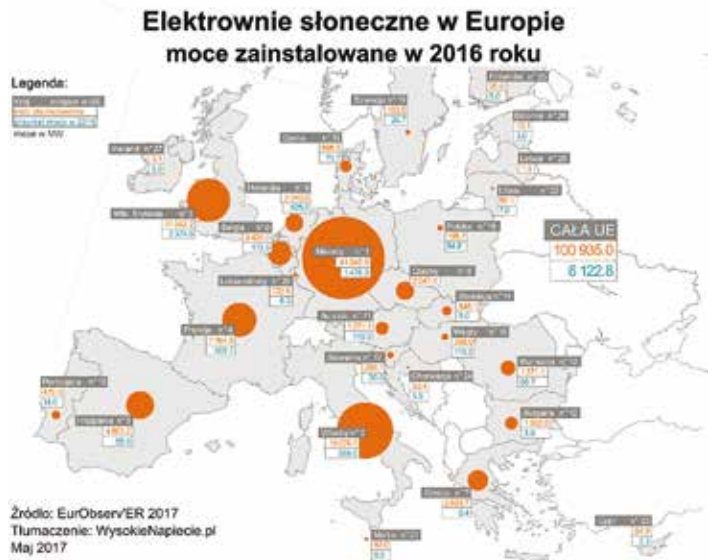
Hiszpania, z racji klimatu oraz wielu inwestycji, jest jednym z najbardziej zaawansowanych krajów w przetwarzaniu energii odnawialnej. W 2009 roku przeszło 12 procent całkowitej produkcji energii stanowiła energia odnawialna. Do 2020 roku szacuje się wzrost do 20 procent.

W 2016 roku łączna moc zainstalowana paneli słonecznych w Unii Europejskiej przekroczyła 100 GW. Polska kolejny rok z rzędu znalazła się na szarym końcu wykorzystania tej technologii, ale to się zmienia. Nie mamy wprawdzie takiego położenia geograficznego i klimatu jak Hiszpania, ale w Polsce czyni się starania, aby sprostać wytycznym UE w tym względzie.

A jak w Europie przedstawia się wykorzystanie energetyki słonecznej? Panele słoneczne w 2016 roku dostarczyły Europejczykom największą ilość energii elektrycznej w historii – ponad 105 TWh. To niewiele mniej niż wyniosło zapotrzebowanie wszystkich polskich odbiorców. Jak wynika z opublikowanych właśnie danych europejskiego konsorcjum EurObserv'ER, 38 TWh dostarczyły panele zlokalizowane w Niemczech, 22 – we Włoszech, a 10 TWh – w Wielkiej Brytanii. W Polsce wyprodukowano w ten sposób niewiele ponad 0,1 TWh energii elektrycznej.

Łącznie w Unii Europejskiej zainstalowano już ponad 100 GW paneli słonecznych (dla porównania moc całego polskiego systemu energetycznego wynosi 40 GW). To znacznie więcej niż planowały państwa członkowskie jeszcze kilka lat temu. W krajowych planach tworzonych na początku dekady przewidywały one instalację ok. 54 GW do 2016 roku i 84 GW do 2020 roku. Od tego czasu cena instalacji fotowoltaicznych znacznie spadła, wobec czego przychylność rządów do ich subsydiowania wzrosła. W kilku krajach (m.in. Hiszpanii, Czechach i na Słowacji) subsydia nie nadążały jednak za spadkiem kosztów, w efekcie czego inwestorzy dosłownie zalali te rynki w ciągu roku. Tymczasem polski system wsparcia był dla tej technologii znacznie mniej przychylny.

Według danych EurObserv'ER Polska znalazła się na 25 miejscu spośród 28 państw członkowskich Unii Europejskiej pod względem mocy paneli słonecznych na mieszkańca. Na przeciętnego Kowalskiego przypada zaledwie 5 watów w elektrowniach słonecznych. W sam raz, aby w słoneczny dzień wystarczyło na naładowanie telefonu komórkowego albo włączenie małego wiatraczka zasilanego z portu USB komputera. W jeszcze mniejszym stopniu od nas ze słońca korzystają Finowie, Irland-



czy i Łotysze. Na przeciwległym biegunie znalazły się – co nie będzie specjalnym zaskoczeniem – Niemcy z 500 W na osobę, a następnie Włosi i Belgowie (po ok. 300 watów *per capita*). Z kolei średnia w UE to niecałe 200 W na osobę (niemal dokładnie tyle przypada na przeciętnego Czecha). Sytuacja szybko się jednak zmienia. W zestawieniu mocy elektrowni słonecznych, które zostały przyłączone do systemu energetycznego w ubiegłym roku, Polska (z mocą 85 MW uruchomionych instalacji) znalazła się już na 9 miejscu w Unii Europejskiej. Do ubiegłorocznego lidera – Wielkiej Brytanii, gdzie powstało w tym czasie 2374 MW – jeszcze nam daleko, ale znacznie mniej od nas w ubiegłym roku zainwestowało wiele „słonecznych” krajów (Hiszpania – 40 MW, Chorwacja – 5 MW czy Grecja zaledwie 0,4 MW)¹.

Największe farmy fotowoltaiczne na świecie to:

1. Hiszpania – Olmedilla – 60 MW,
2. Niemcy – Straßkirchen – 54 MW,
3. Niemcy – Turnow – Preilack – 53 MW,
4. Hiszpania – Puertollano – 50 MW,
5. Portugalia – Moura – 46 MW.²

Bogaci w nową wiedzę dotyczącą badań nad technikami zastosowań skoncentrowanej energii słonecznej, udaliśmy się w drogę powrotną, jeszcze w autokarze kontynuując dyskusję dotyczącą wykorzystania

¹ <http://odnawialneźrodlaenergii.pl/energia-sloneczna-aktualnosci/item/31-88-polska-w-europejskim-ogonie-wykorzystania-energii-slonecznej>

² www.pvresources.com



energii słonecznej, zwłaszcza na terenie Polski. Dyskusja ta była szczególnie aktualna w kontekście powstania laboratorium fotowoltaicznego zlokalizowanego w Zespole Szkół Ponadgimnazjalnych nr 20 w Łodzi, którego Oddział Łódzki SEP jest właścicielem. Po uzyskaniu akredytacji Urzędu Dozoru Technicznego OŁ będzie prowadził szkolenia dla instalatorów systemów fotowoltaicznych, uprawniające do ubiegania się o tytuł „certyfikowanego instalatora systemów fotowoltaicznych”.

Sevilla to kolejne miasto na trasie naszej podróży, do którego dotarliśmy w przedostatnim dniu pobytu w pięknej Hiszpanii. Przez wielu uważana jest za najpiękniejsze miasto w całej Hiszpanii. Może pochwalić się największą na Półwyspie Iberyjskim zabytkową starówką. Otaczającą ją dzielnice, takie jak Triana, również robią na zwiedzających spore wrażenie. Sevilla jest największym miastem w prowincji o tej samej nazwie, i mimo upływu czasu jej sława jest wciąż żywa. Przez ponad 200 lat, w czasach wielkich odkryć geograficznych, rzeka Guadalquivir sprawiała, że miasto było bramą do Nowego Świata, a jednocześnie pomagała uczynić z niej centrum handlu. Sevilla kojarzy się ludziom z flamenco, z Carmen i z Don Juanem oraz ze słynnym cyrulikiem. Jest również związana z mieszkanką eksplozji pasji i entuzjazmu, które pojawiają się podczas *Semana Santa*, czyli Wielkiego Tygodnia obchodzonego w tym rejonie Hiszpanii z ogromnym rozmachem, czy *Feria de Abril*, która z kolei ma miejsce po Wielkanocy i jest wydarzeniem doskonale znanym także poza granicami kraju. Współcześnie Sevilla, ze swoją populacją liczącą ponad 700 tysięcy



Sevilla – Plac Hiszpański

mieszkańców, jest siedzibą rządu i parlamentu prowincji andaluzyjskiej. Miasto słynie z niezliczonej liczby drzewek pomarańczowych, które w okresie wiosennym, od kwietnia do maja, kwitną na potęgę. Zapach ten, zapach kwiatu pomarańczy – *azahar* – zmieszany z kadzidłem, tak charakterystycznym dla *Semana Santa*, jednocześnie przyprawia o ból głowy i zachwyca. Kto raz go poczuje, prawdopodobnie zakocha się w Sewilli na amen. Miasto to nazywane jest „biegunem ciepła” Hiszpanii ponieważ słynie z najwyższych temperatur, które przekraczają czasem aż 50 stopni Celsjusza. Temperaturę dodatkowo podnoszą hucznie obchodzone i sławne na całym świecie hiszpańskie święta: *Semana Santa* (Wielki Tydzień) i *Feria de Abril* (kwietniowy festyn flamenco i walki byków), podczas których ulice wypełniają się muzyką, kwiatami i magiczną wonią kadzideł.

Symbolem Sewilli jest *Giralda*, dzwonnica największej na świecie gotyckiej katedry wpisana na listę światowego dziedzictwa UNESCO. Można tam znaleźć tajemniczą inskrypcję „ND8DO”. Odszyfrowywana jest jako „*Nomen Dominiale*”. Widniejąca w środku cyfra „8” budzi wiele zaskakujących skojarzeń. Mówi się, iż symbolizuje motek włóczki (po hiszpańsku – *madeja*). Odczytana w ten sposób całość „*No-madeja-do*” brzmi podobnie do zwrotu „*Ona (Sevilla) mnie nie opuściła*”. Napis powstał

z woli króla Kastylii i Leónu Alfonsa X Mądrego w podziękowaniu za pomoc w trakcie wojny domowej z jego synem, Sanchem IV Odważnym.

Z naszą przewodniczką Anią spotkaliśmy się na placu Hiszpańskim. To wielki (50 000 m²), półkolisty plac przylegający do pięknego parku *Parque de Maria Luisa*. Na jego krańcu wniesiono oplatający go pałac nawiązujący swoją architekturą do sztuki *mudéjar*, gotyckiej, renesansowej oraz baroku. Ten ciąg budowli odgradzony jest od centrum placu kanałem, z którym łączą go poprzeczane na wzór wenecki cztery mostki ozdobione barwną ceramiką. U podnóża pałacu dodatkowo znajdują się malowidła wykonane na płytkach *azulejos* przedstawiające sceny historyczne związane z każdą z hiszpańskich prowincji oraz ich herby. O ile sam plac jest stosunkowo gwarnym miejscem, o tyle *Parque de Maria Luisa* to wyjątkowo cichy i spokojny zakątek, przynoszący ukojenie zmysłom podróżników i mieszkańcom Sewilli.

W Sewilli nie mogliśmy nie zajrzeć do monumentalnej katedry gotyckiej. Katedrę Najświętszej Marii Panny w Sewilli (*La Catedral de Santa María de la Sede de Sevilla*) powierzchnią przewyższają jedynie Bazylika św. Piotra na Watykanie oraz Katedra Świętego Pawła w Londynie. Impulsem do stworzenia tak monumentalnej budowli była zapalczywa chrystianizacja architektury sewilskiej metropolii, która rozpoczęła się tuż po zdobyciu miasta przez armię króla Kastylii i Leonu, Ferdynanda III. Potężnych rozmiarów gotycka katedra w Sewilli powstała w miejscu zburzonego wielkiego meczetu. Miała być zatem symbolem triumfu wiary chrześcijańskiej nad islamem. Budowę gotyckiej świątyni rozpoczęto w 1401 roku według projektu Alonso Martíneza z końca XIV wieku. Katedrę w Sewilli wznoszono na planie prostokąta o wymiarach 116 × 76 m. Za datę zakończenia prac uznaje się rok 1507. Jej obecna architektura jest jednak odzwierciedleniem kunsztu wielu stylów architektonicznych, gdyż doprowadzenie monumentalnej świątyni do stanu obecnego z wiadomych względów musiało zająć przeszło cztery wieki. Jest to pięcionawowy kościół, do wnętrza którego prowadzi dziewięć portali umieszczonych we wschodniej oraz zachodniej fasadzie. Jednym z najciekawszych wejść jest to prowadzące do *Patio de los Naranjos*, nazywane *Puerta del Perdón*. Zbudowano je w epoce almohadzkiej w 1184 roku, nosi jednak ślady chrześcijańskich przeróbek z okresu 1578–1580 w stylu manierystycznym. Zburzenie wielkiego meczetu, który znajdował się wcześniej na jego miejscu nie było kompletne. Dla potrzeb katolickiej świątyni zaadaptowano m.in. muzułmański dziedziniec (*Patio de los Naranjos*) oraz uszkodzony w wyniku trzęsienia ziemi minaret, czyli emblematyczną sewilską wieżę, *La Giralda*. Jak przystało na architekturę gotycką dominującą na zewnątrz świątyni, liczne są charakterystyczne elementy dekoracyjne: sterczyny, gargulce i strzeliste witraże. Wielkie wrażenie robi potężne retabulum w głównej kaplicy (*Capilla Mayor*), największe na świecie, jak przystało na rozmach, który przyświecał powstawaniu tej świątyni. Cała konstrukcja lśniącego złotem polichromowanego, drewnianego ołtarza ma aż 28 metrów wysokości. Zaprojektował ją w 1482 roku flamandzki artysta Pieter Dancart, a do jej ukończenia potrzebowano aż 82 lata. Łącznie przedstawionych jest tam ze szczególną drobiazgowością 45 scen biblijnych, w większości dotyczących Chrystusa oraz Dziewicy Marii. Po środku, w najniższej części ołtarza znajduje się rzeźba patronki katedry, Najświętszej Marii Panny (*Virgen de la Sede de Sevilla*), dzieła nieznanego artysty z XIII wieku. Arcydziełem jest także renesansowa, wykonana z kłutego żelaza krata (w stylu *plateresco*) odseparowująca kaplicę od reszty świątyni. W centralnym punkcie nawy głównej, naprzeciwko głównej kaplicy (*Capilla Mayor*) mieści się drewniany chór (z XV i XVI w.) ze 127 krzesłami przeznaczonymi dla najwyższego duchowieństwa, którego stylistyka oddaje kanony sztuki gotycko-mudéjar. Wśród dziesiątek kaplic warto zwrócić szczególną uwagę na królewską kaplicę (*Capilla Real*), wykonaną w połowie XVI wieku, prezentującą najwspanialsze elementy sztuki *plateresco*. Zbudowana na planie kwadratu, zwieńczona

jest na szczycie kopułą z kasetonami, na których widnieją głowy królów katolickich. Wewnątrz świątyni (szczególnie w katedralnym skarbcu na zakrystii – *Sacristia Mayor*) znajdują się dzieła sztuki wybitnych malarzy i rzeźbiarzy takich jak: Goya, Pedro de Campaña, Francisco Pacheco, Francisco Herrera, Zurbarán, Murillo, Valdés Leal. Niesamowite wrażenie robi wielkie ostensorium eucharystyczne, *Custodia de Arfe* – ma 3,5 m wysokości i jest wykonane z 350 kg drobiazgowo rzeźbionego srebra.

Katedra w Sewilli to miejsce, w którym spoczywają prochy wybitnych hiszpańskich (i nie tylko) osobistości. Wśród średniowiecznych królów kastylijskich z sewilskiego panteonu wymienić należy Piotra I Okrutnego (Pedro I el Cruel, znanego ze swych krwawych i brutalnych rządów), Ferdynanda III Świętego (na okres jego panowania przypadły decydujące potyczki chrześcijan z Maurami w czasach rekonkwisty) oraz jego syna Alfonsa X Mądrego (Alfonso X el Sabio, mecenas sztuki oraz nauki, podczas jego królowania język hiszpański na Półwyspie Iberyjskim zaczął stopniowo wypierać łacinę). Jednak najznamienitszą postacią, której sarkofag znajduje się we wnętrzu katedry, wydaje się być wielki odkrywca Ameryki, Krzysztof Kolumb. Co do tego, czy faktycznie skrywa on prochy genueńczyka istnieje dość sporo wątpliwości. Nagrobek Kolumba, co prawda wyrzeźbiony dopiero pod koniec XIX wieku, posiada bardzo ciekawą formę. Jego trumnę niosą postacie uosabiające cztery wielkie królestwa: Kastylii, Leónu, Nawarry i Aragonii.

Każdy miał chwilę czasu, aby w spokoju i skupieniu, w swoim rytmie obejrzeć zakątki katedry. Po wyjściu udaliśmy się do pałacu królewskiego Alkazar. Jego początki sięgają XI w., kiedy rezydowali tutaj przedstawiciele kalifatu kordobańskiego. Rozbudowany został w latach 1350–69 przez Piotra I Okrutnego w stylu mudejar. Późniejsi królowie kontynuowali rozbudowę, przystosowując rezydencję do własnych potrzeb. Tutaj podejmowano decyzje o wysłaniu ekspedycji, m.in. Ferdynanda Magellana, tutaj Krzysztof Kolumb został przyjęty przez Izabelę Kastylijską i Ferdynanda Aragońskiego po podróży do Ameryki. Budowla zawiera wiele sal, patio i ogrodów. Bogactwo ornamentyki, dekoracji ceramicznych i komnat sprawia, że sewilski Alkazar zalicza się do najwspanialszych kompleksów pałacowych w Hiszpanii.

Alkazar w Sewilli ma długą i barwną historię. Uważany jest za jeden z najciekawszych przykładów architektury w stylu mudejar. Miejsce to upodobali sobie również władcy z dynastii Abbadydów, którzy mieli tam swój dwór. Za panowania Almohadów Alkazar został przebudowany i przekształcony w twierdzę stanowiącą część miejskich fortyfikacji. Budowla, którą możemy podziwiać współcześnie, pochodzi już z czasów chrześcijańskich. Przebudowy dokonano na polecenie Piotra I Okrutnego, który zatrudnił do tego celu rzemieślników z Grenady. Budowla przetrwała pomimo pożarów i innych katastrof. Późniejsi władcy realizowali swoje pomysły, dodając niektóre elementy, ale nie wpłynęły one zasadniczo na zmianę wyglądu budynku. Między innymi królowa Izabela Katolicka kazała dobudować skrzydło, które stało się centrum planowania wypraw do Nowego Świata i eksplorację nieznanych lądów. Wchodzi się przez bramę pochodzącą za czasów Almohadów na dziedziniec. Po lewej stronie zlokalizowana jest *Sala de Justicia*, za którą można zobaczyć fragment budowli pochodzący z czasów Almohadów – *Patio de Yeso*. W budynku na prawo od głównego wejścia do pałacu znajduje się *Salón del Almirante*, który został wzniesiony z polecenia królowej Izabeli. Centrum pałacu stanowi *Patio de las Doncellas*, czyli Patio Panien, wysadzone drzewkami pomarańczy i ozdobione pięknymi *azulejos*. Z patio rozchodzą się wejścia do różnych części, z których jedno prowadzi do *Salón de Carlos V*. Za nim znajdują się trzy pokoje, które zajmowała María de Padilla, kochanka Piotra I. Komnaty pobudowane w XIV wieku zachowały się w niezmiennym stanie. Dalej trasa zwiedzania wiedzie do *Salón de Embajadores*, która to sala uważana jest za najpiękniejszą w całym Alkazarze. Zdobiją ją drewniana kopuła oraz wspaniałe arkady i łuki. Z tyłu przylega do niej jadalnia, a z drugiej strony komnaty Filipa II, które pochodzą z XVI wieku.



