



BIULETYN

TECHNICZNO-INFORMACYJNY

Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Nr 2/2026 (110)

ISSN 2082-7377

Czerwiec 2026



W TYM
WYDANIU
BIULETYNU



Szanowni Państwo, Czytelnicy Biuletynu

Nie, nie, proszę się nie martwić, nie będę wyskakiwał w każdym numerze ze słowem wstępnym – po prostu okazja jest szczególna.

Jury 50. edycji Konkursu im. prof. Mieczysława Pożaryskiego wyłoniło najlepsze prace opublikowane w czasopismach SEP w roku 2025. Werdykt został przyjęty przez Zarząd Główny SEP na posiedzeniu w dniu 20 maja 2026 r. Całkowicie oficjalnie mogę zatem podać, że artykuł „O potrzebie magazynowania energii elektrycznej w systemach elektroenergetycznych” autorstwa profesora Andrzeja Dębowskiego, opublikowany w „Biuletynie Techniczno-Informacyjnym Oddziału Łódzkiego SEP”, nr 3/2025, zdobył II nagrodę.



Szanowny Panie Profesorze, serdecznie gratuluję tej nagrody. Dziękuję również, że zdecydował się Pan Profesor na publikację nagrodzonej pracy w naszym, łódzkim biuletynie.

Mam nadzieję, że Państwo już zapoznali się z tym artykułem, a jeśli nie, proszę szybko to nadrobić – naprawdę warto. Piękna polszczyzna, klarowne formułowanie myśli i przede wszystkim dużo ważnych i ciekawych informacji. Zachęcam również do lektury bieżącego numeru biuletynu, czy to w wersji papierowej, czy też elektronicznej.

Życzę, w imieniu Komitetu Redakcyjnego, satysfakcjonującą lekturę.

Tomasz Piotrowski



BIULETYN TECHNICZNO-INFORMACYJNY OŁ SEP

Wydawca:

**Zarząd
Oddziału Łódzkiego
Stowarzyszenia
Elektryków Polskich**

90-644 Łódź

ul. Żeligowskiego 43a/4

tel. 42-632-90-39, 42-630-94-74

Konto:

Santander Bank Polska SA VI O/Łódź

nr 21 1500 1038 1210 3005 3357 0000

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

Komitet Redakcyjny:

prof. dr hab. inż. Piotr Borkowski

mgr inż. Andrzej Boroń

dr hab. inż. Andrzej Dębowski, prof. UTP

mgr Anna Grabiszewska – sekretarz

mgr inż. Jacek Kuczkowski

dr inż. Michał Małaczek

dr hab. inż. Tomasz Piotrowski

– przewodniczący

dr hab. inż. Roman Sikora

mgr inż. Jakub Staniewski

dr inż. Artur Szczęsny

dr hab. inż. Przemysław Tabaka

dr inż. Józef Wiśniewski

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

Wszystkie artykuły naukowe publikowane w Biuletynie są recenzowane przez członków Komitetu Redakcyjnego.

Redakcja:

Łódź, ul. Żeligowskiego 43a/4

tel. 42-632-90-39, 42-630-94-74

Skład: Alter

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

Druk: Semper Sp. z o.o.

tel. 42-648-45-00

Nakład: 250 egz.

ISSN 2082-7377

**Biuletyn w wersji elektronicznej
dostępny jest na stronie
www.seplodz.pl**

- **Oszacowanie śladu węglowego powstałego podczas produkcji i eksploatacji transformatora energetycznego**
T. Piotrowski, D. Markowska 2
- **Przełączniki nadzorcze w energetyce odnawialnej i elektromobilności**
J. Komecki 7
- **Wpływ zastosowania alternatywnych cieczy izolacyjnych na rozkład pola elektrycznego w transformatorze**
J. Malinowski, M. Pawlik 9
- **Stabilizacja układu lewitacji magnetycznej (maglev) metodą sprzężenia zwrotnego od zmiennych stanu**
M. Pawlik, J. Malinowski 13
- **Urszula Kupis (1937 – 2026)**
Cz. Maślanka 16
- **Andrzej Kubiak (1947 – 2026)**
J. Jabłoński 17
- **XLI Walny Zjazd Delegatów Stowarzyszenia Elektryków Polskich, Wrocław, 2026**
A. Boroń 18
- **Oddział Łódzki SEP wspiera młode talenty techniczne**
B. Kapruziak 20
- **Spotkanie Centralnego Kolegium Sekcji Trakcji Elektrycznej Stowarzyszenia Elektryków Polskich**
J. Gałęski 24
- **Ogólnopolska Konferencja Naukowa Młodych Inżynierów, Rzeszów, 26 – 28 lutego 2026 r.**
G. Lubas 26
- **Jubileuszowa konferencja YES!2026 na Politechnice Gdańskiej**
G. Lubas 28

**Zapraszamy do korzystania
z usług Oddziału Łódzkiego SEP
oraz
Ośrodka Rzeczoznawstwa.**

Szczegóły na IV okładce.

Oszacowanie śladu węglowego powstałego podczas produkcji i eksploatacji transformatora energetycznego

dr hab. inż. Tomasz Piotrowski
Instytut Elektroenergetyki, WEEIA, Politechnika Łódzka
dr inż. Dorota Markowska
Katedra Inżynierii Bezpieczeństwa Pracy, WIPOŚ,
Politechnika Łódzka

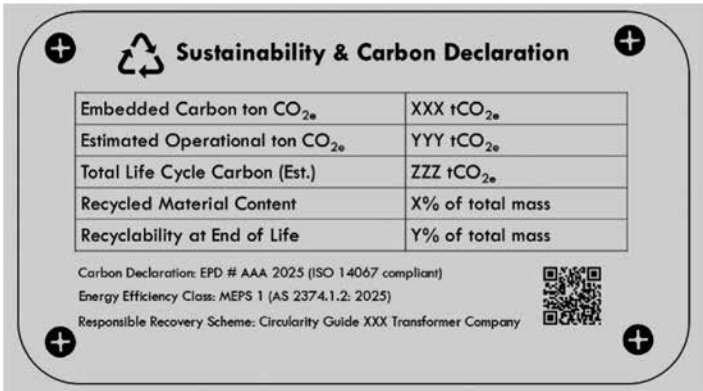
Wstęp

W 2015 roku podczas 21. Konferencji ONZ w sprawie zmian klimatu zostało podpisane tzw. Porozumienie paryskie, w którym 195 państw zgodziło się na obniżenie emisji gazów cieplarnianych (GC) w celu ograniczenie globalnego ocieplenia docelowo do 1,5 °C względem epoki przedprzemysłowej. Na terenie UE zawarte porozumienie znajduje odzwierciedlenie we wdrażaniu Europejskiego Zielonego Ładu (*European Green Deal*) i dążeniu do osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 roku.

W [1] wskazano, że sektor energetyczny odpowiedzialny jest za ponad 40% globalnych emisji gazów cieplarnianych, a znacząca część tej emisji związana jest z wytwarzaniem i dystrybucją energii elektrycznej.

Jednymi z kluczowych urządzeń biorących udział w procesie dystrybucji energii elektrycznej są transformatory energetyczne, więc warto zapoznać się ze sposobem szacowania emisji GC z nimi związanej oraz dowiedzieć się, jakie podczas obliczeń przyjmowane są uproszczenia i jak wpływają na uzyskiwane wyniki. Obliczanie śladu węglowego dla danego produktu obejmuje cały cykl jego życia – od kołyski do grobu (ang. *from cradle to grave*). Umożliwia to ocenę, w których etapach życia emisja GC jest największa i pozwala racjonalnie podejmować przedsięwzięcia mogące tę emisję ograniczyć. W artykule zostanie to pokazane w odniesieniu do transformatora. Rosnąca świadomość ekologiczna powoduje, że producenci transformatorów – których jeszcze nie zobowiązuje do tego prawo – opracowują dokument zwany Deklaracją środowiskową produktu (ang. *Environmental Product Declaration*, w skrócie EPD) [2], a w [3] proponuje się umieszczanie na transformatorze tabliczki z danymi na temat emisji GC (rys. 1.), więc lektura artykułu może być pomocna w zrozumieniu, interpretacji i ocenie podawanych tam informacji.

Na rys. 1. i w jego podpisie pojawiło się pojęcie ekwiwalentu dwutlenku węgla, które z jednej strony umożliwia porównywanie potencjału powodowania efektu cieplarnianego przez różne gazy cieplarniane, z drugiej zaś strony pozwala na konsolidację wpływu różnych gazów cieplarnianych w jedną wartość. Zakładając, że z jakimś produktem (działalnością) zwią-



Rys. 1. Propozycja tabliczki zawierającej informację o emisji ekwiwalentu dwutlenku węgla (CO_{2e}) podczas produkcji, eksploatacji i całego życia transformatora wraz z informacją, jaka część materiałów konstrukcyjnych pochodziła z recyklingu i jaka część może zostać poddana recyklingowi [3]

zana jest emisja kilku gazów cieplarnianych, to ekwiwalent dwutlenku węgla dla tego produktu (działalności) można wyznaczyć z zależności:

$$CO_2e = \sum_i m_i \cdot GWP_i \tag{1}$$

gdzie:

m_i – masa i-tego gazu w kg lub jednostkach pochodnych,
 GWP_i – współczynnik globalnego ocieplenia (ang. *Global Warming Potential*) i-tego gazu; wartość GWP jest podawana dla określonego przedziału czasu (zazwyczaj 100 lat) i przykładowo dla CO₂ $GWP = 1$, a dla CH₄ $GWP = 29,8$.

W publikacji [4] autorzy podali, że do „zagadnień ekologicznych związanych z budową i eksploatacją transformatorów należy zaliczyć: straty mocy, ochronę gruntów, ochronę zwierząt i ludzi, hałas i wibracje”. Występowanie strat mocy wymaga wyprodukowania dodatkowej ilości energii w celu ich pokrycia, a to z kolei przekłada się na zanieczyszczenie środowiska wynikające ze spalania paliw kopalnych, których udział w krajowym miksie energetycznym jest nadal dominujący.

Chociaż, co zresztą znajduje potwierdzenie w artykule, straty mocy (reprezentujące okres eksploatacji transformatora) są dominującym czynnikiem związanym z emisją zanieczyszczeń do środowiska w postaci gazów cieplarnianych, to jednak proces produkcji, dostarczenie transformatora do miejsca zainstalowania i wreszcie utylizacja po zakończeniu eksploatacji również mają w tym swój udział i powinny zostać uwzględnione w obliczeniach całkowitej emisji CO_{2e}.

Metodyka obliczeń

Przeprowadzenie obliczeń śladu węglowego, czyli emisji CO_{2e} jest pozornie zadaniem łatwym. Odbyna się ono w kilku krokach:

- zidentyfikowanie aktywności powodujących emisję CO₂e, np. wyprodukowanie 5 ton blachy, transport 5 ton blachy na dystansie 100 km (czyli transport 500 tkm – tonokilometrów blachy),
- przypisanie każdej zidentyfikowanej aktywności jednostkowego współczynnika emisji (EF),
- obliczenia emisji CO₂e (CF) związanej z każdą zidentyfikowaną aktywnością wg zależności:

$$CF = \text{aktywność [jednostka]} \cdot EF [\text{tCO}_2 \text{e/jednostka}] \quad (2)$$

- obliczenie emisji całkowitej CO₂e, jako sumy emisji cząstkowych (CF).

Największa trudność związana jest z pozyskaniem kompletnych danych na temat każdej zidentyfikowanej aktywności i określenie wiarygodnych wartości współczynników emisji. Więcej informacji na ten temat zostanie podanych w kolejnym punkcie artykułu.

Dane i założenia do obliczeń

Obliczenia śladu węglowego zostały przeprowadzone dla transformatora energetycznego wyprodukowanego w Polsce w 2023 roku. Wybrane dane techniczne podano w tabeli 1.

Tabela 1. Wybrane dane analizowanego transformatora

Parametr	Jednostka	Wartość
Moc	MVA	25
Napięcie	kV	115/16,5
Straty jałowe	kW	10,5
Straty obciążeniowe	kW	125
Chłodzenie	–	ON-AN
Typ cieczy dielektrycznej	–	olej mineralny
Masa całkowita	t	49
Podobieżniowy przełącznik zacze- pów	–	tak
Zakładany czas eksploatacji	lata	40

Producent transformatora dostarczył albo informacji o materiałach konstrukcyjnych i ich masie, albo o gotowych elementach wraz z podaną ich ilością (np. 3 sztuki przepustów GN, 1 podoobciążeniowy przełącznik zacze-
pów). Na tej podstawie sporządzone zostało zestawienie podstawowych materiałów konstrukcyjnych wykorzystanych do budowy transformatora, przedstawione w tabeli 2.

Tabela 2. Zestawienie materiałów konstrukcyjnych

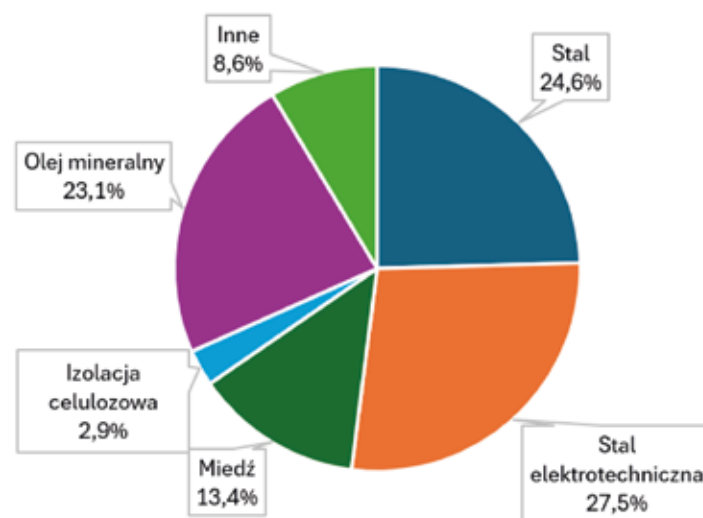
Materiał	Masa [t]
Stal	12 039
Stal elektrotechniczna	13 454
Miedź	6566
Izolacja celulozowa	
– papier	0,211
– tektura	1214
Olej	11 300
Inne materiały	4216

Wykorzystanie informacji o materiałach konstrukcyjnych, jako podstawy do obliczenia śladu węglowego związanego z etapem produkcji

transformatora jest powszechnie przyjętym i akceptowalnym zabiegiem. Wynika to z tego, że producenci gotowych komponentów (np. przełącznika zacze-
pów, przepustu transformatorowego) nie podają śladu węglowego związanego z wyprodukowaniem tych komponentów, więc trzeba je „rozłożyć” na najprostsze elementy, jakim są materiały konstrukcyjne, bo dla nich jest łatwiej znaleźć dane na temat śladu węglowego związanego z ich pozyskaniem. Oczywiście efektem tego jest niedoszacowanie obliczeń emisji CO₂e.

W tabeli 2. występuje wiersz „Inne materiały” – pod tą nazwą kryją się wszystkie materiały konstrukcyjne, których nie dało się zidentyfikować lub dla których nie można było w danych producenta transformatora znaleźć informacji o ich masie. Masa „innych materiałów” została określona w taki sposób, aby dopełniała masę całkowitą transformatora do wartości podanej przez producenta, czyli w tym przypadku 49 ton (patrz. tabela 1.). Postępowanie takie wpływa oczywiście na wartość wyznaczonej emisji CO₂e, ale trudno jest stwierdzić, czy ją zaniża, czy też podwyższa.

Procentowy udział poszczególnych materiałów konstrukcyjnych w całkowitej masie transformatora został przedstawiony na rysunku 2.



Rys. 2. Procentowy udział poszczególnych materiałów konstrukcyjnych w całkowitej masie transformatora

W tabeli 3. zestawiono informacje o środkach transportu wykorzystanych do przewiezienia materiałów konstrukcyjnych do fabryki transformatorów i pokonanych odległościach.

Tabela 3. Wykaz użytych środków transportu do przewiezienia określonych mas materiałów konstrukcyjnych na wskazane odległości

Kraj/ region	Środek transportu	Odległość [km]	Masa [t]
Polska	samochód ciężarowy z naczepą	250	6633
Niemcy	samochód ciężarowy z naczepą	480	0,324
Turcja	samochód ciężarowy z naczepą	2100	13 454
Słowacja	samochód ciężarowy z naczepą	530	2196
Szwecja	statek samochód ciężarowy z naczepą	690 360	11 540
Estonia	samochód ciężarowy z naczepą	1100	4237
Indie	statek samochód ciężarowy z naczepą	360 15 130	5827
Europa	samochód ciężarowy z naczepą	1200	4789

Ponieważ materiały konstrukcyjne mogły pochodzić z wielu różnych lokalizacji w danym kraju, to przyjęto średnią odległość transportową. W przypadku materiałów, dla których jako miejsce pochodzenia wpisano „Europa”, dostawy pochodziły z różnych krajów europejskich, w tym zarówno z tych wyraźnie wymienionych, jak i nieokreślonych w tabeli 3., w przypadkach, gdy nie można było ustalić dokładnej masy niektórych elementów lub jednoznacznie zidentyfikować kraju pochodzenia na podstawie posiadanych danych. Założono, że transport drogowy odbywał się zawsze przy użyciu samochodów ciężarowych z naczepą, wyposażonych w silniki diesla. W przypadku transportu morskiego założono, że wykorzystywane były statki do przewozu ładunków drobnicowych.

Gotowy już transformator został zainstalowany w odległości 375 km od miejsca jego wyprodukowania. Do jego transportu wykorzystano samochód ciężarowy z naczepą.