Zamek Królewski Alkazar

Za sypialnią Filipa II znajduje się *Patio de las Muñecas*, czyli Patio Lalek, którego nazwa pochodzi od twarzy znajdujących się na wewnętrznej stronie jednego z łuków. Źródła twierdzą, że kiedyś mieścił się w tym miejscu pałacowy harem. Po jednej stronie dziedzińca znajdują się komnaty Izabeli Katolickiej, a po drugiej *Dormitorio de los Reyes Moros*, czyli Sypialnia Królów Mauretańskich. Do Alkazaru przylegają ogrody, które są szczególnie przyjemnym miejscem w trakcie upalnych, letnich dni. Powietrze jest tam chłodniejsze i bardziej rześkie. Można pospacerować wśród palm, drzewek pomarańczowych, fontann i pawilonów. Ogrody podzielone są na części, które mają swoje nazwy.

Po wyjściu z pałacu był czas na wspólne zdjęcie uczestników wyjazdu.

Podczas Wielkiego Tygodnia oczy całego świata zwrócone są na Hiszpanię, a w szczególności na festę *Semana Santa* w Sewilli. Ulice głównie andaluzyjskich i kastylijskich metropolii, którymi przemierzają się wielkopostne procesje, wypełniają się zapachem kadzidła. Podczas *Semana Santa* pochodom kroczących z powagą postaci akompaniuje wzmagająca nastrój muzyka instrumentów dętych oraz bębnow. Dla stłoczonych obserwatorów główną atrakcją jest oczywiście widok zakapturzonych *nazarenos* idących w starannym szyku wokół wielkich platform, których przemieszczanie jest precyzyjnie zaplanowane. Manewry w ciasnych i krętych uliczkach są starannie przećwiczone. Procesje Wielkiego Tygodnia w Hiszpanii to przede wszystkim tradycja przekazywana w niektórych hiszpańskich rodzinach z pokolenia na pokolenie, dziedzictwo kulturowe znacznie głębsze i silniejsze niż *corrida* czy *flamenco*.

Nasza podróż powoli zbliżała się do końca, przed nami był tylko jeszcze jeden dzień, który rozpoczęliśmy od wizyty w Gibraltarze, który jest małą enklawą brytyjską na Półwyspie Iberyjskim.



Ogrody Zamku Królewskiego Alkazar

Nazwa **Gibraltar** pochodzi z hiszpańskiej wersji arabskiego *Dżabal al-Tarik*, „góra Tarika”. Berberyjski generał Tariq ibn-Ziyad, za czasu kalifatu Umajjadów rozpoczął w 711 r. najazd półwyspu pirenejskiego. Wylądował właśnie tam, na Skale i stąd nazwa miejsca. Dzisiaj *lokalesi* mówią po prostu *Gib*. Poprzednio Skala Gibraltarska była znana jako rzymskie *Mons Calpe*, jeden ze Słupów Herkulesa. Historia Gibraltaru zbieżna jest z dziejami Hiszpanii, szczególnie Andaluzji do XVIII w., potem nastąpił zwrot. Gibraltar został zdobyty przez angielsko-holenderską flotyllę w czasie walk na przełomie lipca i sierpnia 1704 r. Po pokonaniu hiszpańskiego garnizonu, ustanowiono tu brytyjską bazę wojskową. Gibraltar formalnie przypadł Wlk. Brytanii na mocy traktatu z Utrechtu w 1713 r.

Hiszpanie do roku 1783 kilkakrotnie próbowali odbić Gibraltar, ale bezskutecznie. Hiszpania nie dawała za wygraną i po 1783 roku próbowała odzyskać ten skrawek łądu drogą dyplomatyczną. Z uwagi na swe strategiczne położenie, od XIX w. Gibraltar zyskiwał na znaczeniu dla Korony Brytyjskiej, zabezpieczając jej interesy handlowe i militarne w regionie. Kulminacja nastąpiła w czasie trwania II wojny światowej. Wzajemne animozje doprowadziły w 1969 roku do zamknięcia przez Hiszpanię granicy, która została ponownie w pełni otwarta dopiero w 1985 r. Obywatele Gibraltar w referendum z 1967 r. opowiedzieli się za pozostaniem pod panowaniem Korony Brytyjskiej. W 1969 r. uchwalono konstytucję, na mocy której utworzono lokalny rząd, przejmujący sprawy wewnętrzne z rąk gubernatora. W preambule konstytucji zapisano, że zmiana przynależności Gibraltar do innego państwa nie może nastąpić bez demokratycznej i wolnej decyzji jego obywateli. W kolejnym referendum z 2002 r. mieszkańcy odrzucili pomysł jakiegokolwiek wspólnej państwowości z Hiszpanią.

Od kilku lat toczą się rozmowy trójstronne (Gibraltar – Hiszpania – Wielka Brytania) w sprawie współpracy w ramach różnych obszarów, np.: telekomunikacji, współpracy granicznej, finansów, podatków, prawa czy wykorzystania lotniska Gibraltar.

Po przekroczeniu granicy udaliśmy się wynajętymi busami do jaskini *St. Michael's Cave* (Jaskinia św. Michała, Grota św. Michała, Cueva de San Miguel). Jest to sieć wydrążonych przez wodę jaskiń wapiennych, znajdujących się na terenie rezerwatu na Upper Rock. Położone są na wysokości ok. 300 m n.p.m. Jedna z teorii dotyczących nazwy mówi, że odnosi się ona do podobnej groty w Monte Gargano w Apulii we Włoszech, gdzie podobno objawił się Archanioł Gabriel. To najpopularniejsza z około 150 jaskiń na Gibraltarze. W czasach prehistorycznych jaskinia była zamieszkała, o czym świadczą znalezione tutaj przedmioty, m.in. biżuteria i ceramika. Na najniższym poziomie, niedostępnym dla turystów, znajduje się jezioro z krystalicznie czystą wodą. Niektóre poziomy dostępne są do zwiedzania dla zorganizowanych wycieczek, jednak wymagany jest odpowiedni sprzęt i umiejętności.

Ze względu na doskonałą akustykę, została tutaj utworzona sala koncertowa, w której odbywają się również pokazy typu światło i dźwięk. Przez zamontowane głośniki stale sączy muzyka, a na ścianach znajdują się kolorowe, zmieniające się światła. Warto zwrócić uwagę na liczne stalaktyty i ciekawe formacje skalne. Przejście całej jaskini zajmuje kilkanaście do kilkudziesięciu minut.

A po wyjściu z jaskini czekały na nas małpki z rodziny makaków, jedyne z gatunku małp żyjących dziko na kontynencie europejskim. Magoty gibraltarskie to gatunek, który pochodzi z północy Afryki. Dzisiaj największa populacja tych małp zamieszkuje Algierię. Jednak Gibraltar okazał się być tym zakątkiem Europy, które potraktowały jak swój drugi dom. Skąd taka miłość do skały o powierzchni 7km²? To proste, żyje się im tutaj jak w raju! Mogą poruszać się gdzie chcą, są karmione dwa razy dziennie i nie muszą walczyć o pożywienie z innymi zwierzętami. Miłość do tych istot sięga czasów II wojny światowej, kiedy to stacjonowały tutaj wojska brytyjskie. Każda nowo narodzona małpka chrzczona była przez

żołnierzy imieniem znanego dowódcy brytyjskiego. Można powiedzieć, że była to dosyć „wysoko postawiona” gromadka. Aktualnie Gibraltar zamieszkuje, w sześciu stadach, od 200 do 250 osobników, a ich liczba jest kontrolowana. Każde stado posiada swojego opiekuna, który się o nie troszczy. W Afryce średnia długość życia przedstawicieli tego gatunku wynosi około 20 lat, samice żyją kilka lat dłużej niż samce. Jednak na Gibraltarze małpy mają tak dobrą opiekę, że żyją około 25–27 lat. Zdarzają się też weterani żyjący nawet ponad 30 lat.

Na Gibraltarze nie brakuje polskich symboli, których my, Polacy jesteśmy bardzo ciekawi. Wszystko za sprawą generała Sikorskiego i tragicznego wypadku. Do katastrofy doszło 4 lipca 1943 r. Około godz. 22:30 gen. Sikorski wraz z towarzyszącymi mu osobami udał się na gibraltarskie lotnisko. Po ok. 16 sekundach od startu, około 600 metrów na wschód od pasa startowego, samolot Liberatora AL 523 spadł do morza. W katastrofie zginęli: gen. broni Władysław Sikorski prezes Rady Ministrów RP na Uchodźstwie i Naczelny Wódz Polskich Sił Zbrojnych, gen. bryg. Tadeusz Klimecki szef Sztabu Naczelnego Wodza Polskich Sił Zbrojnych, brygadier John Percival Whiteley doradca wicekróla Indii, brytyjski oficer łącznikowy, płk Victor Cazalet członek brytyjskiego parlamentu, płk dypl. Andrzej Marecki szef III Oddziału Operacyjnego Sztabu Naczelnego Wodza, adiutant Naczelnego Wodza Polskich Sił Zbrojnych, por. marynarki Józef Ponikiewski, ppor. Zofia Leśniowska córka generała Władysława Sikorskiego, Walter H. Lock przedstawiciel brytyjskiego Ministerstwa Transportu w Zatoce Perskiej, Harry Pinder szef stacji telegraficznej Royal Navy w Aleksandrii, Adam Kułakowski sekretarz Naczelnego Wodza PSZ, Jan Gralewski kurier Armii Krajowej, drugi pilot samolotu mjr William S. Herring, nawigator Lewis Zalsberg, mechanik pokładowy Francis Kelly oraz dwóch radiooperatorów-strzelców, George B. Gerry i Dobson Hunter. Z katastrofy ocalał czeski pilot kpt. Eduard Prchal.

W 2013 roku z okazji 70. rocznicy tragicznej śmierci gen. Władysława Sikorskiego w Gibraltarze odsłonięto pomnik poświęcony nacelnemu wodzowi i ofiarom tej katastrofy. Pomnik składa się ze śmigła Liberatora II AL523 umieszczonego na kamiennej podstawie, na której wyryto nazwiska ofiar katastrofy. U stóp pomnika i na ścianach jego podstawy umieszczono tablice przypominające życiorys generała i informacje o katastrofie. Całość okala niewielki mur z wizerunkiem orła.



Gibraltar – pomnik generała Władysława Sikorskiego

Prace renowacyjne i przebudowa pomnika zostały wykonane dzięki staraniom Rady Ochrony Pamięci Walk i Męczeństwa. Pomnik zaprojektowała i wykonała firma Furmanek Renewal z Daleszyc. Gibraltar cieszy się bardzo aktywną polską społecznością. Drugi rok z rzędu, właśnie tutaj miała miejsce akcja WOŚP, a w tutejszej katedrze swoją służbę sprawuje polski ksiądz. Osią centrum jest ulica *Main Street*, która zaczyna się na północy sporym placem *Casemates Square*. Obecnie to ulica pełna sklepów,

wiele osób dokonuje tam interesujących zakupów. Znajdują się przy niej także inne obiekty, które można zobaczyć, odwiedzić. Idąc na południe, *Main Street* styka się z placem popularnie zwanym *Piazza* (oficjalnie *John Macintosh Square*). Stoi tam charakterystyczny budynek Parlamentu Gibraltaru. Nieco dalej wznosi się *Katedra St. Mary the Crowned*, zbudowana na miejscu dawnego meczetu.

Wracając z Gibraltaru zajrzeliśmy jeszcze, na krótki spacer do małego miasteczka o pięknie brzmiącej nazwie **Marbella**. To miasto, które przyciąga turystów spragnionych słońca i atmosfery nadmorskiego kurortu, z wieloma barami, restauracjami oraz sklepami z pamiątkami (nie brakuje tu również luksusowych hoteli i drogich, markowych sklepów, przystani jachtowej czy promenady). Najładniejsza jest najstarsza część miasta, gdzie można pospacerować wzdłuż ciasnych uliczek okolonnych białymi domkami albo zatrzymać się na chwilę na jednym z najładniejszych placów – *Plaza de los Naranjos* (nazwa wzięta się od rosnących tu drzewek pomarańczowych), by zobaczyć XVI wieczny Ratusz i o wiek starszą kaplicę *Ermita de Nuestro Senior Santiago*.

I to już naprawdę był koniec naszej wyprawy do Hiszpanii, a w zasadzie do jednej jej części – Andaluzji. X Seminarium „Energetyka Odnawialna i Jądrowa” przeszło już do historii. Oprócz zdobytej wiedzy technicznej

i ciekawostek, o których dowiedzieliśmy się w jednym z największych centrów badawczych służącym testowaniu różnego typu technik, instalacji i przemysłowych zastosowań skoncentrowanej energii słonecznej, z wyjazdu pozostaną zdjęcia, chwile i wspomnienia zachowane w sercach, nawiązane i umocnione przyjaźnie. Podczas takich wyjazdów oprócz walorów zdobywania i poszerzania wiedzy technicznej, pozostaje jeszcze jeden czynnik, tzw. czynnik ludzki, czyli integracja środowiska elektryków i tworzenie przyjacielskich więzi członków, a to przecież jeden z celów SEP zawarty w jego Statucie. Do Andaluzji z pewnością jeszcze niektórzy z nas wrócą indywidualnie, aby chłonąć atmosferę i tych wielkich pałaców, takich *Alhambra* czy *Alkazar* i tych małych miasteczek skąpanych w słońcu, z pięknymi kompozycjami kwiatowymi, gdzie białe domy odbijają się na tle błękitu.

Foto: Archiwum Oddziału Łódzkiego SEP

Źródła:

- [1] Encyklopedia internetowa – Wikipedia
- [2] Przewodnik internetowy – <http://podroże.onet.pl>
- [3] hiszpania-portal.pl

Oddział Łódzki SEP afirmatorem ruchu innowacyjnego

Anna Grabiszewska
Oddział Łódzki SEP

W dniu 8 czerwca 2017 roku w Pałacu Poznańskim, w Sali Lustrzanej odbyło się uroczyste XXXI **Podsumowanie Ruchu Innowacyjnego w Edukacji w roku szkolnym 2016/2017** zorganizowane przez Łódzkie Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego we współpracy z partnerami.

Uroczystość objęli swoim patronatem: minister edukacji narodowej Anna Zalewska, wojewoda łódzki Zbigniew Rau, marszałek województwa łódzkiego Witold Stępień, prezydent Łodzi Hanna Zdanowska, łódzki kurator oświaty Grzegorz Wierchowski, Ośrodek Rozwoju Edukacji, Stowarzyszenie Dyrektorów i Nauczycieli Centrów Kształcenia Praktycznego.

Partnerami uroczystości byli: Urząd Miasta Łodzi, Muzeum Miasta Łodzi, B/S/H, ElproAV, Festo, Fundacja Rozwoju Gminy Kleszczów, Instytut Nowych Technologii, Learnetic, Łódzka Specjalna Strefa Ekonomiczna, Mechatronik Artur Grochowski, Microsoft, MiGra, Mitsubishi Electric, Pamso, P&G Gillette, Politechnika Łódzka, SAN Łódź, Zespół Szkół Przemysłu Spożywczego w Łodzi, Zespół Szkół Gastronomicznych w Łodzi, Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych im. J. Pawła II w Kleszczowie.

Opiekę medialną sprawowali: TVP Łódź, TV TOYA, Radio Łódź, Tygodnik Społeczno-Oświatowy Głos Nauczycielski, Dyrektor Szkoły. Miesięcznik Kierowniczej Kadry Oświatowej, gazeta Dziennik Łódzki, czasopismo Dobre Praktyki. Innowacje w Edukacji.

To szczególne spotkanie uświetnili swoją obecnością m.in.: Ryszard Bonisławski – senator RP, Maciej Grubski – senator RP, Tomasz Trela – pierwszy wiceprezydent miasta Łodzi, Jolanta Chełmińska – doradca marszałka województwa łódzkiego, Grzegorz Wierchowski – łódzki kurator oświaty, Małgorzata Niewiadomska-Cudak – wiceprzewodnicząca Rady Miejskiej w Łodzi, Małgorzata Bartosiak i Marcin Zalewski – wiceprzewodniczący Komisji Edukacji Rady Miejskiej w Łodzi, Danuta Zakrzewska – dyrektor Okręgowej Komisji Egzaminacyjnej, Beata Jachimczak – doradca prezydenta miasta Łodzi, Jarosław Pawlicki – zastępca dyrektora WE UMŁ, Jan Kamiński były łódzki kurator oświaty.

W podsumowaniu uczestniczyli także inni znamienici goście reprezentujący władze samorządowe, związki zawodowe, pracodawców, instytucje rynku pracy, uczelnie wyższe, organizacje, urzędy i stowarzyszenia, szkoły i placówki oświatowe, lokalne i ogólnopolskie media.

Główne cele Podsumowania Ruchu Innowacyjnego w Edukacji to:

- upowszechnienie na forum łódzkim i regionalnym osiągnięć innowacyjnych firm, instytucji, pracodawców, liderów edukacji, szkół, twórczych nauczycieli, uczniów,

- rozbudzenie zainteresowania problematyką kształcenia dzieci, młodzieży, dorosłych, w tym edukacją zawodową,
- pokazanie potencjału rozwojowego, w tym intelektualnego środowiska oświatowego, a także sposobów radzenia sobie z jego problemami i wyzwaniem,
- zapoznanie uczestników spotkania z wytworzonymi innowacjami, nadanie tytułów i certyfikatów.

Podsumowanie połączone z XX-leciem ŁCDNiKP otworzył i poprowadził Janusz Moos – dyrektor Łódzkiego Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego, człowiek, który, jak nikt inny, potrafi dostrzec, docenić i wspierać nowatorskich nauczycieli, sojuszników placówek oświatowych, jak również utalentowaną młodzież. W swoim wystąpieniu przedstawił historię i bieżącą działalność centrum, omówił wybrane działania w roku szkolnym 2016/2017, które miały ważne znaczenie dla ruchu innowacyjnego. Następnie zostały zaprezentowane dokonania edukacyjne i innowacje pedagogiczne wdrażane w szkołach i placówkach oświatowych Łodzi i województwa łódzkiego, w tym, w Łódzkim Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego. Uczestnicy poznali również najbardziej kreatywne podmioty gospodarcze i instytucje wspierające edukację.

Głównym punktem uroczystości każdego roku było przyznanie tytułów i wręczenie certyfikatów, które podkreślały znaczenie podsumowania. Kapituła Konkursów Innowacyjnych przewodniczyła konsul honorowa Wielkiej Brytanii Małgorzata Brzezińska. W tym roku wyróżnienia zostały wręczone utalentowanym uczniom, nauczycielom innowatorom, innowacyjnym organizacjom, przedstawicielom kreatywnych pracodawców, środowisk naukowych i społecznych. Wręczono „tytuły” i certyfikaty w kilkunastu kategoriach.

Była to duża uroczystość, podczas której spotkali się wybitni pedagodzy, dyrektorzy szkół i placówek oświatowych, nauczyciele wyróżniający się efektywnością działań zawodowych, utalentowani uczniowie, a także dyrektorzy i prezesi firm przemysłowych, usługowych i stowarzyszeń naukowo-technicznych. Łącznie w tym roku podczas uroczystości wręczono 168 certyfikatów i 5 statuetek Skrzydła Wyobraźni.

Do głównych kryteriów kwalifikujących osoby i instytucje do zdobycia tytułu i certyfikatu należą:

- autorstwo, współautorstwo innowacji programowej, metodycznej oraz organizacyjnej,
- prowadzenie procesów kształtowania postaw przedsiębiorczych i procesów ukierunkowanych na wytwarzania wiedzy przez uczących się,
- tworzenie szkolnych systemów doradztwa zawodowego oraz rozwiązań edukacyjnych zorientowanych na optymalizację pracy z uczniem uzdolnionym,
- rozwiązywanie problemów edukacji przedzawodowej, działania edukacyjnego zgodnie z przyjętymi kategoriami ekonomicznymi i pedagogicznymi,
- kreowanie przez różne instytucje zmian w szkolnych systemach edukacji,
- tworzenie warunków do organizowania procesów edukacji interdyscyplinarnej, ze szczególnym uwzględnieniem procesów edukacji ekonomicznej, mechatronicznej, informatycznej, prozdrowotnej i artystycznej,
- zaprezentowanie innowacyjnych postaw i wybitnych osiągnięć zawodowych pracowników uczelni, fundacji i innych instytucji,



Laureaci uhonorowani certyfikatem AFIRMATOR RUCHU INNOWACYJNEGO. Drugi od lewej Władysław Szymczyk – prezes Oddziału Łódzkiego SEP

- ukazanie liderów w edukacji, kreatorów kompetencji społecznych, wybitnych uczonych.

Certyfikatem w kategorii „**AFIRMATOR RUCHU INNOWACYJNEGO**” został wyróżniony między innymi Oddział Łódzki Stowarzyszenia Elektryków Polskich, w imieniu którego wyróżnienie odebrał Władysław Szymczyk – prezes Oddziału. Tytuł ten tak oto został scharakteryzowany przez Tomasza Misiaka w specjalnym wydaniu pisma: „Dobre Praktyki. Innowacje w Edukacji”, które wydaje ŁCDNiKP: *Afirmator Ruchu Innowacyjnego nie tylko podziwia go, ale efektywnie wspiera, niekoniecznie z pobudek praktycznych, ze względu na własne związki z edukacją. Chodzi tu raczej o afirmację samej idei nowatorstwa edukacyjnego, uznawanej za godną najwyższego szacunku i priorytetowego traktowania.*¹



Warto w tym miejscu przypomnieć, że jest to już piąte wyróżnienie przyznane Oddziałowi przez Łódzkie Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego. W 2008 r. Oddział Łódzki SEP otrzymał certyfikat „PARTNER PRZYJAZNY EDUKACJI”, w 2013 r. certyfikat „AMBASADOR INNOWACYJNYCH IDEI I PRAKTYK PEDAGOGICZNYCH”, w 2015 certyfikat „KREATOR KOMPETENCJI ZAWODOWYCH”, w 2016 r. certyfikat „MULTI-INNOWATOR”.

Miło nam zaznaczyć, że podczas uroczystości zostały uhonorowane również osoby i instytucje ściśle współpracujące z Oddziałem Łódzkim SEP. Tytułem „Kreator Kompetencji Zawodowych” została uhonorowana Łódzka Federacja Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT, a tytuł „HOMO CREATOR” otrzymał JM Rektor Politechniki Łódzkiej prof. dr hab. inż. Sławomir Wiak. „ZŁOTYM CERTYFIKATEM TWÓRCZEGO DYREKTORA SZKOŁY ZAWODOWEJ” została wyróżniona, współpracująca z Oddziałem Henryka Michalska – dyrektor Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych Nr 9

w Łodzi, a statuetką „SKRZYDŁA WYOBRAŹNI” została wyróżniona Politechnika Łódzka. Wyróżnieni zostali także członkowie Oddziału Łódzkiego SEP: Ryszard Mirys certyfikatem „PROMOTOR ROZWOJU EDUKACJI” oraz prof. dr hab. inż. Piotr Borkowski certyfikatem „AMBASADOR INNOWACYJNYCH IDEI I PRAKTYK PEDAGOGICZNYCH”.

Ważnym momentem tej uroczystości było wręczenie statuetki Skrzydła Wyobraźni Januszowi Moosowi – dyrektorowi ŁCDNiKP – za wizjonerstwo, innowacyjność i skuteczność zarządzania Centrum, nowatorskie pomysły, inspirowanie do twórczego działania na rzecz edukacji, a także gotowość do podejmowania ciągle nowych wyzwań.

Kierowane przez Janusza Moosa Łódzkie Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego w Łodzi było pierwszą tego typu samorządową placówką w kraju. Obecnie należy ona do liderów edukacyjnych i promotorów zmian oraz reform oświatowych w szkolnictwie zawodowym w całym kraju, a nie tylko w łódzkim regionie. Działania znakomitego zespołu pracowników zostały docenione i uhonorowane przez wiele instytucji i gremiów wieloma nagrodami oraz certyfikatami, m.in.:

- Certyfikat ISO 9001:2000,
- Łódzka Nagroda Jakości (2010) w dziedzinie kompleksowego zarządzania jakością według TQM i Modelu Znakomitości Europejskiej Nagrody Jakości (EQM) kategorii organizacji edukacyjnych,
- Lider Zarządzania Zasobami Ludzkimi w kategorii małych i średnich firm (przyznany aż siedmiokrotnie! w latach 2002–2014, w tym Szafrówy Wawrzyn dla trzykrotnego zdobywcy Szafrówy Statuetki),
- Godło Inwestor w Kapitał Ludzki (2002–2009),
- Akredytacja dla placówki doskonalenia nauczycieli,
- Certyfikat Wysokiej Jakości – przyznany przez Ministerstwo Gospodarki i Pracy w VI edycji Konkursu Lider Zarządzania Zasobami Ludzkimi.

Galę uświetniły występy uczennic i uczniów Społecznej Szkoły Podstawowej Towarzystwa Oświatowego „Edukacja” w Łodzi, Gimnazjum nr 7 w Tomaszowie Mazowieckim, XXXII Liceum Ogólnokształcącego w Łodzi, Ogólnokształcącej Szkoły Muzycznej I i II st. im. Henryka Wieniawskiego w Łodzi oraz nauczyciela tej szkoły i jednocześnie pracownika Teatru Muzycznego w Łodzi, a także studentki Akademii Muzycznej im. Grażyny i Kiejstuty Bacewiczów w Łodzi. Miłym akcentem gali był udział uczennic Ogólnokształcącej Szkoły Baletowej im. Feliksa Parnella w Łodzi.

Znalezienie się już kolejny raz wśród tak zacnego grona wyróżnionych jest dowodem uznania dla wypełnianej jednej z misji Oddziału Łódzkiego SEP, jaką jest wspieranie szkolnictwa zawodowego i współpraca ze szkołami ponadgimnazjalnymi z terenu województwa łódzkiego. Edukacja szkolna i akademicka jest bardzo ważnym obszarem działalności Oddziału, w realizacji której Oddział współpracuje z Politechniką Łódzką (szczególnie z Wydziałem Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki), Łódzkim Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego oraz Kuratorium Oświaty i Wychowania w Łodzi.

Trzeba tu podkreślić, że taka uroczystość, organizowana corocznie przez Łódzkie Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego, jest doskonałą okazją do uhonorowania osób i instytucji, których działania są doceniane. Jest również promocją wartościowych rozwiązań edukacyjnych. Przyczynia się także do tworzenia atmosfery przyjaznej dla wdrażania zmian w procesie nauczania i kształcenia.

Foto: Archiwum Oddziału Łódzkiego SEP

Źródło:
<http://pri.wckp.lodz.pl/>

¹ „Dobre Praktyki – Innowacje w edukacji” nr 19 kwiecień – czerwiec 2017 r., s. 8.

Sprawozdanie z konferencji Elektrownie Ciepłne 2017

dr inż. Tomasz Kotlicki
Instytut Elektroenergetyki PŁ
Koło SEP przy Elektrowni Bełchatów

W dniach 31 maja – 2 czerwca tego roku odbyła się XIII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Elektrownie Ciepłne. Eksploatacja-Modernizacja-Remonty”. Organizatorami Konferencji byli: Koło SEP przy Elektrowni Bełchatów, Instytut Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej oraz PGE GiEK SA Oddział Elektrownia Bełchatów.

W Konferencji wzięło udział ponad 200 uczestników, w tym przedstawiciele przemysłu energetycznego (m.in. z elektrowni i elektrociepłowni wchodzących w skład grupy kapitałowej PGE GiEK SA: z Elektrowni Bełchatów, Elektrowni Turów, Elektrociepłowni Lublin Wrotków, Elektrociepłowni Bydgoszcz) oraz placówek naukowo-badawczych (z Politechnik: Łódzkiej, Wrocławskiej, Śląskiej, Instytutu Energetyki z Warszawy, Instytutu Maszyn Przepływowych PAN). Licznie reprezentowane były także firmy działające w obszarze energetyki (m.in.: RAFAKO, GE, Babcock Borsig Steinmüller, Energompiar, Chemar).



Przedstawiciele organizatorów oraz zaproszeni goście otwierają wystawę techniczną. Od lewej: prezes Koła SEP Stanisław Papuga, dyrektor Elektrowni Bełchatów Marek Ciapała, wiceprezes GiEK SA Andrzej Kopertowski, wiceprezes GiEK SA Marek Włóka, wiceprezes SEP Marek Grzywacz, zastępca dyrektora Instytutu Elektroenergetyki PŁ Józef Wiśniewski

Konferencję otworzył, a następnie poprowadził sesję inauguracyjną prezes Koła SEP w Elektrowni Bełchatów Stanisław Papuga. Elektrownię Bełchatów reprezentował dyrektor Marek Ciapała. Trzeciego współorganizatora reprezentował dr Józef Wiśniewski, zastępca dyrektora Instytutu Elektroenergetyki PŁ.

Konferencji towarzyszyła także wystawa techniczna i sesje promocyjne z udziałem firm oferujących wyroby i technologie związane

z przemysłem energetycznym. W tym roku stoiska reklamowe w holu Hotelu Wodnik zaprezentowało kilkanaście firm.



Panel dyskusyjny poświęcony modernizacji Elektrowni Bełchatów

Część merytoryczna Konferencji podzielona była na sześć sesji plenarnych, podczas których uczestnicy wysłuchali blisko 40 referatów i wystąpień. Tradycyjnie, duża część referatów technicznych została napisana przez pracowników elektrowni i elektrociepłowni, często we współpracy z ośrodkami naukowo-badawczymi.

Motywym przewodnim tegorocznej Konferencji było podsumowanie kilkuletniej modernizacji Elektrowni Bełchatów. Zagadnieniom tym poświęcona była pierwsza sesja, na której swoje doświadczenia prezentowały wiodące firmy biorące udział w modernizacji bloków elektrowni.



Uczestnicy konferencji podczas sesji plenarnej



Wręczenie nagród w konkursie na najlepszy produkt prezentowany na Wystawie Technicznej. Wyróżnienie odbierają przedstawiciele firmy Weidmüller

Podkreślano ogrom prac oraz ich wyniki, czyli podniesienie sprawności elektrowni oraz obniżenie emisji zanieczyszczeń.

Ważne miejsce w tematyce XIII Konferencji miały zagadnienia związane z ochroną środowiska. Poświęconą była im specjalna sesja referatowa otwierająca drugi dzień spotkania. Prezentacje dotyczyły Dyrektywy IED oraz tzw. konkluzjom BAT, czyli uregulowaniom unijnym w zakresie emisji zanieczyszczeń, które bardzo istotnie wyznaczają kierunki rozwoju współczesnej energetyki konwencjonalnej. Zaprezentowano również działania, jakie w zakresie ograniczania emisji rtęci podejmuje Elektrownia Bełchatów.

Konferencji towarzyszyły również imprezy o charakterze towarzysko-rozrywkowym. W pierwszym dniu był to uroczysty bankiet, natomiast ostatnim punktem programu, w drugim dniu była kolacja przy grillu. W ostatnim dniu konferencji odbyła się wycieczka techniczna do pobliskiej elektrowni i kopalni.

Konferencja ICDL 2017

Paweł Różga
Oddział Łódzki SEP

W dniach 25–29 czerwca 2017 r. w Manchesterze w Wielkiej Brytanii odbyła się 19. edycja **IEEE International Conference on Dielectric Liquids (ICDL)**. Konferencja ta jest największą i najważniejszą na świecie konferencją tematyczną z zakresu dielektryków ciekłych do zastosowań elektrycznych, skupiającą przedstawicieli nauki i przemysłu działających w tym obszarze zarówno od strony podstawowych badań naukowych, jak i badań aplikacyjnych czy zastosowań przemysłowych. Konferencja jest sponsorowana przez IEEE Dielectrics and Electrical Insulation Society (DEIS). Organizowana jest w cyklu 3-letnim, a kolejne edycje odbywają się w różnych częściach Europy. W ostatnich latach gospodarzami byli m.in.:

Bled w Słowenii (2014), Trondheim w Norwegii (2011), Poitiers we Francji (2008) czy Coimbra w Portugalii (2005). Obecna edycja zorganizowana została przez University of Manchester, a przewodniczącą komitetu naukowego była prof. Zhongdong Wang, kierująca działającym przy uniwersytecie laboratorium wysokich napięć. W konferencji uczestniczyło ponad 200 osób z całego świata, prezentując referaty w 9 sesjach plenarnych oraz 3 posterowych.

Dzięki wsparciu finansowemu udzielonemu przez Oddział Łódzki Stowarzyszenia Elektryków Polskich, możliwe było zaprezentowanie podczas jednej z sesji plenarnych konferencji artykułu naukowego zatytułowanego „Comparison of Lightning Characteristics of Selected Insulating Synthetic Esters with Mineral Oil” współautorstwa dwóch członków oddziału łódzkiego SEP: dr. hab. Pawła Różgi i mgr. inż. Marcina Stanka.

W tym miejscu obaj współautorzy chcieliby złożyć podziękowania prezesowi Oddziału Łódzkiego SEP Władysławowi Szymczykowi oraz całemu Zarządowi za udzielone wsparcie.

Międzynarodowy Dzień Elektryka

Anna Grabiszewska
Oddział Łódzki SEP

W dniu 31 maja 2017 r. Oddział Radomski SEP zorganizował w Koziencinach centralne obchody Międzynarodowego Dnia Elektryka połączone z inauguracją Roku im. Profesora Włodzimierza Krukowskiego w 130 rocznicę urodzin. Współorganizatorami uroczystości byli: prezes SEP, prezes ENEA Wytwarzanie w Świerżach Górnych oraz dyrektor PSE – Oddział w Radomiu.

Obchody MDE są upamiętnieniem rocznicy śmierci francuskiego uczonego Andre Marie Ampere’a (10 czerwca 1836 r.), genialnego fizyka i matematyka, który zajmował się badaniem zjawiska elektromagnetyzmu. Zarząd Główny SEP w dniu 27 czerwca 1985 r. podjął uchwałę w sprawie ogłoszenia roku 1986 Rokiem Ampere’a. Dzień 10 czerwca, dzień śmierci uczonego, ogłoszono Międzynarodowym Dniem Elektryki.

W tegorocznej uroczystości wzięła również grupa członków Oddziału Łódzkiego SEP w składzie: Władysław Szymczyk, Henryka Szumigaj, Zdzisław Zarzycki, Zbigniew Przybylski, Bogumiła Chabir i Anna Grabiszewska.

Zebranych oraz gości powitał przewodniczący Komitetu Organizacyjnego, prezes Oddziału Radomskiego SEP Wiesław Michalski. Następnie

głos zabrali: burmistrz gminy Koźnice – Tomasz Śmietanko, prezes ENEA Wytwarzanie – Krzysztof Figat, prezes SEP – Piotr Szymczak, przewodniczący Polskiej Sekcji IEEE Marian Malinowski oraz duszpasterz krajowy pracowników elektryki, elektroniki i energetyki ks. Sławomir Zyga. Referat „André Marie Ampère – uczonek, odkrywca praw rządzących elektryką” przedstawiła kol. Joanna Perkuszevska – wiceprezes Oddziału Radomskiego SEP. Referat historyczny inaugurujący Rok Profesora Włodzimierza Krukowskiego – „Patron roku 2017 – prof. dr inż. Włodzimierz Krukowski (1887–1941)” przedstawił kol. Jerzy Hickiewicz.

Kolejną część spotkania poprowadził Andrzej Klaczkowski – przewodniczący Komisji Konkursowej, który przedstawił wyniki konkursu „Na najaktywniejsze Koło SEP w 2016 roku”. Konkurs został rozstrzygnięty w dniu 7 kwietnia 2017 r. Komisja pracowała w składzie: Stanisław Burda z Oddziału Łódzkiego, Andrzej Kieliszek z Oddziału Warszawskiego, Kazimierz Chabowski i Ryszard Kordas z Oddziału Wrocławskiego, Zbysław Kucza z Oddziału EIT, Marek Młynarczyk z Oddziału Piotrkowskiego.

W konkursie uczestniczyły 38 kół z Oddziałów:

- Bydgoskiego – 1 koło,
- Częstochowskiego – 1 koło,
- Elektroniki, Informatyki, Telekomunikacji – 2 koła,
- Gdańskiego – 1 koło,
- Kieleckiego – 1 koło,
- Krakowskiego – 5 kół,
- Lubelskiego – 1 koło,
- Łódzkiego – 4 koła,
- Opolskiego – 3 koła,
- Piotrkowskiego – 1 koło,
- Poznańskiego – 2 koła,
- Radomskiego – 3 koła,
- Warszawskiego – 1 koło,
- Wrocławskiego – 9 kół,
- Zagłębia Węglowego – 3 koła.

Z Oddziału Łódzkiego SEP do konkursu przystąpiły:

- Koło Seniorów im. inż. Zbigniewa Kopczyńskiego – prezes Koła: Waclaw Niewolański,
- Międzyszkolne Koło Pedagogiczne SEP – prezes Koła: Henryka Szumigaj,
- Koło SEP przy Veolia Energia Łódź S.A. – prezes Koła: Jacek Kuczowski
- Studenckie Koło SEP im. prof. Michała Jabłońskiego – prezes Koła: Bogumiła Chabir.