Obliczenie powstałego śladu węglowego na etapie produkcji transformatora wymaga znajomości ilości energii elektrycznej zużywanej w fabryce podczas całego procesu wytwórczego. Producent transformatorów, od którego pozyskano dane, wykorzystuje wskaźnik energochłonności (EIF) do oszacowania zużycia energii, który odzwierciedla średnią ilość energii elektrycznej potrzebnej do wyprodukowania 1 MVA mocy transformatora. Wskaźnik ten uwzględnia zużycie energii nie tylko podczas procesu produkcyjnego przez różne urządzenia takie jak: nawijarki, suwnice, piaskarki do kadzi, czy też oświetlenie, ale także zużycie związane z działalnością stacji prób i laboratorium fizykochemicznego, które przeprowadzają testy międzyoperacyjne i odbiorcze transformatorów. Ponadto wskaźnik ten uwzględnia zużycie energii w pomieszczeniach biurowych, socjalnych itp. Wartość wskaźnika EIF w roku produkcji analizowanego transformatora (2023) wynosiła 768 kWh/MVA.

Transformatory osiągają wysoką sprawność, wynoszącą zazwyczaj od 97% do 99%. Na jej wartość wpływają straty w stanie jałowym oraz straty obciążeniowe. Na pokrycie tych strat wymagane jest wytworzenia dodatkowej energii, co prowadzi do emisji odpowiedniej ilości ekwiwalentu CO₂ do środowiska. Ponadto, w zależności od konstrukcji transformatora, energia może być zużywana przez różne systemy pomocnicze, takie jak napęd przełącznika zaczepów pod obciążeniem, napędy wentylatorów i/lub pomp oraz grzejniki stosowane w osuszaczach lub szafach sterowniczych. Ponieważ analizowany transformator charakteryzuje się chłodzeniem naturalnym (ONAN – *Oil Natural Air Natural*) i w związku z tym nie posiada napędów pomp ani wentylatorów, zainstalowane grzejniki mają niskie zużycie energii i działają sporadycznie oraz trudno jest określić przewidywaną częstotliwość pracy przełącznika zaczepów pod obciążeniem, ślad węglowy związany z zużyciem energii przez te urządzenia został pominięty. Podobnie nie uwzględniono śladu węglowego związanego z czynnościami konserwacyjnymi niezbędnymi do działania transformatora, takimi jak procedury diagnostyczne, ewentualna regeneracja/wymiana oleju lub nieprzewidziane naprawy. Podsumowując, obliczenia emisji CO₂e podczas eksploatacji transformatora, uwzględniają jedynie ślad węglowy związany ze zużyciem energii niezbędnej do zrekompensowania strat mocy jałowych i podobciążeniowych.

Bardzo istotnym zestawem danych, który wpływa na dokładność obliczeń, są wartości współczynników emisji ekwiwalentu dwutlenku węgla związane z wyprodukowaniem materiałów konstrukcyjnych. Ich wartości przyjęte w obliczeniach podano w tabeli 4.

Dla tego samego materiału często dostępnych jest wiele wartości współczynników emisji. Na przykład w przypadku stali różnice mogą wynikać z odmiennego rodzaju stali (np. stal węglowa, stal nierdzewna, żeliwo), technologii produkcji, udziału materiałów pochodzących z recyklingu oraz miks energetycznego wykorzystywanego w procesie produkcji. Wartości podane zatem w tabeli 2. są wartościami uśrednionymi.

Tabela 4. Współczynniki emisji CO₂e związane z wytworzeniem materiałów konstrukcyjnych [5–10]

Materiał konstrukcyjny	EFCO ₂ e [t CO ₂ e / t]
Stal konstrukcyjna	2,500
Stal elektrotechniczna	3,000
Miedź	4,738
Izolacja celulozowa	
- papier	0,817
- tektura	1,183
Olej mineralny	1,210
Inne materiały	2,610

W przypadku materiałów sklasyfikowanych jako „inne”, współczynnik emisji został określony jako średnia ważona oparta na masie zidentyfikowanych materiałów użytych w transformatorze i odpowiadających im współczynników emisji. Dla rozważanego transformatora obliczona wartość wyniosła 2,610 t ekwiwalentu CO₂/t.

W tabeli 5. podano współczynniki emisji CO₂e dla wykorzystywanych środków transportu. Są to również wartości będące efektem pewnego kompromisu decyzyjnego. W praktyce niemożliwe jest pozyskanie wiarygodnych informacji jakimi środkami transportu realizowano dostawę komponentów lub materiałów konstrukcyjnych, szczególnie jeżeli odbywało to się poza obszarem UE – niemożliwe zatem staje się przypisanie do takiej aktywności wiarygodnego współczynnika emisji, gdyż jego wartość zależy często od bardzo szczegółowych danych (np. w przypadku transportu drogowego przydatne są dane na temat roku produkcji, ładowność, liczby osi pojazdu, czy też stopnia jego obciążenia).

Tabela 5. Współczynniki emisji CO₂e związane z wykorzystanymi środkami transportu [8–12]

Środek transportu	EF [t CO ₂ e / tkm]
Samochód ciężarowy z naczepą	0,000130
Statek	0,000025

Współczynnik emisji CO₂e związany z wyprodukowaniem w Polsce 1 kWh energii elektrycznej w 2023 i 2024 roku przyjęto za równy odpowiednio 0,000690 t CO₂e/kWh i 0,000652 t CO₂e/kWh [13]. Współczynniki CO₂e przyjęto z tych lat, ponieważ w roku 2023 transformator wyprodukowano, a w roku 2024 wprowadzono do eksploatacji.

Wyniki obliczeń i ich dyskusja

Na potrzeby obliczeń i porównań przyjęto następujące etapy życia transformatora: (1) etap produkcji – obejmujący wydobycie surowców, wytworzenie komponentów, transport do fabryki i wyprodukowanie transformatora, (2) etap transportu transformatora na miejsce zainstalowania i (3) etap eksploatacji transformatora.

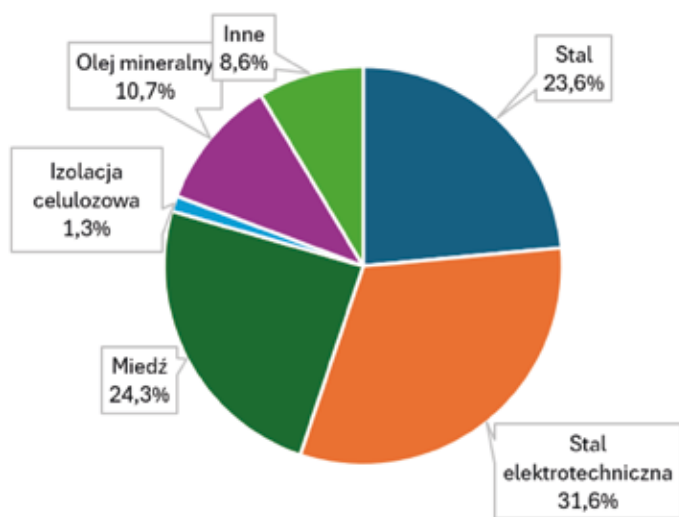
Etap produkcji transformatora

Obliczone wartości emisji CO₂e dla etapu produkcji materiałów konstrukcyjnych transformatora zostały podane w tabeli 6. oraz w postaci wykresu przedstawiającego procentowe udziały tych emisji na rys. 3.

Największy udział w emisjach ma stal elektrotechniczna (31,6%), stal (23,6%) oraz miedź (24,3%), co wynika z energochłonnych procesów ich produkcji oraz wysokiego zapotrzebowania na surowce pierwotne. Jest to szczególnie widoczne w produkcji stali, dla której bardziej

Tabela 6. Emisje CO₂e związane z wytworzeniem materiałów konstrukcyjnych

Materiał konstrukcyjny	CF [t CO ₂ e]
Stal konstrukcyjna	30,098
Stal elektrotechniczna	40,362
Miedź	31,043
Izolacja celulozowa	1,609
Olej mineralny	13,673
Inne materiały	10,998
Razem	127,783

*Rys. 3. Procentowy udział wytworzenia poszczególnych materiałów konstrukcyjnych w generacji śladu węglowego transformatora*

przyjazną środowisku alternatywą może być np. stal Bluemint® firmy Thyssen-Krupp, która jest produkowana przy użyciu pieców opalanych wodorem zasilanych energią elektryczną ze źródeł odnawialnych, co kilkakrotnie zmniejsza jej ślad węglowy do 0,6 t ekwiwalentu CO₂ na tonę. Olej mineralny, stosowany jako środek izolacyjny i chłodzący, również w znacznym stopniu (10,7%) przyczynia się do całkowitej emisji CO₂e, gdyż jego produkcja jest powiązana z przetwórstwem ropy naftowej. W tym wypadku zmniejszenia wpływu transformatorów na środowisko można osiągnąć zastępując tradycyjny olej mineralny np. estrami naturalnymi [14]. Estry naturalne dodatkowo wykazują znacznie lepszą odporność ogniową niż olej mineralny, co w konsekwencji zmniejsza ryzyko pożaru. Impregnacja nimi izolacji celulozowej również wydłuża, w porównaniu z olejem mineralnym, jej czas życia w tych samych warunkach obciążenia.