Po przedstawieniu wyników konkursu dokonano uroczystego wręczenia proporców prezesom kół – laureatom konkursu poszczególnych grupach, a także nagród i dyplomów finalistom.

Laureatami konkursu na najaktywniejsze koło SEP za rok 2016 zostali:

Grupa „A” (koła do 30 członków)

Nazwa Koła (imię i nazwisko prezesa)	Oddział	Lokata
Koło SEP nr 16 przy Wydziale EAIIB Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie (Marian Noga)	Krakowski	I
Koło nr 10 przy Zespole Szkół nr 2 we Wrocławiu (Arkadiusz Kowalski)	Wrocławski	II
Koło nr 52 przy Wydziale Elektroniki Politechniki Wrocławskiej (Tadeusz Gudra)	Wrocławski	III
Koło SEP przy Uniwersytecie Technologiczno-Humanistycznym im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu (Radosław Figura)	Radomski	IV
Koło nr 32 przy DZG i ROP Wrocław (Marian Cebula)	Wrocławski	V
Koło 17 (Robert Grypczyński)	Poznański	VI

Grupa „B” (koła zakładowe od 31 do 60 członków)

Nazwa Koła (imię i nazwisko prezesa)	Oddział	Lokata
Koło SEP nr 45 przy Instytucie Techniki Innowacyjnych EMAG (Artur Kozłowski)	Zagłębia Węglowego	I
Koło Zakładowe SEP przy Wojskowej Akademii Technicznej (Stanisław Konatowski)	Elektroniki, Informatyki, Telekomunikacji	II
Koło nr 70 przy Politechnice Wrocławskiej (Jerzy Leszczyński)	Wrocławski	III
Koło SEP nr 1 przy Instytucie Elektrotechniki O. Wrocławski (Krzysztof Kogut)	Wrocławski	IV
Koło SEP nr 26 przy Elektrowni Opole (Rafał Kurzywiłk)	Opolski	V
Koło SEP przy RWN Kielce (Zygmunt Maj)	Kielecki	VI
Koło Zakładowe SEP przy PGE Dystrybucja S.A. w Skarżysku-Kamiennej (Piotr Brzeziński)	Radomski	VII
Koło nr 31 przy EMITEL Sp. z o.o. (Józef Borowiak)	Poznański	VIII
Koło SEP nr 24 Region Strzelecko-Kędzierzyńsko-Kozielski przy TAURON Dystrybucja S.A. (Andrzej Bonkosch)	Opolski	IX
Koło SEP nr 1 przy Biurze Studiów i Projektów Energetycznych „Energoprojekt” Kraków S.A. (Zbigniew Bisikiewicz)	Krakowski	X

Grupa „C” (koła zakładowe liczące ponad 61 członków)

Nazwa Koła (imię i nazwisko prezesa)	Oddział	Lokata
Koło SEP nr 4 przy TAURON Wytwarzanie S.A. Oddział Elektrownia Łaziska (Barbara Szyndzielorz)	Zagłębia Węglowego	I
Koło SEP nr 1 przy PGE GiEK Oddział Elektrownia Bełchatów S.A. (Stanisław Papuga)	Piotrkowski	II
Koło SEP nr 60 przy EDF Polska SA Oddział nr 1 w Krakowie (Przemysław Godzwoń)	Krakowski	III
Koło SEP nr 13 im. Janusza Lacha przy TAURON Dystrybucja S.A. Oddział w Krakowie (Ryszard Stolarczyk)	Krakowski	IV
Koło SEP nr 18 przy TAURON Dystrybucja S.A. (Jacek Floryn)	Wrocławski	V
Koło nr 16 przy KOGENERACJA S.A. (Andrzej Koźmiński)	Wrocławski	VI
Koło SEP przy Veolia Energia Łódź S.A. (Jacek Kuczowski)	Łódzki	VII
Koło Ziemi Nyskiej nr 28 (Marian Osipiuk)	Opolski	VIII

Grupa „T” (koła terenowe)

Nazwa Koła (imię i nazwisko prezesa)	Oddział	Lokata
Koło Terenowe SEP nr 536 Warszawa (Andrzej Kieliszek)	Warszawski	I
Koło Terenowe nr 43 przy Zarządzie O. Wrocławskiego SEP (Czesław Ratajczak)	Wrocławski	II
OZW SEP Katowice Koło Terenowe nr 26 (Stanisław Walczak)	Zagłębia Węglowego	III
Koło Terenowe SEP nr 26 przy Oddziale Piotrkowskim SEP (Dariusz Drózdź)	Piotrkowski	IV
Koło Terenowe Oddziału Bydgoskiego SEP (Tadeusz Woliński)	Bydgoski	V

Grupa „S” (koła szkolne i studenckie)

Nazwa Koła (imię i nazwisko prezesa)	Oddział	Lokata
Studenckie koło Politechniki Gdańskiej nr 116 SEP O. Gdańsk (Piotr Łazuk)	Gdański	I
Studenckie Koło SEP im. prof. Michała Jabłońskiego przy Politechnice Łódzkiej (Bogumiła Chabir)	Łódzki	II
Akademickie Koło nr 4 przy PW (Patrik Klimkowski)	Wrocławski	III
Międzyszkolne Koło Pedagogiczne SEP (Henryka Szumigaj)	Łódzki	IV
Szkolne Koło SEP przy ZSP nr 3 w Bełchatowie (Zdzisław Sykuła)	Częstochowski	V
Studenckie Koło Naukowe SEP przy Politechnice Lubelskiej (Michał Lech)	Lubelski	VI

Grupa „E” (koła seniorów i emerytów)

Nazwa Koła (imię i nazwisko prezesa)	Oddział	Lokata
Koło Seniorów nr 7 (Ryszard Grochowski)	Krakowski	I
Koło Seniorów im. inż. Zbigniewa Kopczyńskiego (Wacław Niewolański)	Łódzki	II
Koło Seniorów OEIT (Jacek Jarkowski)	Elektroniki, Informatyki, Telekomunikacji	III
Koło Seniorów (Tadeusz Łapa)	Radomski	IV

Spotkanie to było również okazją do ogłoszenia wyników XLI edycji „**Konkursu im. prof. Mieczysława Pożaryskiego** na najlepsze publikacje w czasopismach naukowo-technicznych SEP w 2016 roku”. Wyniki konkursu przedstawił prof. Andrzej Wac-Włodarczyk – przewodniczący Jury Konkursu.

Do XLI edycji konkursu nominowano łącznie 32 artykuły zgłoszone przez redakcje czasopism.

Jury jednomyślnie przyznało jedną nagrodę I stopnia, dwie nagrody II stopnia i trzy nagrody III stopnia.

1. Pierwszą nagrodę otrzymał artykuł pt.: *Optymalizacja struktury, oprogramowania i podzespołów systemów informatycznych oraz zastosowania systemów informatycznych do specjalistycznych urządzeń technicznych o dużej złożoności*, opublikowany w numerze 12/2016 *Elektroniki*, jako cykl czterech artykułów autorstwa mgr. inż. Dominika Adamskiego, dr. inż. Grzegorza Jabłońskiego, mgr. inż. Piotra Perek, mgr. inż. Jesen Zelaya, dr. inż. Dariusza Makowskiego, mgr. inż. Pawła Plewińskiego, dr. inż. Aleksandra Mielczarka, inż. Aleksandra Szuberta, pod kierownictwem prof. dr. hab. inż. Andrzeja Napieralskiego.
2. Dwie drugimi równorzędnymi nagrodami wyróżniono:
 - artykuł pt.: *Efektywność energetyczna w przyszłych sieciach radiowych 5G*, opublikowany w numerze 6/2016 *Przeglądu Telekomunikacyjnego i Wiadomości Telekomunikacyjnych*, autorstwa: prof. dr. hab. inż. Hanny Boguckiej;
 - artykuł pt.: *Use of Orthogonal Components to determine the active power of AC arc furnace based on measurements of voltages and currents*, opublikowany w numerze 1/2016 *Przeglądu Elektrotechnicznego*, autorstwa dr. hab. inż. Kazimierza Jagiela, dr. inż. Marka Gały, dr. inż. Janusza Raka;
3. Trzema równorzędnymi nagrodami trzecimi wyróżniono:
 - artykuł pt.: *Pomiar pojemności i rezystancji izolacji zwojowej w transformatorach*, opublikowany w numerze 8/2016 *Energetyki*, autorstwa prof. dr. hab. inż. Tadeusza Glinki oraz dr. inż. Andrzeja Sikora;



- artykuł pt.: *The use of p-q control in single-phase active power filter for dynamic reactive power compensation*, opublikowany w numerze 2/2016 *Przeglądu Elektrotechnicznego*, autorstwa: prof. dr. hab. inż. Mariana Pasko, dr. inż. Tomasza Adrikowskiego oraz dr. inż. Dawida Buły;



- artykuł pt.: *Badania nieniszczące metodami elektromagnetycznymi*, opublikowany w numerze 9/2016 *Przeglądu Elektrotechnicznego*, autorstwa: prof. dr. hab. inż. Ryszarda Sikory oraz dr. hab. inż. Tomasza Chady.

Tegoroczne obchody Międzynarodowego Dnia Elektryki były tradycyjnie już połączone z częścią merytoryczną, podczas której zebrani mogli wysłuchać następujące referaty:

- 1 *Status realizacji budowy bloku 11 o mocy 1075 MWe w ENEA Wytwarzanie sp. z o.o.* – prelegentem był Tomasz Wójcik z Pionu Budowy Bloku – specjalista ds. urządzeń kotłowni;



2. Perspektywy rozwoju sieci energetycznych najwyższych napięć w Polsce – prelegentem był przedstawiciel PSE Oddział w Radomiu.

Po wysłuchaniu referatów uczestnicy spotkania mieli niepowtarzalną okazję uczestniczyć w zwiedzaniu budowy bloku 1075 MWe. Nowy blok będzie najnowocześniejszą jednostką pracującą w oparciu o nadkrytyczne parametry pary o mocy 1075 MW (brutto) i sprawności 45,6% (netto). Szacuje się, że w związku z budową zatrudnienie znajdzie od 1000 do 2500 osób, a po uruchomieniu bloku – 300. Znaczna część materiałów, usług oraz wyposażenia obiektu będzie pochodzić od krajowych dostawców i producentów. Daje to możliwość stworzenia nowych miejsc pracy także dla polskich podwykonawców i poddostawców. Dostawy węgla do nowego bloku zapewni do 2036 r. kopalnia Bogdanka. Projekt pn. *Budowa bloku energetycznego na parametry nadkrytyczne opalanego węglem kamiennym o mocy elektrycznej 1075 MW brutto w Elektrowni Kozienice S.A.* ma zostać zakończony w ciągu 58 miesięcy od dnia podpisania umowy. Realizacja inwestycji jest niezbędna do zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju. Nowy blok będzie charakteryzował się m.in. wysoką dyspozycyjnością (92% w kolejnych latach użytkowania), niską awaryjnością, niskimi kosztami eksploatacji oraz wysokim wskaźnikiem wykorzystania mocy. Inne jego cechy to: wysoka sprawność wytwarzania energii, większa ekonomika eksploatacji oraz niska emisyjność (ograniczenie emisji dwutlenku węgla o około 20%; obiekt będzie przystosowany do zainstalowania systemu wychwytywania CO₂). Produkty

spalania (gips, popiół, żużel) zostaną w całości zagospodarowane. Parametry pary przy wlocie turbiny to: 603/621 °C i 242 bar. Po uruchomieniu nowego bloku 13% polskiej energii będzie pochodzić z Kozienic. Blok zwiększy zdolności produkcyjne kozienickiej elektrowni aż o jedną trzecią. Osiągnie ona moc około 4 tys. MW. Przy budowie wykorzystane zostaną najnowocześniejsze światowe technologie, a blok wyposażony będzie w instalacje ekologiczne zapewniające bezpieczeństwo dla środowiska, łącznie z możliwością dobudowania w przyszłości instalacji do wychwytywania ze spalin dwutlenku węgla (CCS). Obecnie kozienicka elektrownia dysponuje 10 wysokosprawnymi blokami energetycznymi o łącznej mocy osiągalnej 2908 MWe. Posiada ponad 8% udział w rynku produkcji energii elektrycznej.

Już po raz kolejny cztery koła z naszego Oddziału zostały docenione, a ich działalność wyróżniona w konkursie. Konkurs ten, na który składa się całoroczna działalność, jest motywacją do dalszej, aktywnej pracy i podejmowania licznych przedsięwzięć na szczeblu Koła, jak i Oddziału. Taka rywalizacja jest zachętą do szukania nowych form działalności wyróżniających się w skali kraju, a spotkania podczas MDE są znakomitą okazją do poznania działalności innych Kół, wymiany doświadczeń i dzielenia się uwagami na temat konkursu.

Foto: Archiwum Oddziału Łódzkiego SEP

Źródła:
www.sep.com.pl

Dyskusyjne Forum Kobiet SEP

Henryka Szumigaj
Ewa Potańska
Oddział Łódzki SEP

W dniach 11–13 maja 2017 r. w Bielsku-Białej odbyło się III Dyskusyjne Forum Kobiet Stowarzyszenia Elektryków Polskich. Temat Forum brzmiał: „Kobieta elektryk/energetyk – wpływ zawodu na życie”. Uczestniczyło w nim 38 koleżanek z różnych oddziałów SEP. Z Oddziału Łódzkiego brały udział: Ewa Potańska, Krystyna Sitek i Henryka Szumigaj. Obrady Forum odbywały się w hotelu Dębowiec w Bielsku-Białej, na terenie ZIAD. Ośrodek ten jest znany z organizowanych od ponad 20 lat Targów Energotab i prowadzonych kursów prac pod napięciem oraz kursów dla dyspozytorów ruchu elektrycznego.

Po uroczystym otwarciu forum wystąpił prezes SEP dr Piotr Szymczak, który przedstawił bieżące sprawy Stowarzyszenia w przededniu Nadzwyczajnego Walnego Zjazdu Delegatów SEP i omówił znaczenie działalności kobiet. Prezes podkreślił znaczący wpływ kobiet na pracę organizacji i wnoszoną przez nie atmosferę serdeczności i życzliwości.

Podczas forum występowały koleżanki z poszczególnych Oddziałów SEP. Uczestniczki zapoznały się z działalnością Oddziału SEP w Bielsku-Białej. Koleżanka z Oddziału w Radomiu bardzo interesująco zaprezentowała sylwetkę patrona roku, prof. dr. Włodzimierza Krukowskiego. Udostępniła ciekawe dokumenty i wydawnictwa przybliżające postać profesora. W kategorii technicznej odbyła się prezentacja na temat ochrony przeciwporażeniowej i uziemień.

W części dyskusyjnej koleżanki z różnych Oddziałów i środowisk pracy wypowiadały się na temat ich zawodowych doświadczeń we wszystkich gałęziach szeroko pojętej elektryki i energetyki. Wspominały sposoby uzyskiwania akceptacji i zaufania wśród kolegów z branży. Zwraçały uwagę na wytrwałość w działaniach i zamiłowanie do wykonywanej pracy oraz godzenie pracy z obowiązkami rodzinnymi. Uczestniczki forum informowały o ukończonych dodatkowo studiach podyplomowych i kursach. Wiele spośród koleżanek zajmuje kierownicze stanowiska. Podejmują nowe wyzwania i wykazują postawę inspirującą. Koleżanki podkreślały wspierającą rolę kolegów zarówno w firmach, jak i w stowarzyszeniu.

Zainteresowaniem uczestniczek forum cieszyło się seminarium i warsztaty z doradcą zawodowym Katarzyną Cieloch. Podczas wykonywanych ćwiczeń panowała żywa atmosfera, koleżanki analizowały dotychczasowe działania zawodowe, zastanawiały się nad hierarchią wartości w życiu każdej z nich. Odpowiadały na pytanie, co jest pasją



Sala obrad. Uczestniczki Forum, w głębi dr Piotr Szymczak – prezes SEP

w ich życiu. Pasją wielu z nas jest praca zawodowa w zakresie elektryki i energetyki.

Uczestniczki z zaciekawieniem słuchały referatu prof. dr. hab. Igora Kurtynika z Politechniki Lwowskiej, obecnie pracującego w Polsce. Profesor przedstawił swoje książki i opowiadał o wymowie pięknych malowideł w auli Senatu Politechniki Lwowskiej autorstwa Jana Matejki. Okładki książek profesora przedstawiały kilka z tych dzieł malarskich, m.in. alegorię połączenia telegraficznego pomiędzy Europą a Ameryką.

W obrady forum wpleciony był program turystyczny, z uwzględnieniem wycieczki technicznej. W części merytorycznej uczestniczki forum miały możliwość zwiedzenia elektrowni wodnej Porąbka-Żar – drugiej co do wielkości elektrowni szczytowo-pompowej i jedynej w kraju elektrowni

podziemnej mieszczącej się w Międzybrodziu Białym w obrębie kaskady Soły. Elektrownia składa się z 3 najważniejszych części. Na szczycie góry Żar znajduje się potężny zbiornik (zbiornik górny) gromadzący wodę. Drugim elementem są szyby wywiercone wewnątrz góry, przez które transportowana jest woda do zbiornika górnego i przez które woda przepływa ze zbiornika górnego do zbiornika dolnego. U podnóża góry Żar znajduje się zbiornik dolny. Elektrownia wyposażona jest w 4 nowoczesne turbiny. Wszystkie dają moc 500 MW. Podczas wycieczki miałyśmy okazję wjechać na szczyt góry Żar, z którego oglądałyśmy przepiękną panoramę Beskidów.



Uczestniczki III Forum Kobiet z Piotrem Szymczakiem, prezesem SEP, przed hotelem Dębowiec

W programie forum, na jego zakończenie było również zwiedzanie zamku i parku w Pszczynie. Zamek jest dawną rezydencją magnacką rodu Hochbergów na Górnym Śląsku (również właściciele zamku Książ). Powstał w XI lub XII wieku. Posiada piękne wnętrza: komnaty, salony, bibliotekę, galerie, schody paradne i westybul. Zamek jest bogatym świadectwem historii, kultury i tradycji. Uwagę uczestniczek przykuły przepiękne wnętrza, meble, wyposażenie, obrazy oraz urządzenia techniczne, np. kominki, żyrandole, urządzenia sanitarne i higieny osobistej wyposażone w możliwość oświetlenia.



Widok z góry Żar

Dodatkowo we własnym zakresie, przed rozpoczęciem obrad forum, zwiedziłyśmy zamek w Bielsku-Białej, który jest najstarszą i największą zabytkową budowlą stojącą na terenie historycznego miasta Bielska. Najstarsza część zamku pochodzi z XIV wieku. W muzeum znajduje się stała ekspozycja i dzieje Archeologiczno-Historyczne Podbeskidzia, Etnografia Bielska Białej, Malarstwo XIX –XX wieku.