Należy jeszcze raz podkreślić, że emisje ekwiwalentu CO₂ nie powinny być obliczane wyłącznie na podstawie surowych materiałów konstrukcyjnych, ale raczej na podstawie komponentów z nich wytworzonych. Przykładowo, chociaż w obliczeniach uwzględniono masę stali potrzebnej do produkcji radiatorów, to fabryka nie otrzymuje surowej stali, ale w pełni wyprodukowane radiatory. W związku z tym ślad węglowy jest w takim wypadku zaniżony.

Emisje ekwiwalentu CO₂ związane z transportem materiałów do fabryki różnymi środkami transportu oraz ich sumę przedstawiono w tabeli 7.

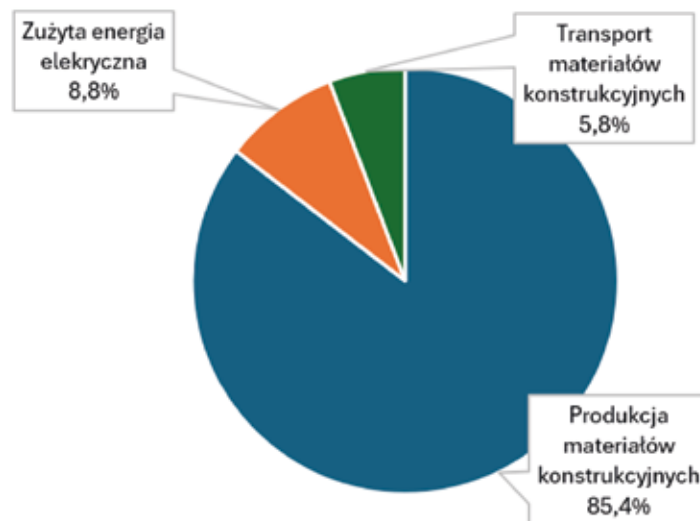
Ślad węglowy związany z czynnościami wykonywanymi podczas produkcji transformatora w fabryce i wynikający z ilości energii elektrycznej zużytej w tym celu wynosi **13,248 t CO₂e**.

Sumaryczny ślad węglowy, powstały na rozpatrywanym etapie cyklu życia, związany jest zatem z emisją wynoszącą **149,660 tony CO₂e**. Porów-

nanie emisji składających się na uzyskany wynik zostało przedstawione w formie graficznej na rys. 4.

Tabela 7. Emisja CO₂e związana z transportem materiałów konstrukcyjnych do fabryki

Aktywność	CF [t CO ₂ e]
Transport drogowy	6,262
Transport morski	2,403
Razem	8,629

*Rys. 4. Procentowy udział źródeł emisji CO₂e związany z wyprodukowaniem transformatora*

Etap transportu transformatora na miejsce zainstalowania

Przewiezienie transformatora o masie 49 ton samochodem ciężarowym z naczepą z fabryki do miejsca zainstalowania, czyli na dystansie 375 km, spowodowało wygenerowanie śladu węglowego wynoszącego **2,389 t CO₂e**.

Etap eksploatacji transformatora

Ślad węglowy w trakcie eksploatacji transformatora powstaje, zgodnie z wcześniej przyjętymi i opisanymi założeniami, tylko w związku z koniecznością wyprodukowania dodatkowej energii potrzebnej na pokrycie strat jałowych i obciążeniowych. Straty jałowe nie zależą od obciążenia transformatora, a straty obciążeniowe są w bezpośredni sposób od obciążenia zależne. Założono, że transformator będzie pracował nieprzerwanie przez cały zakładany czas życia ze średnim obciążeniem 50%. Dodatkowo założono, że współczynnik emisyjności CO₂e, związany z produkcją energii elektrycznej, będzie przez cały rozważany okres stały i równy temu, który podano w [13] dla roku wprowadzenia transformatora do eksploatacji. Przy takich założeniach emisja CO₂e na tym etapie cyklu życia transformatora wynosi **9538,238 tony**.

Autorskie wyniki obliczeń dla innych poziomów obciążenia transformatora oraz dla scenariusza uwzględniającego zmiany w krajowym miksie energetycznym w trakcie kolejnych 40 lat poczynając od 2024 roku można znaleźć w [15].

Zestawienie emisji CO₂e dla wyodrębnionych trzech etapów życia transformatora zostało zamieszczone w tabeli 8. Jednoznacznie z niego wynika że dominujący wpływ na łączną wartość śladu węglowego ma etap eksploatacji – odpowiada on, w rozważanym przypadku, za prawie

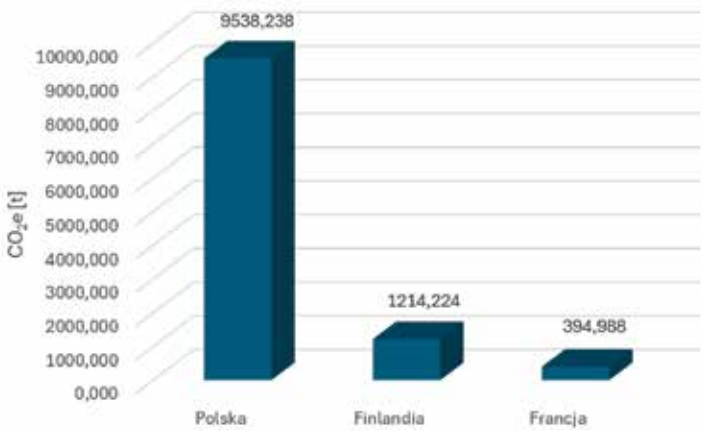
Tabela 8. Zestawienie emisji CO₂e dla wyodrębnionych etapów życia transformatora wraz emisją łączną

Etap cyklu życia	Emisja CO ₂ e [t]
Produkcja	127,783
Transport	2,389
Eksplatacja	9538,238
Razem	9690,287

99% tego śladu. Konkluzja ta jest całkowicie zgodna z doniesieniami literaturowymi.

Na każdym etapie cyklu życia transformatora energetycznego możliwe są działania ograniczające emisję CO₂e, choć wiąże się to często z ponoszeniem kosztów. Można materiały i elementy konstrukcyjne nabywać u producentów dających gwarancję, że zostały one wytworzone przy ograniczonej emisji gazów cieplarnianych. Można stosować materiały konstrukcyjne, które będą wpływały na straty mocy transformatora. Można starać się wykorzystać ciepło powstające w efekcie strat jałowych i obciążeniowych. Największa jednak możliwość ograniczania emisji ekwiwalentu CO₂ tkwi w ograniczeniu udziału źródeł wytwórczych wykorzystujących energię związaną ze spalaniem paliw kopalnych. Zostanie to wykazane na przykładzie.

W 2024 roku wytworzenie jednej kWh energii wiązało się z emisją 0,000652 t CO₂e w Polsce, 0,000083 t CO₂e w Finlandii i 0,000027 t CO₂e we Francji. Założmy, że rozważany w artykule transformator został włączony do eksploatacji w każdym z tych krajów i będzie pracował nieprzerwanie przez 40 lat przy obciążeniu 50%. Przez cały okres pracy transformatora podane wcześniej emisje CO₂e związane z produkcją energii elektrycznej nie będą ulegały zmianie. W efekcie emisja CO₂e powstała w związku z produkcją energii elektrycznej potrzebnej na pokrycie strat jałowych i obciążeniowych dla tych trzech krajów została przedstawiona i porównana na rys 5.



Rys. 5. Porównanie emisji CO₂e powstałej w związku z produkcją energii elektrycznej potrzebnej na pokrycie strat jałowych i obciążeniowych w przypadku eksploatacji tego samego transformatora na terenie różnych państw

Analiza powyższego rysunku pokazuje, że różnice są kilku- lub kiludziesięciokrotne tylko z powodu innego (mniejszego) udziału paliw kopalnych w produkcji energii elektrycznej w poszczególnych krajach niż w Polsce. Warto też zwrócić uwagę, że podane liczby dotyczą tylko jednego transformatora, a według [16] (dane na koniec 2024 roku) w Polsce jest eksploatowanych 3141 transformatorów NN i WN oraz ponad 264 tysiacy transformatorów SN.

Podsumowanie

W artykule przedstawiono sposób szacowania emisji ekwiwalentu CO₂ dla transformatora energetycznego. Wskazano na przyjmowane założenia i ich wpływ na rezultat obliczeń.

Pokazano, jaki jest udział poszczególnych etapów cyklu życia transformatora na generację gazów cieplarnianych. Wiedza ta pozwala w sposób racjonalny podejmować decyzje dotyczące przedsięwzięć prowadzących do ograniczania emisji gazów cieplarnianych.

Wskazano, że na każdym etapie cyklu życia transformatora możliwe jest ograniczenie emisji CO₂e. Największy wpływ na to ma jednak czynnik leżący poza producentem transformatora, czyli udział paliw kopalnych w produkcji energii elektrycznej. Jego wartość w znacznej mierze zależy od polityki energetycznej państwa.

Bibliografia

[1] IPCC Global Warming Potential Values, <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2024-08/Global-Warming-Potential-Values%20%28August%202024%29.pdf>, dostęp 01.06.2026.

[2] Environmental Product Declaration Shell Transformer (387 MVA), envi-rondec.com/library/epd20914, dostęp 01.06.2026.

[3] B. Das *Embedded Carbon Declaration on Transformer Nameplates Towards transparency and accountability in transformer sustainability*. Transformer Magazine, Vol. 13, Issue 1, 2026.

[4] Mosiński F., Wira A. *Ekologiczne problemy przesyłu i użytkowania energii elektrycznej*, Wyd. PŁ, Łódź 1999.

[5] Guo H., Gao Y., Li J. *The Greenhouse Gas Emissions of Power Transformers Based on Life Cycle Analysis*, Energy Rep. 2022, 8.

[6] Krishnan R., Nair K.R.M. *Carbon Footprint of Transformer and the Potential for Reduction of CO₂ Emissions*, Proceedings of the International Conference on Technology, Informatics, Management, Engineering & Environment (TIME-E), Bali, Indonesia, 2019.

[7] Das B.P., Milledge R. *Investigating the Impact of Transformer Specification on the Life Cycle Carbon Emissions: A Case Study for Middle East Countries*, Transformers Magazine, Vol.9, Issue 3, 2022.

[8] Kulasek K. i in. *Towards Net Zero Emissions – The Role of Circularity in Transformers*, Transformer Magazine, Vol. 7, Issue 4, 2020.

[9] Qiu Y. i in. *Calculation of Life Cycle Carbon Emissions for 110 kV Transformer Station and Carbon Reduction Measures: Taking Guxi Station as an Example*, Proceedings of the 2nd International Conference on Advanced Electronics, Electrical and Green Energy (AEEGE), 2023.

[10] Ecoinvent Centre. Ecoinvent 3.11; Ecoinvent Centre: St. Gallen, Switzerland, 2024.

[11] STREAM Freight Transport 2020. Emissions of Freight Transport Modes; CE Delft, 2021. www.cedelft.eu, dostęp 01.06.2026.

[12] Gialos A. i in. *Calculation and Assessment of CO₂e Emissions in Road Freight Transportation: A Greek Case Study*, Sustainability 2022, 14, 10724.

[13] Nowtricity. Real-Time Live Emissions from Energy Production by Country, www.nowtricity.com/country/poland, dostęp 01.06.2026.

[14] Das B. i in. *Investigating the Environmental Benefits of Oil Reclamation – A Case Study*. Transformer Magazine, Vol. 11, Issue 3, 2024.

[15] Piotrowski T. Markowska D., *Carbon Footprint of Power Transformers Evaluated Through Life Cycle Analysis*. Energies. 2025; 18(6):1373

[16] Energetyka/Dystrybucja/Przesył 2025, ptpiree.pl/energetyka-w-polsce, dostęp 01.06.2026.

Przełączniki nadzorcze w energetyce odnawialnej i elektromobilności

Janusz Komecki
DOLD Polska Sp. z o.o.

Rosnące wymagania wobec infrastruktury elektroenergetycznej

Dynamiczny rozwój odnawialnych źródeł energii, magazynów energii oraz elektromobilności stawia przed projektantami i operatorami instalacji nowe wyzwania związane z bezpieczeństwem, niezawodnością i ciągłością pracy systemów. Farmy fotowoltaiczne, stacje ładowania pojazdów elektrycznych, magazyny energii czy elektrownie wiatrowe pracują często przy wysokich napięciach DC, a ich awaria może prowadzić nie tylko do strat ekonomicznych, lecz również do zagrożeń dla ludzi i infrastruktury.

Współczesne systemy energetyczne wymagają więc zaawansowanych rozwiązań monitorujących parametry pracy sieci, stan izolacji, kondycję baterii oraz poprawność działania elementów wykonawczych. Szczególną rolę odgrywają tutaj przełączniki nadzorcze i urządzenia monitorujące, które umożliwiają wykrywanie nieprawidłowości jeszcze przed wystąpieniem awarii (rys. 1.).

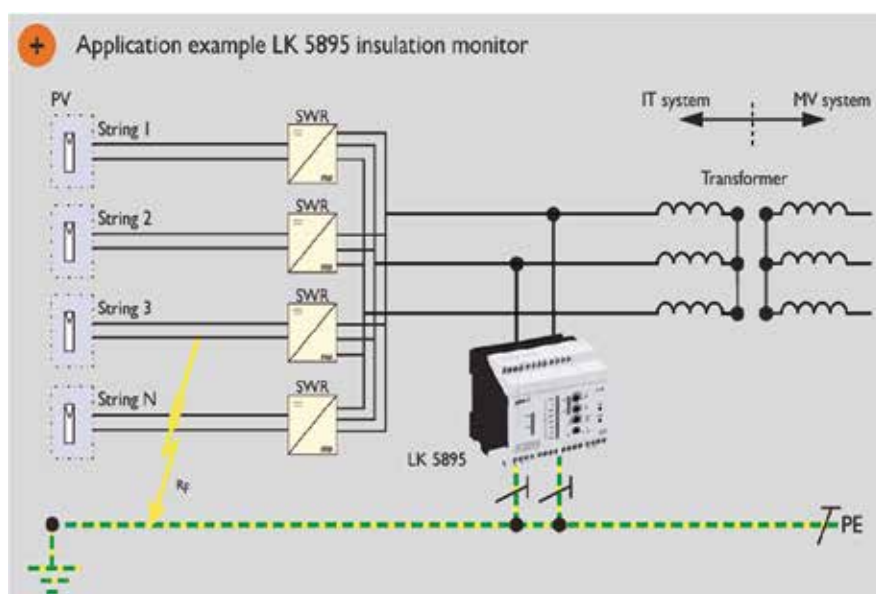
Monitorowanie izolacji na farmach fotowoltaicznych

Farmy fotowoltaiczne należą do najbardziej dynamicznie rozwijających się segmentów rynku OZE. Wraz ze wzrostem mocy instalacji zwiększa się znaczenie monitorowania stanu izolacji obwodów DC. Uszkodzenia przewodów, zawilgocenie złączy czy zwarcia doziemne mogą prowadzić do niebezpiecznych sytuacji, w tym pożarów instalacji.

Nowoczesne monitory izolacji, przeznaczone do sieci AC, DC oraz układów mieszanych AC/DC, umożliwiają ciągły pomiar rezystancji izolacji pomiędzy przewodami czynnymi a ziemią. Szczególnie istotna jest możliwość pracy przy wysokich pojemnościach upływu, dochodzących do 3000 μF , charakterystycznych dla rozległych instalacji fotowoltaicznych. Rozwiązania



Rys. 1. Schemat współczesnego ekosystemu energetycznego obejmującego generację energii z OZE, magazynowanie energii oraz elektromobilność



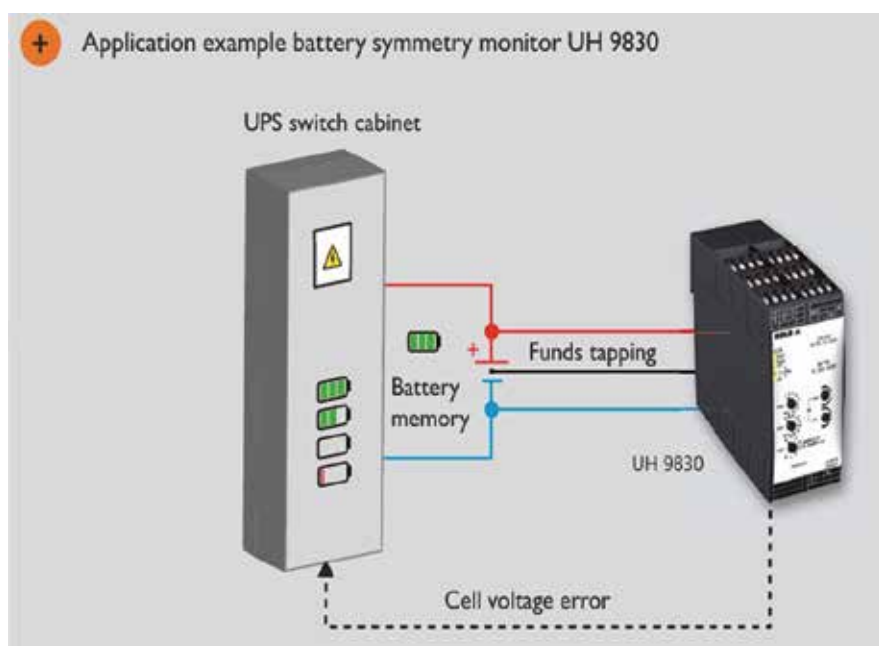
Rys. 2. Monitorowanie rezystancji izolacji w instalacji fotowoltaicznej dużej mocy

tego typu pozwalają na wykrywanie uszkodzeń izolacji na bardzo wczesnym etapie oraz realizację strategii predykcyjnego utrzymania ruchu.