W przerwie obrad wybrałyśmy się kolejką linową na Szyndzielnię. Jest to jedna z największych atrakcji turystycznych Bielska-Białej. Żółte



Uczestniczki III Forum Kobiet SEP na terenie elektrowni

6-osobowe wagoniki wywożą pasażerów na wysokość prawie 1000 m npm. Przy górnej stacji kolei linowej jest wieża widokowa, jest też luneta obserwacyjna, a nieopodal górnej stacji kolejki Schronisko Górskie PTTK. Szyndzielnia jest ulubionym miejscem narciarzy w sezonie zimowym,

a przez cały rok stanowi popularne miejsce odpoczynku dla mieszkańców Bielska-Białej i ważny punkt wycieczkowy w kierunku schronisk na Klimczoku i Błatni oraz w kierunku Szczyrku lub Brennej.

W części końcowej forum organizatorka kol. Józefa Okładło przypomniała wnioski z ubiegłorocznego forum i poinformowała, że zostały zrealizowane. Zredagowano również wnioski z bieżącego forum.

Podsumowując tegoroczne Dyskusyjne Forum Kobiet stwierdzamy, że spotkanie kobiet zaangażowanych zawodowo w pracę elektryka/energetyka i społecznie w Stowarzyszeniu Elektryków Polskich pozwoliło utrwalić więzi koleżeńskie, wymienić doświadczenia zawodowe, zmotywować

do doskonalenia podejmowanych działań, poznać elementy kultury kolejnego regionu Polski.

Foto: Katarzyna Machajska, Bielski Oddział SEP oraz materiały archiwalne SEP

Podsumowanie konkursów zawodowych zorganizowanych w ŁCDNiKP w roku szkolnym 2016/2017

Ryszard Zankowski, Maria Stempel – nauczyciele konsultanci
Pracownia Edukacji Zawodowej ŁCDNiKP

W dniu 2 czerwca 2017 roku odbyła się w Łódzkim Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego uroczysta gala na której podsumowano konkursy zawodowe zorganizowanych w roku szkolnym 2016/2017 przez Pracownię Edukacji Zawodowej. Na uroczystości obecni byli Władysław Szymczyk – prezes OŁ SEP, Henryka Szumigaj – wiceprezes ds. młodzieży, Anna Grabiszewska – dyrektor Biura Oddziału Łódzkiego SEP, Anna Koludo – wicedyrektor ŁCDNiKP. W uroczystości wzięli udział laureaci i finaliści oraz nauczyciele – promotorzy prac konkursowych zgłoszonych w konkursach: „Najlepsza Praca Modelowo-Konstrukcyjna

w Szkołach Elektrycznych i Elektronicznych w roku szkolnym 2016/2017”, „Szkolna Liga Mechatroniki”, „Szkolna Liga Elektryki”. Nagrody dla laureatów ufundował OŁ SEP, Maciej Kret firma Intercars, książki podarowały Wydawnictwa PWN i Helion.

Najlepsza Praca Modelowo-Konstrukcyjna w Szkołach Elektrycznych i Elektronicznych w roku szkolnym 2016/2017

W dniu 23 marca 2017 roku odbył się w Łódzkim Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego II etap konkursu zawodowego o zasięgu ogólnolódzkim „Najlepsza Praca Modelowo-Konstrukcyjna w Szkołach Elektrycznych i Elektronicznych w roku szkolnym 2016/2017”. Patronem honorowym Konkursu jest Oddział Łódzki Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

Wyniki konkursu są następujące:

kategoria Pierwsze kroki

I miejsce

- praca *Analizator widma na lampach NIXIE IN 9* zrealizowana przez Szymona Przybyłę i Michała Pabina, uczniów klasy II Te Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych nr 10 w Łodzi (opiekun: mgr inż. Andrzej Klimkiewicz);

II miejsce (ex-aequo)

- praca *Arduino xylophone* zrealizowana przez Mateusza Zborowskiego, ucznia klasy II Tc Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych nr 9 w Łodzi (opiekun: mgr inż. Grzegorz Łakomski),
- praca *Gimbal* zrealizowana przez Bartłomieja Muchę i Wojciecha Talara, uczniów klasy II Tc Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych nr 9 w Łodzi (opiekun: mgr inż. Grzegorz Łakomski);

III miejsce

- praca zrealizowana przez Przemysława Drubkowskiego i Mateusza Staniszewskiego, uczniów klasy ITEM Zespołu Szkół Samochodowych w Łodzi (opiekun: mgr inż. Marek Kucyk-Urbański).

kategoria Profesjonaliści

I miejsce (ex-aequo)

- praca *Mini obrabiarka CNC* zrealizowana przez Mateusza Pięknego, ucznia klasy IV Tc Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych nr 9 w Łodzi (opiekun: mgr inż. Grzegorz Łakomski),
- praca *Cewka Tesli* zrealizowana przez Adama Adamiaka, ucznia klasy IV Tm Zespołu Szkół Samochodowych w Łodzi (opiekun: mgr inż. Marek Kucyk-Urbański);

II miejsce (ex-aequo)

- praca *Grające napędy FDD* zrealizowana przez Łukasza Fiksa, ucznia klasy III Te Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych nr 10 w Łodzi (opiekun: mgr inż. Tomasz Kąkolewski),
- praca *Elektryczny quad* zrealizowana przez Konrada Mozera, ucznia klasy III Tm Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych nr 10 w Łodzi (opiekun: mgr inż. Tomasz Kąkolewski);

III miejsce (ex-aequo):

- praca *Dron klasy 250* zrealizowana przez Kacpra Klepacza i Mateusza Forysia, uczniów klasy III Tc Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych nr 9 w Łodzi (opiekun: mgr inż. Grzegorz Łakomski),
- praca *Anioł Stróż* zrealizowana przez Dariusza Witka vel Witkowskiego, ucznia klasy IV Tm Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych nr 10 w Łodzi (opiekun: mgr inż. Jarosław Świtalski).

Wyróżnienie

- praca *Mobilny system oświetlenia* zrealizowana przez Krzesimira Lewińskiego, ucznia klasy IV Tc Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych nr 9 w Łodzi (opiekun: mgr inż. Grzegorz Łakomski).

Gratulujemy wszystkim laureatom i uczestnikom konkursu ciekawych pomysłów na prace modelowo-konstrukcyjne oraz wysokiego poziomu technicznego i sposobu prezentacji wykonanych przez siebie prac. Dziękujemy opiekunom za zmobilizowanie i przygotowanie uczniów do udziału w naszym konkursie.

„Szkolna Liga Mechatroniki” w roku szkolnym 2016/2017

Wyniki konkursu zawodowego są następujące:

kategoria Etap pisemny

I miejsce zajął

- Marek Jędraszczyk, uczeń szkoły ZSP10 w Łodzi;

II miejsce zajął

- Mateusz Kruś uczeń szkoły ZSP2 w Kolużkach;

III miejsce zajął

- Adam Adamiak uczeń szkoły ZSS w Łodzi.

kategoria Etap praktyczny

I miejsce zajęli ex aequo uczniowie:

- Igor Koszek i Konrad Mozer ze szkoły ZSP 10 w Łodzi,
- Bartłomiej Karkowski i Radosław Marciniak ze szkoły ZSTI w Łodzi;

II miejsce zajęli uczniowie:

- Adam Adamiak i Szymon Niedomagała uczniowie szkoły ZSS w Łodzi;

III miejsce zajęli uczniowie:

- Mateusz Kruś i Damian Strzyż uczniowie szkoły ZSP2 w Kolużkach.

VIII Konkurs „Szkolna Liga Elektryki”

10 marca 2017 roku w Łódzkim Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego odbył się finał VIII Konkursu Szkolna Liga Elektryki. Został on zorganizowany przez ŁCDNiKP we współpracy ze szkołami zawodowymi pod patronatem Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

Konkurs skierowany był do uczniów szkół ponadgimnazjalnych o profilu elektrycznym, elektronicznym lub pokrewnym z Łodzi i województwa łódzkiego. Celem konkursu jest podniesienie poziomu kształcenia zawodowego, zainspirowanie uczniów do pogłębienia wiedzy i umiejętności zawodowych osiągniętych na drodze formalnej i pozaformalnej, rozwijanie zainteresowań technicznych uczniów związanych z obszarem elektryczno-elektronicznym, umożliwienie uczniom zaprezentowania wiedzy i umiejętności zawodowych z zakresu elektrotechniki.

Finał konkursu przebiegał w dwóch etapach. W etapie pierwszym uczestnicy indywidualnie rozwiązywali test, który obejmował zadania z różnych działów elektrotechniki. Drugi etap polegał na zaprojektowaniu układu sterowania przekaźnikowego działającego zgodnie z zadanym opisem pracy, doborze niezbędnych elementów, wykonaniu montażu mechanicznego i elektrycznego układu oraz zaprezentowaniu pracy układu.

W finale brały udział czteroosobowe zespoły reprezentujące następujące szkoły:

- Zespół Szkół im. Jadwigi Grodzkiej w Łęczycy, nauczyciel prowadzący Magdalena Klukowska,
- Zespół Szkół nr 2 im. prof. J. Groszkowskiego w Pabianicach, nauczyciel prowadzący Zdzisław Karpiński,
- Zespół Szkół Samochodowych w Łodzi, nauczyciel prowadzący Jerzy Kaczmarek,
- Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 9 im. Komisji Edukacji Narodowej w Łodzi, nauczyciel prowadzący Urszula Rutkowska,
- Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 10 im. Jana Szczepanika w Łodzi, nauczyciel prowadzący Ryszard Zankowski,
- Zespół Szkół Techniczno-Informatycznych im. Jana Nowaka-Jeziorańskiego w Łodzi, nauczyciel prowadzący Małgorzata Zielińska,
- Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 22 w Łodzi, nauczyciel prowadzący Elżbieta Węgrzyn.

W konkursie przewidziano konkurencje indywidualną i zespołową. W konkurencji indywidualnej:

1. Zgodnie z regulaminem konkursu tytuł laureata otrzymują uczestnicy, którzy zajęli pierwsze, drugie i trzecie miejsce. Laureaci otrzymali dyplomy i nagrody rzeczowe.

2. Tytuł finalisty konkursu otrzymują uczestnicy, którzy zajęli miejsca od czwartego do dziesiątego. Finaliści otrzymują dyplomy.
3. Uczestnicy, którzy zajęli miejsca od 11 do 28 otrzymują dyplomy uczestnictwa w finale konkursu.

W konkurencji zespołowej: wszystkie szkoły biorące udział w finale otrzymują dyplomy.

W łącznej klasyfikacji zespołowej **pierwsze miejsce** zajął Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych nr 9 w Łodzi, który reprezentowali: Jakub Palmowski, Mateusz Stanisławski, Karol Jurczyk i Jakub Wesoly. Zespół zdobył łącznie 213 punktów, w tym aż 143 punkty w części testowej. Gratulujemy uczniom i opiekunowi zespołu Urszuli Rutkowskiej.

Drugie miejsce zajął Zespół Szkół Samochodowych w Łodzi w składzie: Szymon Niedomagała, Adam Adamiak, Maciej Waszczyk i Kamil Żaczek. Warto podkreślić, że w etapie praktycznym uczniowie „Samochodówki” byli bezkonkurencyjni, uruchamiając zaprojektowany i zmontowany przez siebie układ najszybciej ze wszystkich drużyn. Wyrazy uznania dla uczniów i opiekuna – Jerzego Kaczmarskiego.

Trzecie miejsce zajął Zespół Szkół Techniczno-Informatycznych z Łodzi. Drużynę w składzie: Małgorzata Tarasiewicz, Radosław Marciniak, Radosław Niewiadomski, Piotr Chłapiński przygotowała do konkursu Małgorzata Zielińska. Jest to jedyny zespół, w którym znalazła się przedstawicielka dziewcząt, która wyśmienicie radziła sobie zarówno w części testowej, jak i praktycznej. Komisja konkursowa była pod wrażeniem szybkich decyzji Małgosi i wprawy w operowaniu narzędziami i miernikami podczas montażu. Gratulacje dla całej drużyny i opiekuna.

W klasyfikacji indywidualnej, w której brane są pod uwagę wyniki uzyskane w teście, **najlepszy okazał się Jakub Palmowski** z Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych nr 9 im. Komisji Edukacji Narodowej w Łodzi, którego opiekunem merytorycznym była Urszula Rutkowska. Jakub zdobył 48 punktów na 50 możliwych do zdobycia, bijąc rekord poprawnych odpowiedzi w całej historii konkursu. Wielkie gratulacje dla Jakuba i dla Urszuli Rutkowskiej, pod kierunkiem której przygotowawali się do konkursu uczniowie ZSP nr 9 w Łodzi.

Miejsce drugie zdobył **Szymon Niedomagała** z Zespołu Szkół Samochodowych w Łodzi, nauczyciel prowadzący Jerzy Kaczmarski.

Miejsce trzecie zajął **Adam Kowalczyk** z Zespołu Szkół im. Jadwigi Grodzkiej w Łęczycy, którego opiekunem była Magdalena Klukowska.

Wyróżnienia uzyskała **Małgorzata Tarasiewicz** z Zespołu Szkół Techniczno-Informatycznych w Łodzi.

Uczestnicy finału VIII konkursu „Szkolna Liga Elektryki”, zaprezentowali wysoki poziom wiedzy z dziedziny elektrotechniki oraz umiejętności projektowania i montażu układów sterowania przekaźnikowego. Gratulujemy wszystkim uczestnikom, którzy godnie reprezentowali swoje szkoły na tak trudnym konkursie, wymagającym wysokich kompetencji zawodowych oraz umiejętności pracy w zespole.

Dyrektorom szkół dziękujemy za stworzenie warunków uczniom i nauczycielom do udziału w „Szkolnej Lidze Elektryki”. Nauczycielom życzymy dalszych sukcesów w rozwijaniu uczniowskich talentów technicznych, dziękujemy za zaangażowanie i otwartość na współpracę.



Podczas Podsumowania konkursów zawodowych nagrody wręczyli fundatorzy i jednocześnie patroni honorowi konkursu: Władysław Szymczyk oraz Henryka Szumigaj (na zdjęciu powyżej).

Foto: Anna Gnatkowska

III Konkurs Twórczości Technicznej „Mistrz Techniki To Ja”

Janusz Moos – dyrektor ŁCDNiKP

D. Andrzejczak, A Gnatkowska, G. Adamiec – nauczyciele konsultanci, Pracownia Edukacji Zawodowej ŁCDNiKP

W dniu 30 marca 2017 roku odbył się finał III Konkursu Twórczości Technicznej „Mistrz Techniki To Ja”, którego organizatorem było Łódzkie Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego. Wydanie objęte zostało patronatem wojewody łódzkiego Zbigniewa Rau,

marszałka województwa łódzkiego Witolda Stępnia, prezydenta Łodzi Hanny Zdanowskiej, łódzkiego kuratora oświaty Grzegorza Wierchowskiego, Instytutu Inżynierii Materiałowej Politechniki Łódzkiej, Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich oraz pracujących dla edukacji firm Mechatronik Artur Grochowski i Festo. Opiekę medialną sprawowało Radio Łódź.

Do konkursu przystąpiło 89 uczniów ze szkół podstawowych, gimnazjów i szkół ponadgimnazjalnych województwa łódzkiego. Przedstawili oni 24 prace. Prace konkursowe były innowacyjne w sensie technicznym, a przy tym użyteczne i estetycznie wykonane. Uczestnicy zaprezentowali między innymi kosz na śmieci zrobiony z dużego pojemnika na wodę,

pudełko na biżuterię skonstruowane z patyczków laryngologicznych, podajnik na draże wykonany z kartonu. Najbardziej skomplikowane, zaawansowane technicznie konstrukcje przedstawili jurorom i publiczności uczniowie szkół ponadgimnazjalnych, którzy byli autorami nowatorskich przyrządów przydatnych na przykład w geodezji czy w diagnostyce samochodowej. Spośród 30 finalistów wyłoniono laureatów.

MISTRZ TECHNIKI TO JA

niezapomniany twórczy czas :)



atrakcyjne nagrody!

KONKURS TWÓRCZOŚCI TECHNICZNEJ DLA DZIECI I MŁODZIEŻY



Łódzkie Centrum Doskonalenia Nauczycieli
i Kształcenia Praktycznego

Szczegóły na stronie
www.ooidkz.wckp.lodz.pl
Eliminacje szkolne do 17 marca!
Eliminacje wojewódzkie i FINAŁ KONKURSU w ŁCDNiKP

Kontakt do organizatorów konkursu:
Donata Andrzejczak – donata.a@wp.pl
Anna Gnatkowska – 502 122 492

PATRONAT:



Zwycięzcami konkursu, czyli **MISTRZAMI TECHNIKI**, zostali:

- w kategorii szkoły podstawowe: **Dominik Kosterna** z Zespołu Szkół w Osiedlu Niewiadów; **Maciej Woszczyk** ze Szkoły Podstawowej nr 162 w Łodzi; **Michał Rosowski** ze Szkoły Podstawowej w Ksawerowie;
- w kategorii gimnazja: **Mikołaj Stasiak** z Zespołu Szkół w Aleksandrowie Łódzkim; **Jan Korbel** z Zespołu Szkół w Osiedlu Niewiadów; **Oskar Walika** z Gimnazjum nr 3 z Oddziałami Integracyjnymi im. Adama Mickiewicza w Zgierzu;
- w kategorii szkoły ponadgimnazjalne: **Kuba Różycki**, **Jerzy Serafin**, **Damian Dzikowicz**, **Szymon Niedomagala** z Zespołu Szkół Samochodowych w Łodzi; **Karol Stefaniak**, **Marcin Pompa**, **Kacper Wojtunik**, **Artur Szymański** z Zespołu Szkół Samochodowych w Łodzi; **Marta Stasiak** z Zespołu Szkół Poligraficznych w Łodzi „Poligrafik”.

Niezależnie od Komisji Konkursowej, swoją nagrodę przyznała publiczność, którą w tym roku stanowiła grupa przedszkolaków z Przedszkola Miejskiego nr 84 w Łodzi. Dzieci wybrały następujące prace:

- **kosz** – praca **Mikołaja Dudy** ze Szkoły Podstawowej nr 10 im. Wł. Broniewskiego w Łodzi;
- **stolik kawowy z lampką** – praca Barbary **Nadolskiej** ze Szkoły Podstawowej nr 172 w Łodzi;
- **podajnik do draży** – praca **Kamila Koperka** ze Szkoły Podstawowej w Petrykozach.



Istotnym elementem finału jest sesja *Hot Work*, podczas której powstają nowe projekty, jako efekt pracy zespołowej twórców – finalistów konkursu. W sesji *Hot Work* Komisja Konkursowa nagrodziła wspólny projekt uczniów: **Marty Stasiak**, **Mikołaja Dudy**, **Oskara Waliki** i **Jana Korbel**.

Konkurs został rozstrzygnięty, mamy jednak nadzieję, że szkoły, które w nim uczestniczyły, pozostaną na dłużej inkubatorami postaw twórczych. Bo przecież przed nami kolejna edycja i za rok poszukamy nowych mistrzów!