Dodatkową zaletą jest stosowanie dwóch niezależnych progów ostrzegania i alarmowania. Dzięki temu obsługa może reagować stopniowo – od działań prewencyjnych po wyłączenie zagrożonego fragmentu instalacji. Zgodność z wymaganiami norm międzynarodowych sprawia, że urządzenia te znajdują zastosowanie zarówno w farmach PV, jak i innych instalacjach przemysłowych (rys. 2.).



Rys. 3. Przykład architektury szybkiej stacji ładowania DC z układami monitorowania izolacji i bezpieczeństwa



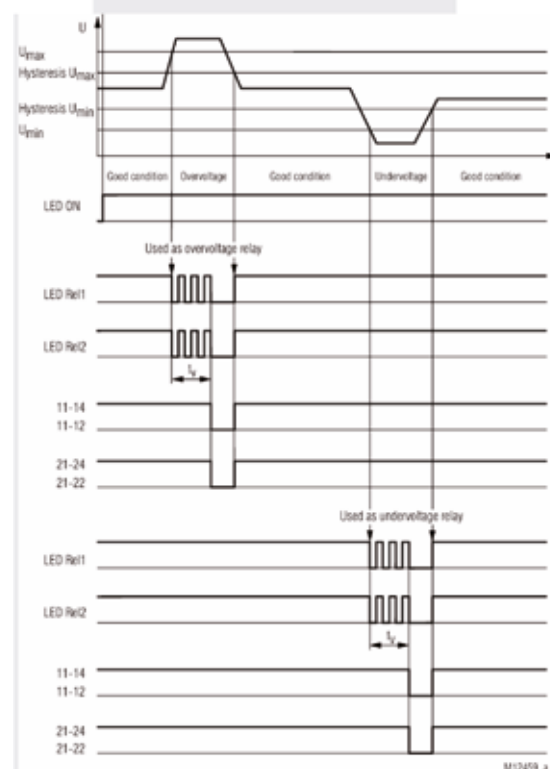
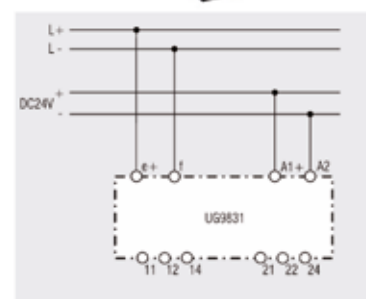
Rys. 4. Monitorowanie symetrii napięć w łańcuchu baterii magazynu energii lub systemu zasilania awaryjnego

Bezpieczeństwo stacji ładowania pojazdów elektrycznych

Wraz z rozwojem elektromobilności rośnie liczba szybkich stacji ładowania DC pracujących przy napięciach sięgających 1000 V. Takie parametry wymagają skutecznego nadzoru nad stanem izolacji oraz szybkiego wykrywania uszkodzeń mogących stanowić zagrożenie dla użytkowników.

Monitory izolacji dedykowane do stacji ładowania prądu stałego umożliwiają wykrywanie zarówno asymetrycznych, jak i symetrycznych uszkodzeń izolacji. Oprócz standardowego monitorowania oferują również funkcje pomiaru napięcia i komunikacji z systemami nadrzędnymi za pośrednictwem przemysłowych interfejsów komunikacyjnych.

W infrastrukturze ładowania coraz większą rolę odgrywają także elementy związane z bezpieczeństwem funkcjonalnym, takie jak moduły awaryjnego zatrzymania (E-STOP) czy bezpieczne systemy transmisji sygnałów. Pozwalają one spełnić rygorystyczne wymagania norm bezpieczeństwa oraz zapewnić niezawodną eksploatację publicznych punktów ładowania (rys. 3.).



Rys. 5. Przełącznik napięciowy UG9831 firmy DOLD o zakresie napięciowym DC 20 – 1000 V

Nadzór nad magazynami energii

Systemy magazynowania energii (BEES) stają się nieodłącznym elementem nowoczesnej energetyki. Odpowiadają za stabilizację pracy sieci, zwiększenie autokonsumpcji energii z OZE oraz poprawę bezpieczeństwa energetycznego.

Jednym z najważniejszych parametrów wpływających na niezawodność magazynu energii jest stan

poszczególnych ogniw i modułów bateryjnych. W praktyce eksploatacyjnej szczególnie ważne jest szybkie wykrywanie nierównomierności napięć pomiędzy sekcjami baterii. Monitorowanie symetrii łańcucha akumulatorów umożliwia identyfikację uszkodzonych ogniw jeszcze przed wystąpieniem poważniejszej awarii.

Dzięki ciągłemu nadzorowi możliwe jest ograniczenie ryzyka niekontrolowanego wzrostu temperatury, wydłużenie żywotności baterii oraz zwiększenie dostępności całego systemu magazynowania energii. (rys. 4.).

Przełączniki pomiarowe

Monitorowanie izolacji obwodów elektrycznych generatorów, przekształtników oraz układów pomocniczych pozwala ograniczyć ryzyko nieplanowanych wyłączeń. Coraz częściej stosowane są również rozmaite przełączniki pomiarowe zdolne do nadzorowania parametrów elektrycznych takich jak: napięcie, asymetria faz, kolejność faz czy przekroczenia wartości granicznych. Jednym z najczęściej stosowanych są przełączniki napięciowe, służące do kontroli przekroczenia ustawionego progu napięcia lub pracy w określonym zakresie napięć.

Dla aplikacji w energetyce odnawialnej charakterystyczna jest praca z napięciami DC dochodzącymi do 1000 V (rys. 5.).

Kierunek: inteligentne monitorowanie

Transformacja energetyczna powoduje, że systemy elektroenergetyczne stają się coraz bardziej złożone i rozproszone. W tej sytuacji rola przełączników nadzorczych wykracza daleko poza klasyczne funkcje zabezpieczeniowe. Urządzenia te stają się elementem systemów predyktoryjnego utrzymania ruchu, dostarczając danych diagnostycznych niezbędnych do oceny stanu infrastruktury.

Nowoczesne rozwiązania oferują komunikację cyfrową, integrację z systemami SCADA oraz możliwość zdalnego monitorowania parametrów pracy, na przykład za pomocą interfejsu komunikacyjnego Modbus. Dzięki temu operatorzy instalacji mogą szybciej reagować na pojawiające się nieprawidłowości, ograniczać ryzyko awarii i zwiększać dostępność kluczowych elementów infrastruktury energetycznej.

Opracowano na podstawie materiałów firmy E.DOLD&Sohne

Wpływ zastosowania alternatywnych cieczy izolacyjnych na rozkład pola elektrycznego w transformatorze

Jakub Malinowski, Marcel Pawlik
Politechnika Łódzka, Instytut Elektroenergetyki

Tematyka artykułu nie jest związana z pracą dyplomową. Opisane w artykule badania zostały w całości zrealizowane przez autorów w ramach działalności naukowo-badawczej prowadzonej w Instytucie Elektroenergetyki Politechniki Łódzkiej.

Streszczenie

W niniejszym artykule oceniono wpływ rodzaju zastosowanej cieczy dielektrycznej na rozkład natężenia pola elektrycznego w układzie izolacyjnym transformatora. Na potrzeby badań opracowano uproszczony model wielowarstwowej izolacji głównej, a analizę przeprowadzono dla tradycyjnego oleju mineralnego, estrów (naturalnego, syntetycznego i mieszanego, stanowiącego kompozycję estrów naturalnych i syntetycznych) oraz cieczy GTL (*Gas-to-Liquids* – technologia otrzymywania syntetycznych węglowodorów z gazu ziemnego). W procesie badaw-

czym wykorzystano obliczenia analityczne oraz symulacje numeryczne w programie FEMM 4.2. Uzyskane wyniki pokazują, że niska względna przenikalność elektryczna ($\epsilon_r = 2,2$) powszechnie stosowanego oleju mineralnego powoduje jego silne naprężenie elektryczne, co prowadzi do znacznej nierównomierności rozkładu pola w całej strukturze izolacyjnej. Zastosowanie cieczy o wyższej przenikalności, w szczególności estrów, zapewnia znacznie bardziej równomierny rozkład natężenia pola elektrycznego, co zmniejsza ryzyko wyładowań niezupełnych i opóźnia degradację izolacji. Obie zastosowane metody badawcze wykazały przy tym dużą zgodność wyników.

Wstęp

Głównym problemem podjętym w pracy jest analiza wpływu parametrów cieczy dielektrycznej na rozkład natężenia pola elektrycznego w modelu układu izolacyjnego transformatora. Badaniami objęto tradycyjny olej mineralny oraz wybrane ciecz alternatywne: ester naturalny, ester syntetyczny, ester mieszany i ciecz GTL. W ramach prac przeprowadzono dokładną analizę porównawczą wartości pola elektrycznego w poszczególnych warstwach układu. Szczególną uwagę zwrócono na

różnice we względnej przenikalności dielektrycznej (ϵ_r) zastosowanych materiałów stałych i ciekłych, co ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa i stabilności pracy układów elektroenergetycznych w szczególności w transformatorach olejowych.