Cieszymy się, iż ten ważny dla rozwoju talentów technicznych dzieci i młodzieży konkurs zyskał patronat honorowy OŁ SEP. Oddział Łódzki SEP podczas zmagani konkursowych reprezentowała Henryka Szumigaj – wiceprezes ds. młodzieży.



Laureaci konkursu „Mistrz Techniki To Ja” 2017

Informację o patronacie honorowym przekazano uczestnikom w trakcie wystąpienia otwierającego finał Konkursu Twórczości Technicznej „Mistrz Techniki To Ja”, umieszczono ją na plakacie promującym wydarzenie oraz w informacjach pokazanych na stronach internetowych (<http://ooidkz.wckp.lodz.pl/content/znale%C5%BAla%C5%9Bmy-mistrz%C3%B3w-techniki>). oraz <http://ooidkz.wckp.lodz.pl/content/iii-konkurs-tw%C3%B3rczo%C5%9Bci-technicznej-%E2%80%93-mistrz-techniki-ja>).

Rozstrzygnięcie Konkursu na najlepszą pracę dyplomową inżynierską na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ

Do tradycyjnego konkursu na najlepszą pracę dyplomową inżynierską w roku akademickim 2016/2017, organizowanego przez Zarząd Oddziału Łódzkiego SEP i Wydział Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki Politechniki Łódzkiej zgłoszono 15 prac dyplomowych, ocenionych przez Komisję Konkursową w składzie: dr hab. inż. Andrzej Kanicki (przewodniczący), dr hab. inż. Szymon Grabowski prof. nadzw., dr hab. inż. Ryszard Pawlak prof. nadzw., dr hab. inż. Franciszek Wójcik, dr hab. inż. Maciej Sibiński, dr inż. Witold Marańda, dr inż. Krzysztof Tomalczyk,

dr inż. Tomasz Sobieraj wraz z przedstawicielem Koła Zakładowego SEP przy PŁ – dr inż. Jerzym Powierzą. Przy ocenie prac komisja brała pod uwagę: nowoczesność tematyki, użyteczność uzyskanych wyników badań, pracochłonność, poprawność językową, stronę graficzną oraz deklarowaną i wykorzystaną w czasie wykonywania pracy literaturę polską i obcojęzyczną.

Po przeprowadzonej analizie i dyskusji Komisja ustaliła podany w tabeli podział nagród.



Wręczenie dyplomów i nagród odbyło się w dniu 6 czerwca 2017 r., podczas jubileuszu 20-lecia Biuletynu Techniczno-Informacyjnego Oddziału Łódzkiego SEP. Laureaci trzech pierwszych miejsc mieli możliwość zaprezentować swoich prac zgromadzonym uczestnikom uroczystości.

W dalszej części Biuletynu zamieszczamy streszczenia prac laureatów trzech pierwszych miejsc oraz osób wyróżnionych.

Na podstawie protokołu Komisji Konkursowej

(AG)

Foto: archiwum Oddziału Łódzkiego SEP

Rodzaj nagrody	Autor	Tytuł	Promotor	Instytut lub Katedra
I nagroda	Michał Harciarek	<i>Projekt i sterowanie robota czteroosobowego</i>	dr hab. inż. Grzegorz Granosik, prof. nadzw.	Instytut Mechatroniki i Systemów Informatycznych
II nagroda	Aneta Andrzejewska	<i>Projekt portalu internetowego do przesyłania i wizualizacji trójwymiarowych obrazów biomedycznych w formacie NIFTI</i>	prof. dr hab. inż. Andrzej Materka, dr inż. Marek Kociński	Instytut Elektroniki
III nagroda	Michał Muszyński	<i>Zastosowanie kontrolera PLC do sterowania procesem nakładania fosforu na jarzniki halogenowe</i>	dr inż. Tomasz Sobieraj	Instytut Automatyki
1 wyróżnienie	Damian Wroński	<i>Układ sterowania napędami łazika marsjańskiego</i>	dr hab. inż. Grzegorz Granosik, prof. nadzw.	Instytut Automatyki
2 wyróżnienie	Agnieszka Węgierska	<i>Budowa modułu mapy off-line dla wybranych konkursów robotów mobilnych</i>	dr hab. inż. Grzegorz Granosik, prof. nadzw., mgr inż. Kacper Andrzejczak	Instytut Automatyki
3 wyróżnienie	Piotr Zasiński	<i>Numeryczne wyznaczanie szkieletu obiektu binarnego 3D</i>	prof. dr hab. inż. Andrzej Materka, dr inż. Marek Kociński	Instytut Elektroniki

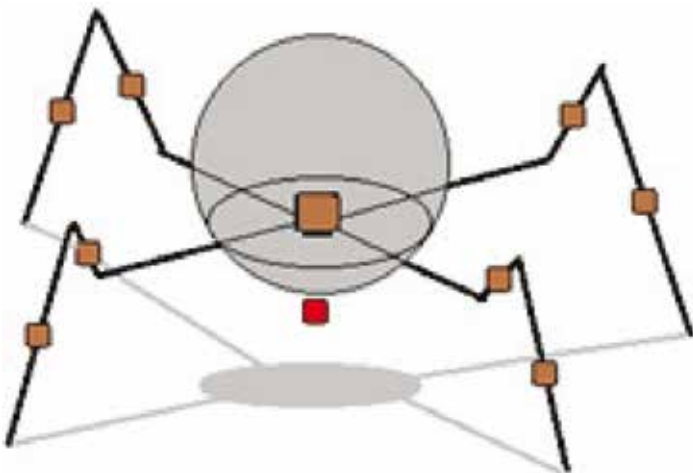
Projekt i sterowanie robota czteronożnego

Michał Harciarek

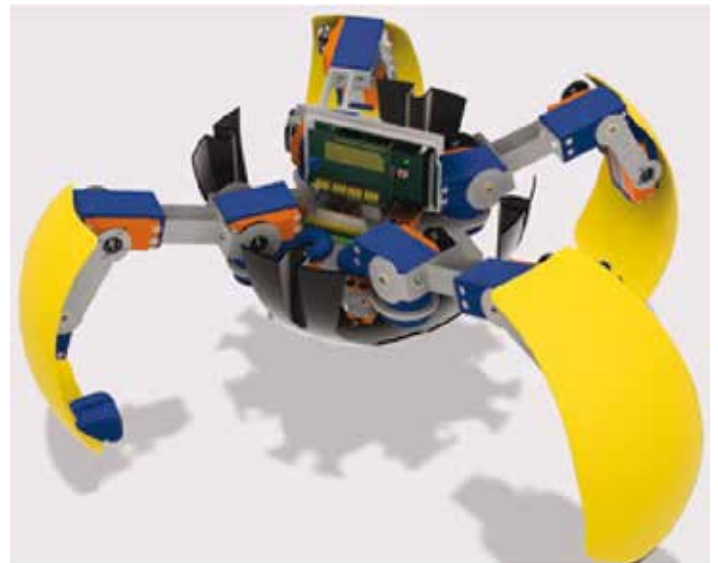


Praca przedstawia proces projektowania, budowy i sterowania czteronożnego robota kroczącego, którego kinematyka umożliwia chodzenie oraz toczenie się w pewnych warunkach. Toczenie się robota realizowane jest dzięki sile grawitacji. Wynika to z faktu, że roboty kroczące nie są maszynami szybkimi oraz ich sterowanie wymaga skomplikowanego algorytmu sterowania, gdy podłoże nie jest płaskie. Sferyczna obudowa upraszcza znacznie algorytm sterowania w sytuacji, gdy robot znajduje się na wzniesieniu i musi z niego zejść lub, jak w tym przypadku, stoczyć się na dół.

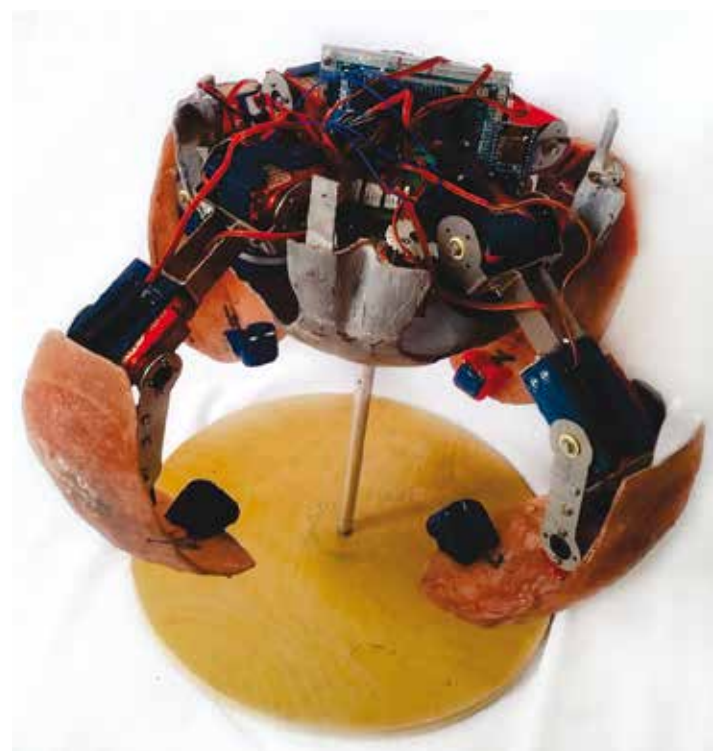
Celem projektu było stworzenie robota eksploracyjnego, który ma możliwość stabilnego statycznie chodu oraz toczenia się. W tym celu zaprojektowana została specjalna sferyczna obudowa, do której robot może się w całości schować. Rozmieszczenie elementów wewnątrz obudowy zostało tak zaprojektowane, aby w trakcie uderzeń przy toczeniu się po dowolnej powierzchni nie doszło do uszkodzenia elektroniki oraz mechaniki wewnątrz robota. Obudowa posiada odpowiednią wytrzymałość mechaniczną, wykonana została z włókna szklanego w fazie prototypowej. W przyszłości planowane jest wykonanie obudowy z włókna węglowego, dzięki temu będzie ona wytrzymalsza oraz lżejsza.



Wykonanie projektu rozpoczęło się od modelu 3D w programie Autodesk Fusion 360, gdzie zasymulowane zostały podstawowe ruchy robota. Dzięki tym podstawowym symulacjom można było sprawdzić, czy nigdzie nie występują kolizje między elementami mechanicznymi.



Po wykonaniu symulacji i przeprojektowaniu niektórych elementów nadszedł etap wykonania projektu w formie fizycznej. Część elementów została zlecona do wykonania firmom zewnętrznym, a część została wykonana ręcznie we własnym zakresie.



Dla stworzonej konstrukcji opisano kinematykę odwrotną nogi oraz specjalny algorytm ruchu, umożliwiający stabilny statycznie chód periodyczny i chowanie się do wnętrza kuli. Konstrukcja zaprojektowana została w taki sposób, aby w przyszłości można było ją łatwo rozwijać i modyfikować. Technologie wykorzystane w tworzeniu projektu to między innymi druk 3D, cięcie wodą i frezowanie.

Robot sterowany jest bezprzewodowo za pomocą aplikacji napisanej na platformę Android, komunikującej się za pomocą sieci Wi-Fi. Dzięki wykorzystaniu sieci Wi-Fi oraz platform z systemem Android, do sterowania robota wystarcza zwykły tablet lub smartfon. Praca zawiera opis i algorytm prototypu aplikacji mobilnej.

Projekt portalu internetowego do przesyłania i wizualizacji trójwymiarowych obrazów biomedycznych w formacie NIfTI

Aneta Andrzejewska

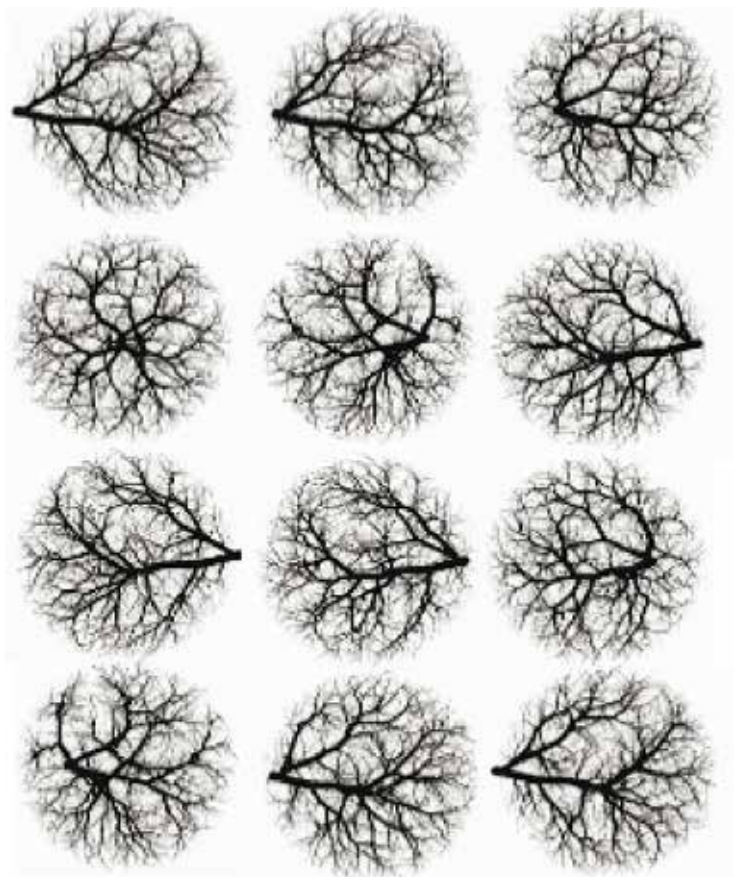


Motywacja

W świecie nowoczesnej medycyny kładziony jest coraz większy nacisk na rozwój trójwymiarowych metod diagnostycznych, jednakże nie zwraca się uwagi na problem udostępniania plików 3D, w szczególności osobom, które zostały poddane badaniom generującym takie pliki. Nawet jeśli przeciętny pacjent otrzymałby obraz 3D będący wynikiem badań, nie byłby w stanie go obejrzeć w żaden sposób, w szczególności bez potrzeby instalowania specjalistycznego oprogramowania.

W związku z powyższym, głównym celem dysertacji inżynierskiej było przedstawienie propozycji udostępniania obrazów medycznych 3D w prosty oraz intuicyjny sposób, nie wymagający posiadania żadnego podłoża informatycznego. Efektem pracy jest portal internetowy umożliwiający transfer, pobieranie oraz wizualizację plików 3D. Jest on dostępny pod adresem: <http://eletel.p.lodz.pl/studenci/aandrzejewska/www>.

Portal został stworzony wraz z systemem zarządzania treścią (ang. *Content Management System*), aby umożliwić zarządzanie plikami wyłącznie poprzez panel administracyjny, bez konieczności ręcznego modyfikowania bazy danych lub transferu plików na serwer. Obrazy będące przedmiotem pracy reprezentowały tętnicze oraz żyłne mózgowo systemy naczyń krwionośnych, powstałe dzięki technice Angiografii Rezonansu Magnetycznego, jednakże zasada działania byłaby taka sama również dla innych obrazów. Głównym założeniem pracy było udostępnianie plików w formacie NIfTI, aczkolwiek formaty DICOM, VTK i STL zostały w niej również uwzględnione.



Rys. 1. Przykładowe klatki MIP

Portal został napisany w językach PHP (strona serwera) oraz JavaScript (strona klienta) w oparciu o framework Yii2.

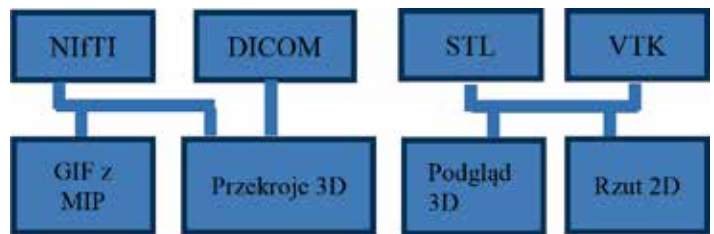
Metodologia

W celu zarządzania bazą plików został stworzony panel administracyjny dostępny tylko dla osób uprawnionych. Poprzez ten panel istnieje możliwość zaimportowania plików 3D, uzupełnienia danych o nich oraz wygenerowania podglądu 2D. Pliki mogą zostać odpowiednio skategoryzowane, aby ułatwić wyszukiwanie ich przez gościa strony. W zależności od formatu pliku istnieją różne sposoby wizualizacji zawartości (rys. 1.). Dla każdego pliku NifTI zostaje stworzony GIF ułatwiający ocenę zawartości obrazu. Z takiego pliku zostaje automatycznie wyekstraktowana część reprezentująca binarne dane naczyń krwionośnych w formie BLOB (ang. *Binary Large Object*). Dane te zostają przekonwertowane do trójwymiarowej macierzy, która jest iteracyjnie obracana co 10° . Przy każdym obrocie zostaje stworzony rzut maksymalnej jasności (ang. *MIP – Maximal Intensity Projection*) w celu zapisania go do tablicy dwuwymiarowej. Po procesie normalizacji z tej tablicy zostaje stworzony obraz 2D, który służy jako klatka do stworzenia pliku GIF (rys. 2.).

Przy danych reprezentujących geometrie powierzchniowe (pliki VTK i STL) została zaimplementowana opcja ręcznego wybrania rzutu, który ma służyć jako plik podglądu 2D. Jest to możliwe przy edycji konkretnego obrazu.

Po wejściu na stronę użytkownik ma możliwość wyszukania oraz obejrzenia plików medycznych w formie listy. Lista ta składa się z podstawowych danych o pliku takich jak: tytuł, rozmiar, data utworzenia, krótki opis oraz z podglądu 2D. Dzięki stworzonym podglądom gość strony może od razu na liście plików zobaczyć zawartość obrazów 3D,

bez potrzeby przechodzenia do strony szczegółowej każdego pliku. Przy każdym takim pliku znajduje się przycisk przekierowujący do tej strony, na której ukazana jest większa ilość treści wraz z przeglądarką obrazów 3D lub przeglądarką przekrojów. Dodatkowo przy plikach NifTI zostają



Rys. 2. Sposoby wizualizacji obrazów

ukazane informacje wyekstraktowane z nagłówka. Niektóre pliki dostępne są tylko dla zarejestrowanych użytkowników. Dodatkowo pliki, które zainteresują odwiedzających stronę mogą zostać przez nich ściągnięte. Co więcej, portal został dostosowany dla osób niepełnosprawnych, w szczególności z zaburzeniami wzroku w zgodzie ze standardem WCAG 2.0 dotyczącym dostępności serwisów internetowych.

Wnioski

Podsumowując, w ramach pracy inżynierskiej powstał portal internetowy pozwalający na transfer, wizualizację oraz pobranie plików biomedycznych 3D zarówno w formie binarnej (NifTI, DICOM), jak i wektorowej przedstawiającej geometrie powierzchniowe (STL, VTK). Portale tego typu znacząco ułatwiłyby udostępnianie wyników badań 3D zarówno w celach naukowych, jak i diagnostycznych.