Metodyka badań

Do przeprowadzenia symulacji wykorzystano uproszczony, płaski model wielowarstwowej izolacji głównej transformatora. Zastosowanie modelu 2D (płaskiego) jest uzasadnione faktem, że promienie krzywizny uzwojeń transformatora są znacznie większe niż grubości warstw izolacji, co pozwala na potraktowanie układu jako zestawu warstw równoległych bez znaczącego błędu obliczeniowego. Model ten składał się z ułożonych naprzemiennie warstw cieczy dielektrycznej, papieru elektroizolacyjnego oraz barier preszpanowych (rys. 1.).

W celu rzetelnego odwzorowania warunków pracy układu izolacyjnego, zdefiniowano precyzyjne parametry konstrukcyjne oraz elektryczne. Geometrię układu oparto na kanałach cieczowych o progresywnej szerokości, wynoszącej odpowiednio: 20 mm, 25 mm, 30 mm oraz 35 mm. Izolację stałą, obejmującą bariery preszpanowe oraz warstwy papieru elektroizolacyjnego, zaimplementowano jako elementy o zunifikowanej grubości 1,5 mm. Całość struktury poddano wymuszeniu napięciowemu o wartości 115 kV (potencjał uzwojenia GN = 115 kV, potencjał uzwojenia DN = 0 kV).

Analizę podzielono na dwa etapy. W pierwszym wyznaczano wartości natężenia pola elektrycznego w kolejnych warstwach na podstawie obliczeń analitycznych, wykorzystując model dielektryka warstwowego płaskiego. Zastosowano zależność opisującą podział napięcia w ośrodkach o różnych właściwościach dielektrycznych, a konkretnie różniących się wartością względnej przenikalności elektrycznej (ϵ_i):

E_k = U / (epsilon_k * sum_{i=1}^n (a_i / epsilon_i))

- gdzie:
- E_k – natężenie pola w warstwie k,
- U – napięcie całkowite,
- a_i – grubość warstwy,
- epsilon_i – przenikalność elektryczna warstwy.

W drugim etapie wykonano symulacje numeryczne z wykorzystaniem metody elementów skończonych (MES) w programie FEMM 4.2. W obliczeniach uwzględniono, że izolacja stała (papier i preszpan) jest zaimpregnowana odpowiednią cieczą dielektryczną, co bezpośrednio zmienia jej wypadkową przenikalność elektryczną. Przyjęte do symulacji wartości względnej przenikalności elektrycznej (ϵ_r) zestawiono w tabeli 1:

Otrzymane z obu metod dane poddano następnie porównaniu, aby rzetelnie ocenić wpływ rodzaju cieczy na wartości i jednorodność rozkładu pola elektrycznego.

Tabela 1. Wartości względnej przenikalności elektrycznej badanych materiałów

Ciecz dielektryczna	Przenikalność elektryczna cieczy	Przenikalność elektryczna preszpanu	Przenikalność elektryczna papieru izolacyjnego
Olej mineralny	2,2	4,2	3,5
Ester naturalny	3,1	4,6	3,8
Ester syntetyczny	3,2	4,7	3,9
Ester mieszany	2,8	4,4	3,65
Ciecz GTL	2,03	4,15	3,4

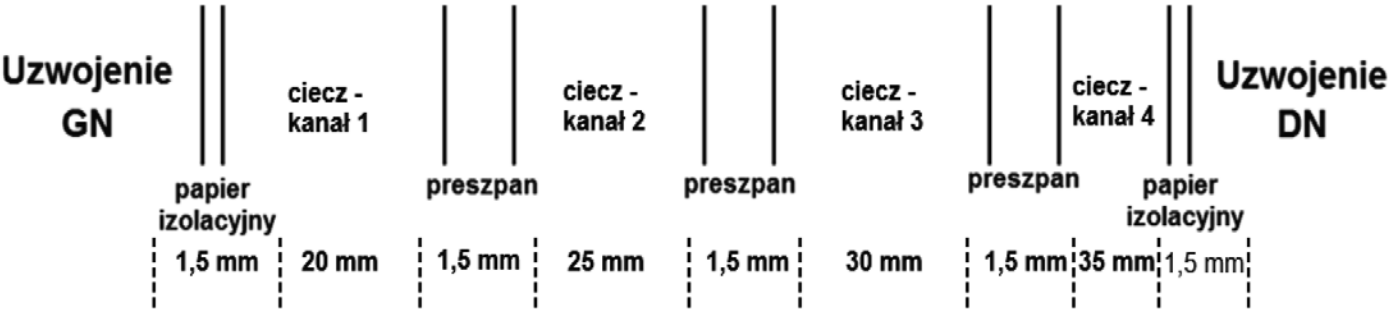
Wyniki obliczeń i symulacji

Zestawienie wyników obliczeń analitycznych z danymi uzyskanymi w środowisku FEMM wykazało bardzo dużą zgodność, co potwierdza poprawność obu metod. Analiza wyników wykazała, że kluczowym czynnikiem decydującym o rozkładzie pola jest relacja przenikalności elektrycznej cieczy do przenikalności izolacji stałej.

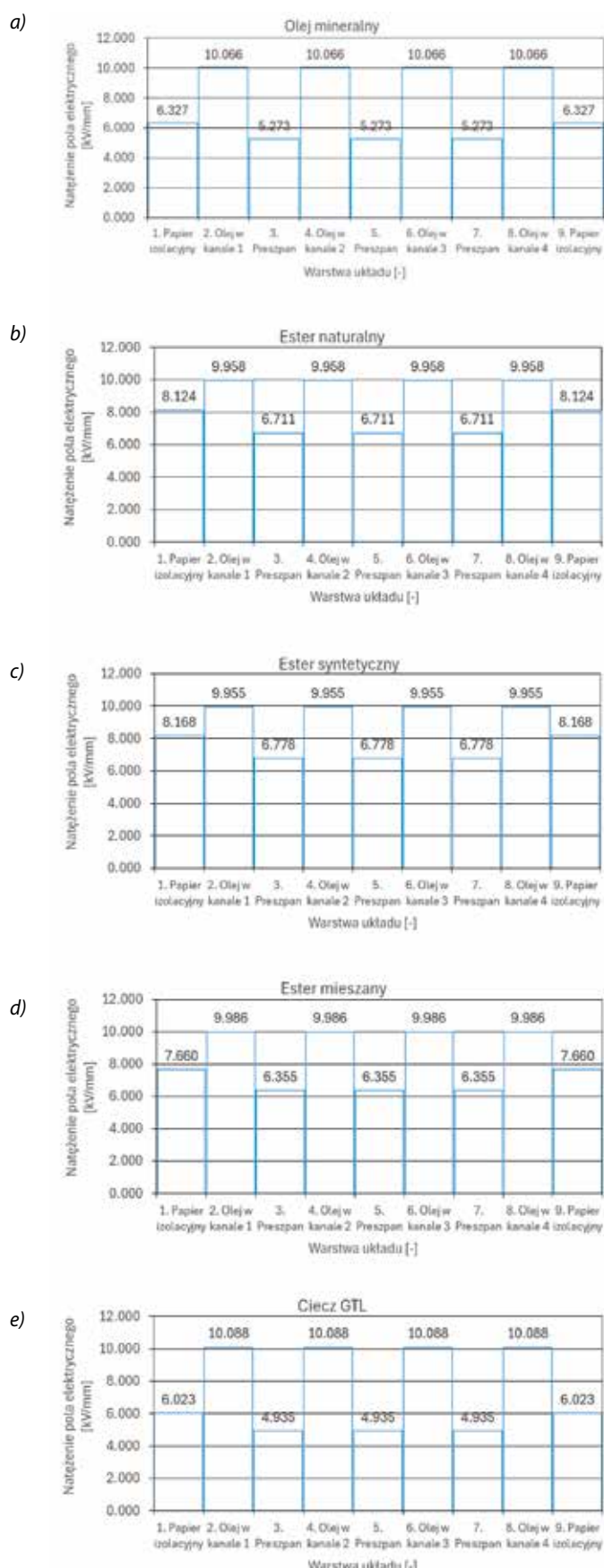
Wymaga wyjaśnienia różnica w liczbie warstw pomiędzy modelem analitycznym a modelem zastosowanym w symulacjach numerycznych. Obliczenia analityczne (rys. 2.) przeprowadzono dla pełnego, 9-warstwowego modelu izolacji głównej, w którym wyodrębniono kolejno wszystkie warstwy składowe: kanały cieczowe oraz poszczególne elementy izolacji stałej, tj. warstwy papieru elektroizolacyjnego i bariery preszpanowe – każdą z osobna, z właściwą jej wartością przenikalności elektrycznej.