Zastosowanie kontrolera PLC do sterowania procesem nakładania fosforu na jarzniki halogenowe

Michał Muszyński



Na przestrzeni ostatnich lat można zaobserwować ogromny rozwój technologii produkcji. Wysoki stopień zautomatyzowania linii produkcyjnych znacząco odmienił charakter wykonywanej pracy. Automatyzacja procesów nie tylko zwiększa produktywność, ale również pozwala unikać monotoności oraz pracy w warunkach szkodliwych lub niebezpiecznych. Inżynierowie w wielu zakładach przemysłowych

coraz większą wagę przykładają do bezpieczeństwa i higieny pracy, dbając o zdrowie pracownika i inwestując w automatyzację, a tym samym podnosząc ilość i jakość produktu. Pracownik znużony jednostajnością działań może częściej popełniać błędy niż maszyna.

W ramach poszczególnych zakładów tworzone są komórki pracujące nad projektami, wykonywaniem i wdrażaniem nowych, polskich, innowacyjnych rozwiązań. Przykładem takiej działalności może być urządzenie wykonane w ramach inżynierskiej pracy dyplomowej. Zadanie, które zostało zrealizowane z pełnym sukcesem przez dyplomanta, polegało na zaprojektowaniu i oprogramowaniu maszyny nakładającej fosfor na jarzniki halogenowe. Algorytm sterowania został zaimplementowany na sterowniku PLC SIEMENS S7216. Praca była wykonana w firmie Lumileds Poland S.A. w Pabianicach.

Celem projektu było znalezienie takiego rozwiązania, które pozwoliłoby wyręczyć ludzi w wykonywaniu czynności w warunkach szkodliwych i niebezpiecznych oraz zwiększyć wydajność produkcji, przy jednoczesnym uniknięciu tworzenia zapasów magazynowych. W przypadku dotychczasowej wydajności, produkcję należało planować z wyprzedzeniem, dokonać fosforowania, a następnie odstawić półprodukt z powrotem do magazynu, gdzie czekał na dalszy etap produkcji. Po zwiększeniu wydajności cyklu fosforowania oba procesy produkcyjne mogłyby odbywać się równolegle.

Proces technologiczny

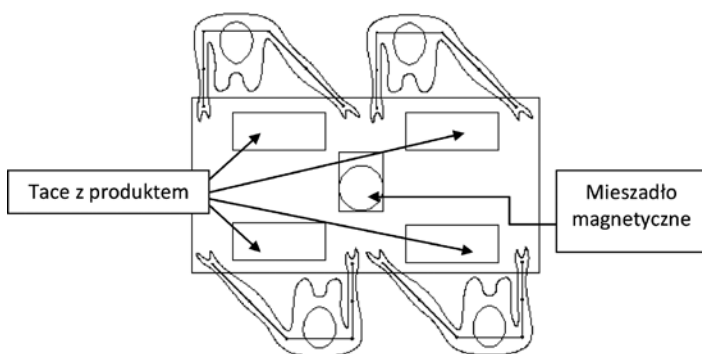
Proces montażu standardowej lampy halogenowej, przedstawionej na rysunku rys. 1., składa się z następujących etapów:

- osadzenie jarznika w reflektorze,
- nałożenie masy wiążącej (kitu),
- ustawienie parametrów lampy (światłości i kąta rozsyłu),
- wygrzanie lampy (utwardzenie kitu),
- nałożenie silikonu na obrzeże reflektora,
- nałożenie szybki czołowej.



Rys. 1. Standardowa lampa halogenowa – gotowy produkt

W wyniku przeprowadzonych testów okazało się, że w przypadku lamp o mocy większej niż 45 W, temperatura jarznika przekracza 350 °C, a to z kolei prowadzi do szybszego utleniania się zatopionych w szkle elektrod, rozszczelnienia się jarznika, spadku ciśnienia wewnątrz i jego przedwczesnego zużycia. Sposobem zapobiegania temu procesowi jest fosforowanie połączenia metal-szkło. Wystarczy umieścić kroplę zawiesiny fosforu w miejscu połączenia elektrod i szkła, co skutecznie zabezpiecza przed rozszczelnieniem.

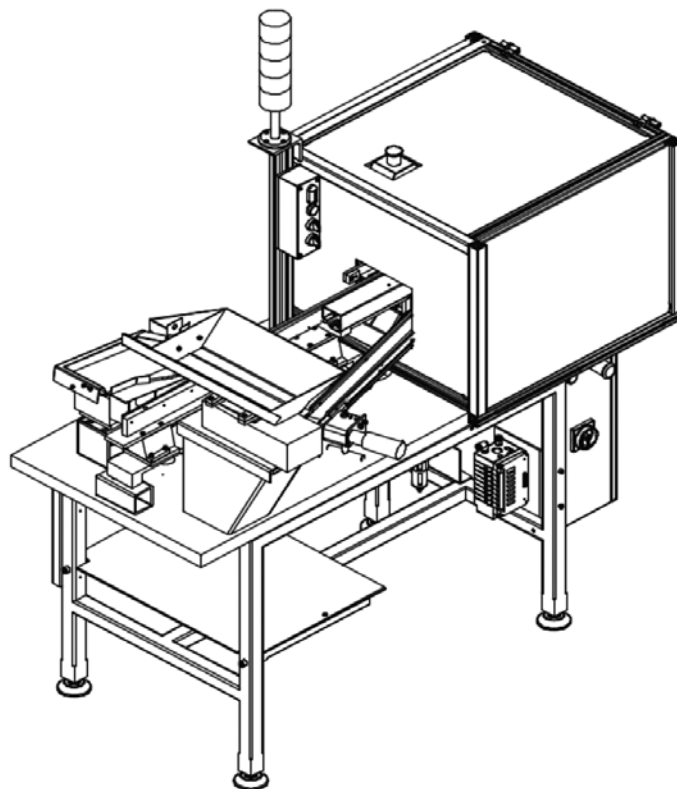


Rys. 2. Ręczny proces fosforowania

Nowe rozwiązanie

Nowe rozwiązanie, realizowane w ramach pracy dyplomowej, ma za zadanie zautomatyzować proces fosforowania poprzez budowę dedy-

kowanej do tego zadania maszyny – rys. 3. Rola człowieka ma ograniczyć się do dokładania i odbierania produktu.



Rys. 3. Maszyna do automatyzacji procesu fosforowania

Uwagi końcowe i wnioski

Cel pracy udało się w pełni osiągnąć. Po określeniu wymaganej liczby elementów wykonawczych, czujników, elementów HMI, został dobrany sterownik PLC z odpowiednimi zasobami. Szafa sterownicza, która fabrycznie posiada jedynie płytę montażową, została wyposażona w odpowiednie listwy montażowe oraz kanały grzebieniowe. Po wykonaniu instalacji mechanicznej i elektrycznej został napisany odpowiedni program na sterownik PLC w języku drabinkowym.

Podczas uruchamiania maszyny okazało się, że proces suszenia nie przebiega równomiernie dla wszystkich jarzników. W związku z tym na etapie testowania został dołożony system dogrzewający, który zapewnia nadmuch ciepłego powietrza wyrównujący proces suszenia. Dodatkowo w celu całkowitego wyeliminowania oparów, zamontowano osłonę na całą maszynę, która następnie została podłączona do wyciągu wentylacyjnego. Po zakończeniu testów, a przed dopuszczeniem do pracy, maszyna po pozytywnej opinii specjalnej komisji uzyskała deklarację zgodności CE.

Podczas ręcznego fosforowania jedna osoba była w stanie powtórzyć cykl dla 10 jarzników w ciągu minuty, czyli 600 elementów w ciągu godziny. Ponieważ stanowisko było czteroosobowe, w ciągu godziny fosforowano ok. 2400 sztuk produktu. Nowa maszyna fosforuje ok. 4000 sztuk na godzinę. W rezultacie wydajność wzrosła o około 70%. Biorąc pod uwagę to, że maszynę obsługuje jedna osoba, produktywność wzrosła z 600 szt./(osobę · godzinę) do 4000 szt./(osobę · godzinę), czyli ponad sześciokrotnie. Jarzniki w sposób ciągły mogą być fosforowane podczas produkcji lamp, ponieważ wydajność procesu fosforowania jest obecnie większa od wydajności maszyny produkującej lampy i nie ma potrzeby magazynowania produktu pomiędzy tymi stanowiskami.

Układ sterowania napędami łazika marsjańskiego

Damian Wroński

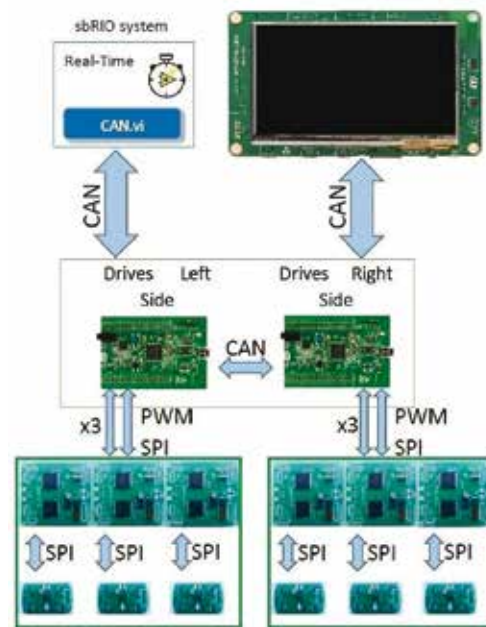


Przedmiotem pracy dyplomowej było rozwiązanie problemu sterowania napędem oraz diagnostyki łazika marsjańskiego zbudowanego przez drużynę Raptors, działającą w ramach Studenckiego Koła Naukowego Robotyki SKaNeR. W materiale zostały przytoczone aspekty dotyczące zaprojektowanych komponentów mechanicznych, układów mocy oraz elektronicznych. Oprogramowanie odpowiedzialne za funkcjonowanie całego procesu regulacji zostało podzielone na warstwę niskiego oraz wysokiego poziomu. Podział na warstwy wynika z użytych zasobów lub działania w strefie czysto sprzętowej. W warstwie niskiego poziomu występuje bezpośredni kontakt z użytymi zewnętrznymi układami elektronicznymi oraz działanie na rejestrach mikrokontrolera, zaś warstwa oprogramowania wysokiego poziomu kładzie nacisk na użycie gotowych oraz sprawdzonych sterowników, bez większej ingerencji w strefie sprzętowej. W materiale zostały opisane metody pozyskiwania danych potrzebnych w procesie regulacji, implementację algorytmu układu regulacji prędkości obrotowej kół, a także narzędzia potrzebne do stworzenia aplikacji stanowiącej interfejs graficzny urządzenia przeprowadzającego konfigurację regulatorów oraz diagnostykę składowych układu regulacji. Jednym z postawionych celów stworzonego systemu było ułatwienie obsługi układu napędowego robota. Efekt ten uzyskano dzięki użyciu dobrze znanych obiektów graficznych często spotykanych w systemach takich jak *Linux* czy *Windows*. Dużym atutem wypracowanego rozwiązania jest modułowość i możliwość zastosowania w innych urządzeniach mobilnych przemieszczających się z użyciem silników elektrycznych prądu stałego oraz możliwość dalszego rozwoju platformy o dodatkowe aplikacje.

Przedstawiona architektura systemu sterującego napędem elektrycznym została wykorzystana dla silników szczotkowych prądu stałego. Ideą opracowanego systemu jest działanie poszczególnych modułów w rozproszeniu, połączonych magistralą CAN. Zastosowanie interfejsu CAN zapewnia dużą odporność na zakłócenia i niezawodny przepływ informacji. Rozwiązanie to wyrosło z potrzeb przemysłu samochodowego, ma szerokie zastosowanie w pojazdach mechanicznych, dlatego to właśnie ten rodzaj komunikacji został wykorzystany w łaziku Raptors. Rozproszony system daje możliwość łatwej rozbudowy o dodatkowe urządzenia, węzły włączone w sieć mogą korzystać z nadanej informacji w tym samym czasie, zaś właściwość tej architektury powodują, że system jest postrzegany przez użytkownika jako całość, nie zważając na poszczególne składowe.

W układzie napędowym łazika marsjańskiego każde z sześciu kół jest niezależne i posiada własny, zamknięty układ regulacji. W mikrokontrolerze STM32F4 została zaimplementowana dyskretna postać regulatora

proporcjonalno-całkującego ze strukturą równoległą, w którym zostały dodane dwie modyfikacje dotyczące limitu maksymalnego prądu zadanego oraz układu „anti-windup”. Aby układ automatycznej regulacji działał prawidłowo, wygodnym podejściem jest identyfikacja obiektu sterowanego. Wyznaczenie transmitancji obiektu zostało przeprowadzone dla dwóch przypadków. W pierwszym przypadku założono, że transmitancja



objektu jest II-go rzędu, zaś drugi przypadek przedstawiał sytuację, gdzie obiekt jest opisany transmitancją III-go rzędu. Dobór nastaw dla regulatorów również został przeprowadzony dwiema metodami. W pierwszej metodzie posłużono się wbudowaną w środowisko MatLAB aplikacją *System Identification Tool*, druga metoda opierała się o zastosowanie metody *Zieglera-Nicholsa*.

Podstawowym założeniem przy tworzeniu aplikacji była prostota obsługi oraz intuicyjność samego modułu. Aplikacja ma spełniać rolę diagnostyczną oraz konfiguracyjną dla modułów odpowiedzialnych za sterownie i zarządzanie pracą silników. Do stworzenia graficznego interfejsu wykorzystana została platforma rozwojowa STM32F746G-DISCO. Aplikacja systemu sterowania została stworzona przy użyciu systemu



czasu rzeczywistego freeRTOS, biblioteki graficznej emWin oraz biblioteki FatFs, która obsługuje systemy plików typu FAT.

Podsumowując, w dokumencie stanowiącym pracę dyplomową przeprowadzono dość szczegółową analizę opracowanego oprogramowania oraz algorytmów automatycznej regulacji. Zawarto opis narzędzi użytych do stworzenia graficznego interfejsu oraz metodę

przetwarzania danych przesyłanych między modułami w rozproszonej sieci CAN. Dwa rozdziały dokumentu zostały poświęcone na testy dla opracowanego systemu. W jednym opisane są procesy syntezy modeli dla obiektu identyfikowanego oraz strojenie regulatorów. W kolejnym sprawdzana jest poprawność działania aplikacji graficznej.

Budowa modułu mapy off-line dla wybranych konkursów robotów mobilnych

Agnieszka Węgierska

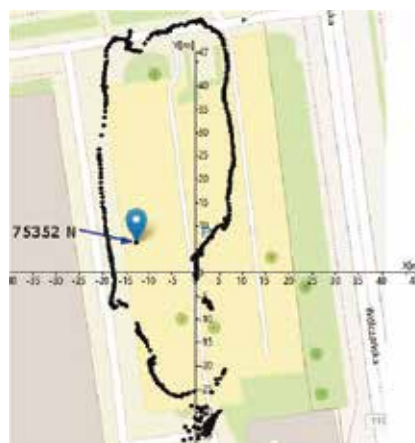


Celem niniejszej pracy jest wykorzystanie mapy terenu do lokalizacji i nawigacji robotów mobilnych. Aplikacja lokalizująca robota na mapie terenu została stworzona w środowisku LabVIEW.

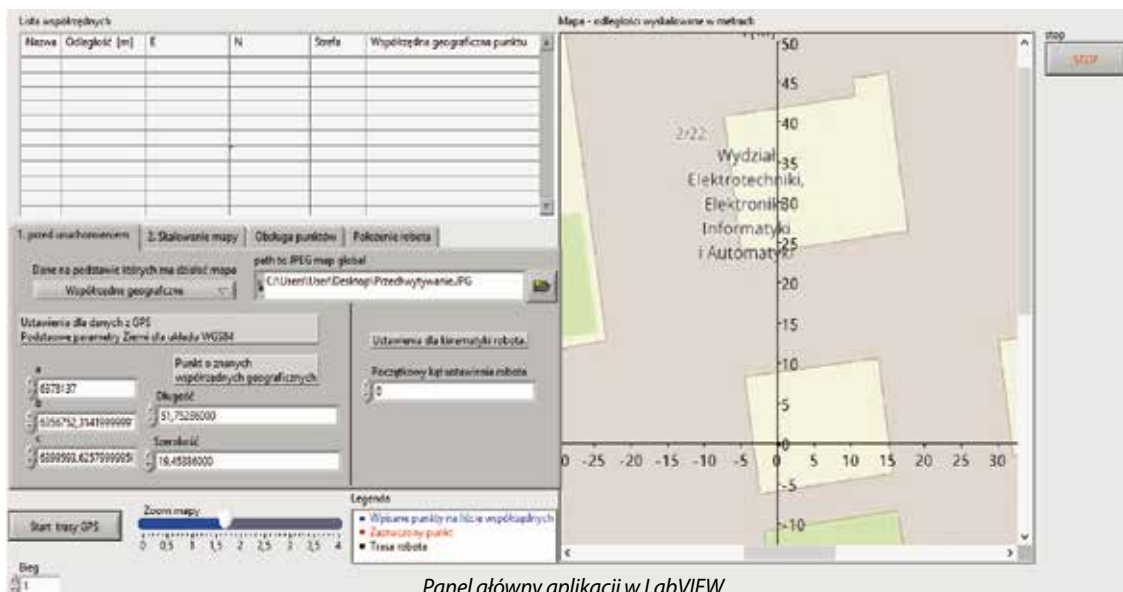
W pracy zaprezentowane zostały funkcje poszczególnych układów robota typu *skid-steering*. Do testów aplikacji wykorzystano gotową konstrukcję *NI Starter Kit 1.0*, na której przetestowano działanie aplikacji. Opisana została konfiguracja *sbRIO-9631* i odbiornika GPS.

Ponadto zostały zobrazowane względne i bezwzględne sposoby lokalizacji robotów mobilnych. Praca zawiera opis nawigacji satelitarnej, błędów wpływających na dokładność wyznaczania pozycji oraz najpopularniejsze systemy lokalizacji takie jak: GPS, GLONASS, Galileo. Pełna

funkcjonalność systemu Galileo planowana jest w 2020 roku, a jego główną zaletą ma być dostępność sygnału w tunelach.



Trasa robota – tryb współrzędnych



Panel główny aplikacji w LabVIEW

Zademonstrowany został algorytm konwersji współrzędnych geograficznych do pozycjonowania UTM, w którym podawana jest strefa oraz współrzędne położenia w metrach. Odległości pomiędzy dwoma punktami w tej samej strefie obliczamy tak jak dla punktów w układzie kartezjańskim.

Stworzona aplikacja może działać w trybie kinematyki oraz współrzędnych geograficznych. Dla trybu kinematyki do narysowania trasy robota wykorzystuje się nawigację zliczeniową, a dla trybu współrzędnych sygnał z odbiornika GPS. Szczegółowe działanie i funkcje aplikacji zostały omówione w pracy.

Lokalizacja robota na mapie terenu pozwala operatorowi lepiej zaplanować trasę, aby dotrzeć do zadanego punktu i ominąć duże przeszkody terenowe, np. budynki, rzeki. Dodatkowo aplikacja umożliwia przetestowanie precyzji odbieranych danych z odbiornika GPS.

Zaproponowana aplikacja, pomimo zakończenia pracy inżynierskiej, jest dalej rozwijana i zostanie zmodyfikowana o kinematykę odwrotną odpowiedniego robota. W konsekwencji będzie on autonomicznie dojeżdżał i zatrzymywał się we wskazanych punktach. Planowane jest zastosowanie aplikacji w łaziku marsjańskim grupy Raptors podczas zawodów *University Rover Challenge 2017*.

Numeryczne wyznaczanie szkieletu obiektu binarnego 3D

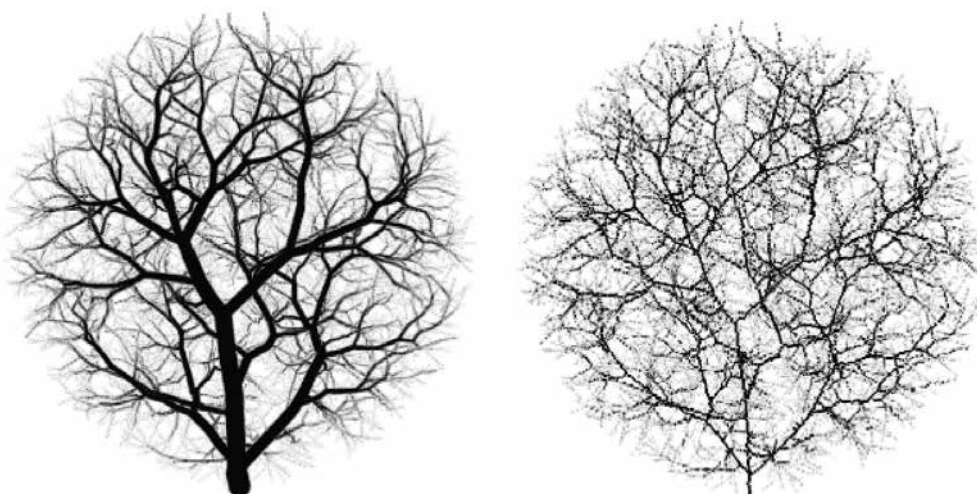
Piotr Zasiński



Szkielet obiektu bywa definiowany jako zbiór punktów należących do obiektu, równoodległych do co najmniej dwóch brzegów tego obiektu. Ścisłe przestrzeganie takiej definicji jest jednak uciążliwe obliczeniowo i mało istotne z punktu widzenia praktycznych zastosowań. Z tego powodu, rozważając operację szkieletyzacji, często porzuca się matematyczną precyzję, godząc się na pewne przybliżenia. Od przybliżonego szkieletu oczekuje się zachowania topologii oryginalnego obiektu oraz dobrej reprezentacji jego kształtu. Szkielet ów powinien oczywiście wciąż być położony jak najbliżej środka pierwotnego obiektu. W przypadku obrazów 3D napotkamy głównie dwa typy takich przybliżonych szkieletów: szkielet stanowiący środkową oś obiektu, składający się z krzywych oraz szkielet stanowiący środkową powierzchnię obiektu, na który składają się powierzchnie o grubości jednego woksela (podstawowego elementu cyfrowego obrazu 3D). Omawiana praca skupia się na szkielecie jako osi środkowej.

Szkieletyzacja ma liczne zastosowania. Choć rzadko bywa celem samym w sobie, stanowi użyteczne

narzędzie pozwalające na uproszczenie opisu matematycznego danego obiektu. Może to potencjalnie znacznie ułatwić zadania takie jak rozpoznawanie kształtów, czy tworzenie modeli komputerowych. Mimo obfitości rozwiązań i dobrego opisu szkieletyzacji dla przypadków 2D, wyodrębnienie szkieletu z obiektu 3D może wciąż stanowić problem. Autorowi pracy udało się odnaleźć jedynie trzy dostępne otwarcie implementacje algorytmu szkieletyzacji dla obrazów 3D. W każdej z nich można dostrzec nieprawidłowości objawiające się w błędnych wynikach dla pewnych szczególnych przypadków. Celem pracy była więc analiza algorytmu szkieletyzacji oraz jego wdrożenie w postaci aplikacji konsolowej napisanej w języku C++, w sposób który umożliwi uzyskiwanie rzetelnych wyników. Dodatkową motywacją do podjęcia tematu były prowadzone w Instytucie Elektroniki Politechniki Łódzkiej badania dotyczące modelowania naczyń krwionośnych w mózgu, na potrzeby których wykorzystywana była operacja szkieletyzacji.



Po lewej stronie przykładowy obiekt – syntetyczne drzewo naczyń krwionośnych, po prawej – szkielet uzyskany stworzoną aplikacją

U podstaw pracy leży algorytm opracowany przez zespół Lee, Kashyap i Chu (LKC). Został on wybrany jako punkt wyjścia ze względu na dużą popularność oraz wykorzystanie we wszystkich dostępnych otwarcie implementacjach. W pracy przybliżone zostają podstawowe pojęcia z dziedziny przetwarzania obrazów cyfrowych. Przeanalizowane zostaje pojęcie charakterystyki Eulera wraz ze sposobami wydajnego jej wyznaczania. Charakterystyka Eulera jest dalej, zgodnie z podejściem LKC, wykorzystywana do sprawdzania niezmienności topologii obiektu. Oprócz charakterystyki Eulera, dla pełnego homeomorfizmu szkieletyzacji, sprawdzana jest również stałość liczby obiektów w całym badanym obrazie. Dla osiągnięcia zamierzonego efektu niezbędne jest również dodatkowe warunkowanie geometrii szkieletu. Autor przygląda się rozwiązaniu stosowanemu przez LKC, zauważa jednak pewne wady takiego

podejścia. Możliwe modyfikacje są badane i komentowane. Ostatecznie zaimplementowany zostaje autorski warunek kształtujący geometrię szkieletu, szerzej opisany w pracy. W ramach pracy autor zwraca uwagę na złożoność obliczeniową badanego zagadnienia, na możliwość wykorzystania własności lokalnych obrazu do badania zmian własności globalnych oraz proponuje częściowo współbieżną implementację algorytmu.

Wyniki uzyskiwane stworzoną aplikacją są porównane z wynikami uzyskiwanymi przez dostępne implementacje. Autor podkreśla błędy dostrzeżone w istniejących implementacjach widoczne poprzez niezachowanie topologii obiektów lub znaczne zniekształcenie geometrii. Stworzone narzędzie jest wolne od takich problemów. Dodatkowo w zestawieniu widać dokładniejsze oddawanie długości szkieletu po zastosowaniu zmodyfikowanego warunku geometrycznego.

Pierwszy taki konkurs

Jacek Kuczkowski – prezes Koło SEP przy Veolia Energia Łódź SA

Zarząd Koła SEP przy Veolia Energia Łódź S.A. ogłosił konkurs poświęcony historii i bieżącym wydarzeniom związanym z naszym Kołem. Długoletnia tradycja Koła – wszak początki jego sięgają początków Stowarzyszenia – stanowiła podstawę do przygotowania pytań.

Inicjatorem, autorem pytań i osobą, która dokonała rozstrzygnięcia konkursu był kol. Janusz Jabłoński. Niektóre odpowiedzi mogły sugerować treść pytań, ale inne wymagały sięgnięcia do materiałów historycznych. Przypomnę więc pytania:

1. W jakim mieście odbył się pierwszy założycielski Zjazd SEP?
2. Czy Łódź była wśród założycieli SEP?
3. Od którego roku używamy obecnej nazwy Stowarzyszenie Elektryków Polskich?
4. Kto był ostatnim prezesem SEP w Łodzi przed wojną?
5. Kto był pierwszym prezesem SEP w Łodzi po drugiej wojnie światowej?
6. Ilu pracowników naszego zakładu od 1945 do chwili obecnej było Pprezesami OŁ SEP?
7. Ilu członków liczy nasze Koło (z dokładnością do 10 członków)?
8. Czy Veolia Energia Łódź SA jest członkiem wspierającym OŁ SEP?
9. Czy trzeba być członkiem SEP, aby otrzymać Honorową Odznakę SEP?

10. Czy mandat na Zjazd jest ważny na:

- a) czas Zjazdu,
- b) na okres kadencji?

Rozstrzygnięcie konkursu i wręczenie nagród ufundowanych przez Prezydium Zarządu Oddziału Łódzkiego SEP odbyło się podczas pikniku z okazji Międzynarodowego Dnia Elektryka w dniu 9 czerwca 2017 r. Oto lista laureatów:

- I miejsce – Dariusz Góraj,
II miejsce – Andrzej Gawrysiak,
III miejsce – Krzysztof Dzieciatkowski.

Składam podziękowanie kol. Januszowi Jabłońskiemu za pomysł i trudy realizacji.

Czy będzie ponowienie konkursu za rok? A w latach następnych?

P.S. Prawidłowe odpowiedzi w numerze.



Szkolenie firmy SONEŁ dla członków Studenckiego Koła SEP

Mateusz Ostrycharz
Studenckie Koło SEP im. prof. M. Jabłońskiego

Zgodnie z obietnicą złożoną rok wcześniej (numer 3/2016 Biuletynu), Studenckie Koło SEP im. prof. M. Jabłońskiego we współpracy z firmą Sonel SA zorganizowało w dniach 24–25 maja 2017 roku kolejną edycję szkolenia „Pomiary instalacji”. Firma Sonel ze Świdnicy (z polskim kapitałem), założona w 1994 roku, jest światowym potentatem w produkcji mierników wszelkich parametrów instalacji elektrycznych. Warsztaty dla studentów Politechniki Łódzkiej poprowadził mgr inż. Eligiusz Skrzynecki, główny specjalista ds. szkoleń. W szkoleniu wzięło udział 45 uczestników, w tym roku wśród szkolonych osób byli także studenci Wydziału Mechanicznego.



Podczas szkolenia najpierw odbyło się niezbędne wprowadzenie teoretyczne do tematu pomiarów instalacji elektrycznych. Przypomniano takie tematy jak układy sieci czy przypadki uszkodzeń odbiorników i ich skutki. Kolejną poruszoną kwestią był zakres pomiarów, częstotliwość ich wykonywania i przepisy dotyczące przyrządów pomiarowych.



Dalsza część warsztatów została poświęcona wielofunkcyjnemu miernikowi parametrów instalacji elektrycznych typu MPI530. Uczestnicy szkolenia przy użyciu tego miernika i tablicy demonstracyjnej typu DB-1,



w której zamodelowano instalację elektryczną domu jednorodzinnego, przeprowadzili szereg pomiarów. Studenci zostali podzieleni na grupy dwuosobowe, by każdy mógł zapoznać się z miernikiem i zasadami pomiarów, otrzymali także przewodnik po normach i inne materiały szkoleniowe. W trakcie warsztatów omówiono i przeprowadzono pomiary:

- ciągłości przewodów,
- impedancji pętli zwarcia,
- wyłączników różnicowoprądowych,
- rezystancji uziemień,
- rezystywności gruntu,
- rezystancji izolacji,
- pomiary jakości energii elektrycznej (moc, prąd, napięcie, współczynnik mocy, współczynnik THD, zawartość harmonicznych),
- test kolejności faz.



Warto wspomnieć o doświadczeniu przeprowadzonym w trakcie warsztatów. Uczestnicy szkolenia sprawdzili działanie wyłącznika różnicowoprądowego typu AC i B na prądy o różnym charakterze (sinusoidalnie zmienne, pulsujące, ze składową stałą, prąd stały). Wyniki testu

(zadziałanie popularnego wyłącznika typu AC tylko na prąd sinusoidalnie zmienny) skłoniły uczestników do refleksji nad stosowaniem wyłącznika RCD typu AC w instalacjach z dużą ilością odbiorów z zasilaczami impulsowymi i podobnymi.

Warto również podkreślić profesjonalizm prowadzącego, który chętnie dzielił się wiedzą na temat pomiarów, a przytoczone anegdoty czy wspomnienia z poprzednich szkoleń oraz praktyki zawodowej

zainteresowały słuchaczy. Charyzmatyczność prowadzącego i sposób prowadzenia szkolenia sprawiły, że studenci byli pełni zaangażowania.

Studenckie Koło SEP im. prof. M. Jabłońskiego przy Politechnice Łódzkiej zamierza w przyszłym roku zorganizować kolejną, czwartą już edycję szkolenia. Opinie uczestników trzeciej edycji pozwalają sądzić, że takie szkolenia są potrzebne, a sami studenci są zainteresowani poszerzeniem swojej wiedzy.

Profesjonalna instalacja fotowoltaiczna w Wojewódzkim Specjalistycznym Szpitalu im. dr Wł. Biegańskiego Łodzi

Jan Wawrzko – prezes

Henryk Małasiński – członek

Koło Terenowe Nr 1 przy OŁ SEP

Pacjenci oraz odwiedzający szpital im. dr Wł. Biegańskiego w Łodzi przy ul. Kniaziewicz 1/5 przeważnie nie zwracają uwagi na wyposażenie na dachach budynków szpitalnych. W istotny sposób jednak zwraca uwagę obudowa wieży dawnej kotłowni, a obecnie ciepłowni szpitalnej. Elewacja budynku jest obudowana od wysokości około 8 m modułami fotowoltaicznymi.

Obiekt ten wzbudził nasze zainteresowanie od strony zawodowej, co przyczyniło się do zorganizowania przez Koło Terenowe Nr 1 Oddziału Łódzkiego SEP spotkania z dyrekcją i przedstawicielami Działu Technicznego szpitala, celem zapoznania członków koła z wybudowaną instalacją fotowoltaiczną. Motywacją do zainteresowania służb szpitala instalacją fotowoltaiczną był fakt systematycznego wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną przez urządzenia medyczne. Rysujące się możliwości dofinansowania przewidziane dla tego typu inwestycji przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska dla wspierania odnawialnych źródeł energii, zdecydowały o podjęciu prac projektowych. Prace projektowe podjęto w 2007 roku i kontynuowano do roku 2016. Początkowo zastosowano dostępne wówczas moduły typu GIT100Grip120Wp. Instalacja pracowała na zasobniki energii (baterie akumulatorów) w trybie pracy: dzień – ładowanie, noc – rozładowanie. Ten system pracy eksploatacyjnie nie sprawdził się.

W związku z tym w ramach drugiego etapu inwestycji dokonano korekty systemu współpracy generatora fotowoltaicznego z siecią zakładową, zasilaną z energetyki zawodowej. Energię uzyskaną z OZE wykorzystano na bieżące potrzeby energetyczne szpitala. Akumulatory wykorzystano natomiast jako zasobniki energii między innymi dla serwerowni, Oddziału Intensywnej Opieki Medycznej i UPS-ów zasilających urządzenia medyczne grupy 1 niezawodności. W tym etapie uzupełniająco zastosowano moduły typu „JAK 6” o mocy szczytowej $P_{mpp} = 260$ Wp. Łącznie w szpitalu zainstalowano prawie 2000 paneli fotowoltaicznych na dziewięciu budynkach. Zasadniczym elementem inwestycji, ujętym

w drugim etapie, stanowiła przebudowa rozdziału energii na poszczególnych obiektach oraz wprowadzenie systemu monitorowania i zdalnego sterowania rozdziału energii. Centrum monitoringu umieszczono w pomieszczeniach wieży obecnej ciepłowni. System monitorowania obejmuje moc chwilową i energię wyprodukowaną oraz moc chwilową z poszczególnych łańcuchów ogniwi. Rozdział energii jest kontrolowany przez układ analizująco-przełącznikowy za pomocą tzw. strażników mocy. Zapotrzebowanie mocy szczytowej dla szpitala w powszedni dzień wynosi około 500 kW, a w soboty i w niedziele około 270 kW. W słoneczne, letnie niedziele zapotrzebowanie na moc elektryczną szpitala jest zbliżone do teoretycznej mocy maksymalnej systemu fotowoltaicznego. Obciążenie jest kontrolowane, a produkcja z OZE optymalizowana.

Nie rozważano na obecnym etapie przeprowadzenia analizy ekonomiczności zastosowanego rozwiązania w szerszej perspektywie czasowej, gdyż jest to trudno porównywalne ze względu na znaczny postęp technologiczny w tej dziedzinie. Koszty inwestycyjne, w przeliczeniu na 1 kW mocy zainstalowanej generatora fotowoltaicznego, sukcesywnie spadają. Jednym z głównych elementów dających dużą satysfakcję jest fakt, że wraz z zainstalowaniem fotowoltaiki nastąpiła modernizacja zakładowej sieci rozdziału energii wraz z systemem monitoringu. Oczywiście, wykorzystanie energii fotowoltaicznej jest uzależnione od warunków atmosferycznych, jednak w skali roku uzyskane efekty są znaczące. Po zakończeniu prelekcji prowadzonej przez kierownictwo Działu Technicznego Szpitala, w ramach dyskusji wystąpił kolega mgr inż. Paweł Mokrosiński – projektant instalacji, który udzielił szczegółowych informacji dotyczących takich problemów jak:

- ochrony odgromowej paneli fotowoltaicznych,
- zabezpieczenia paneli przed skutkami zacinienia,
- zabezpieczeń od porażen elektrycznych w przypadku prac konserwacyjnych oraz sytuacji awaryjnych, z zastosowaniem wyłączników pożarowych i zwarciovych.

Po prelekcji uczestnicy spotkania w liczbie 17 osób z Koła Terenowego Nr 1 Oddziału Łódzkiego SEP oraz kilku uczniów ze Zgierskiego Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych wraz z nauczycielką-opiekunką, zapoznali się z rozdzielnicami dla urządzeń fotowoltaicznych, zlokalizowanych w pomieszczeniach ciepłowni. Mieliśmy możliwość zapoznania się z realnymi rozwiązaniami z wykorzystaniem OZE i zaprezentowanymi efektami energetycznymi.

PIKNIK Z OKAZJI MIĘDZYNARODOWEGO DNIA ELEKTRYKA
9 CZERWCA 2017 R.



Odpowiedzi:

1. Warszawa
2. Tak
3. 1928 r.
4. Czesław Dąbrowski
5. Czesław Dąbrowski
6. 5 (Czesław Dąbrowski, Zdzisław Korkuć, Lech Grzelak, Andrzej Boróń, Władysław Szymczyk)
7. 97
8. Jest
9. Nie
10. Na okres kadencji



110 lat

ENERGETYKI W ŁODZI

1907 - 2017

Elektrownia EC1 fot. W. Jekimenko - z archiwum Veolii

Elektrociepłownia EC4

www.energiadlalodzi.pl