Symulacje numeryczne w programie FEMM 4.2 (rys. 3. i rys. 4.) wykonano natomiast dla uproszczonego modelu geometrycznego składającego się z 4 warstw odpowiadających czterem kanałom cieczowym o zróżnicowanej szerokości. Warstwy izolacji stałej (papier i preszpan) zostały w tym modelu uwzględnione poprzez zastosowanie wypadkowych wartości przenikalności elektrycznej, wyznaczonych przy założeniu impregnacji materiałów stałych odpowiednią cieczą dielektryczną – zgodnie z wartościami zestawionymi w tabeli 1.

Takie podejście jest powszechnie stosowane w obliczeniach połowych i nie wprowadza istotnego błędu, ponieważ rozkład pola elektrycznego w układzie warstwowym jest w pierwszej kolejności

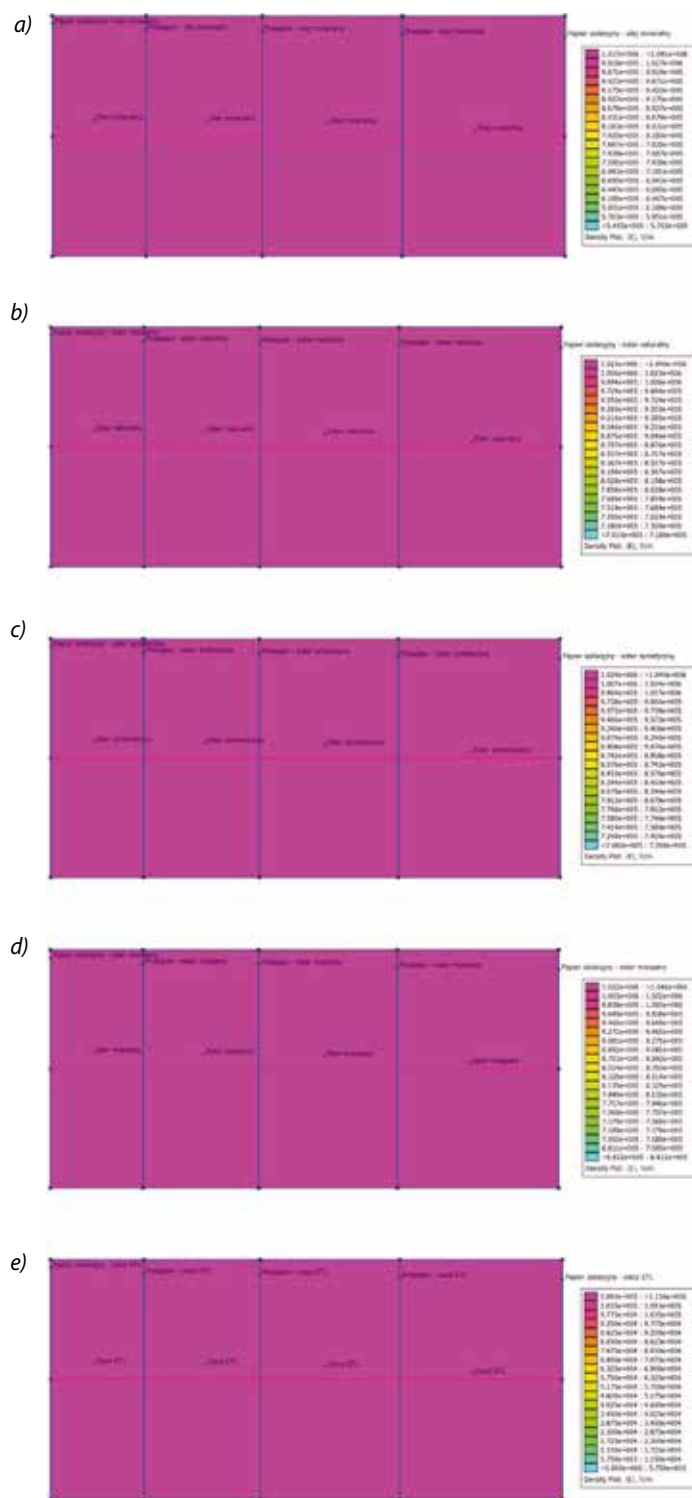


Rys. 1. Opracowany model wielowarstwowej izolacji głównej transformatora z uwzględnieniem kanałów cieczowych i barier stałych



Rys. 2. Porównanie obliczonego natężenia pola elektrycznego [kV/mm] w kolejnych warstwach układu izolacji głównej transformatora dla wariantu:

- a) z olejem mineralnym,
- b) z estrem naturalnym,
- c) z estrem syntetycznym,
- d) z estrem mieszanym,
- e) z cieczą GTL



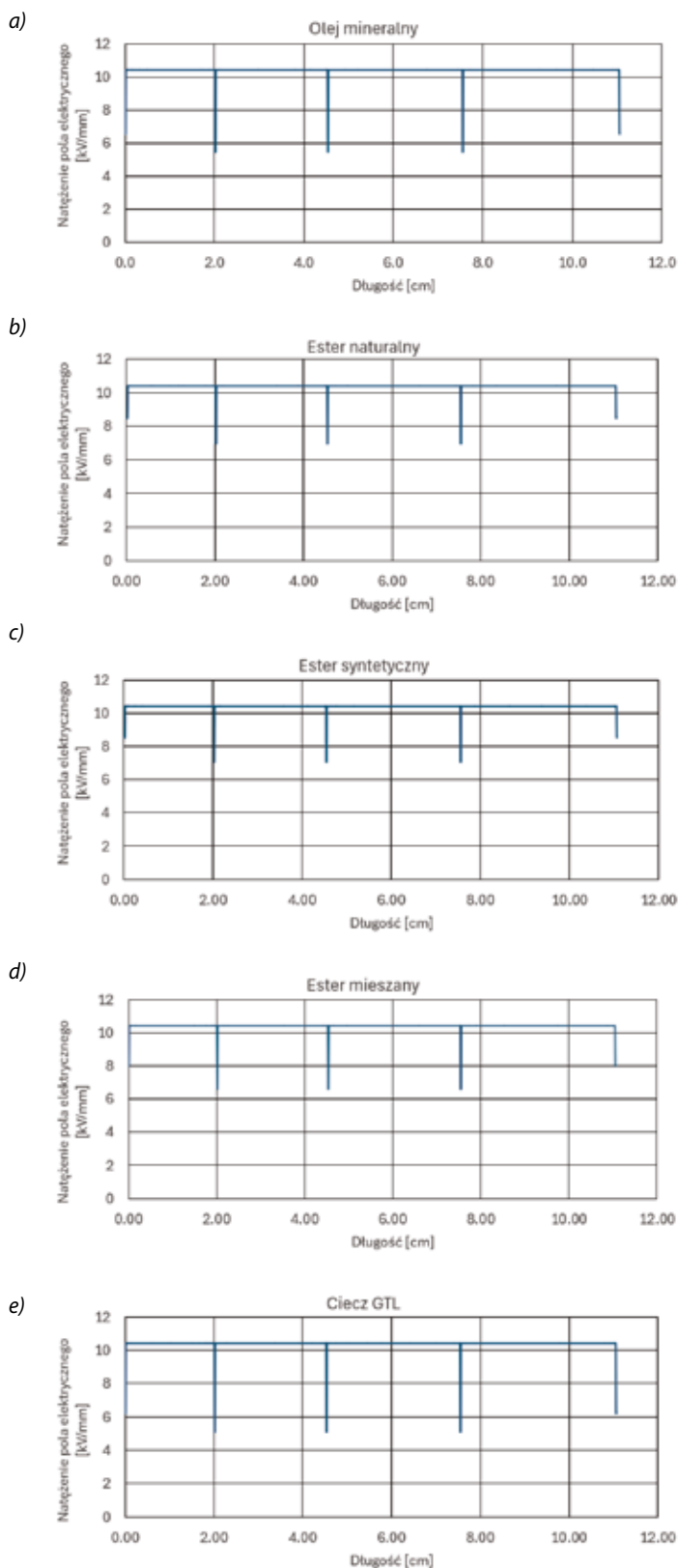
Rys. 3. Mapy gęstości natężenia pola elektrycznego $|E|$ uzyskane w programie

FEMM 4.2 dla wariantu:

- a) z olejem mineralnym,
- b) z estrem naturalnym,
- c) z estrem syntetycznym,
- d) z estrem mieszanym,
- e) z cieczą GTL

zdeteterminowany stosunkiem przenikalności cieczy do przenikalności izolacji stałej, a nie szczegółową geometrią ich granic. Uzyskana duża zgodność wyników obu metod potwierdza poprawność przyjętych uproszczeń.

W przypadku konwencjonalnego oleju mineralnego zaobserwowano znaczną nierównomierność rozkładu pola: występuje tam silne



Rys. 4. Rozkład natężenia pola elektrycznego uzyskany z symulacji w programie FEMM 4.2 dla wariantu:

- a) z olejem mineralnym,
- b) z estrem naturalnym,
- c) z estrem syntetycznym,
- d) z estrem mieszanym,
- e) z cieczą GTL

naprężenie elektryczne (wytężenie) cieczy (ok. 10,07 kV/mm) przy znacznie niższych wartościach natężenia pola w barierach stałych (5,27 kV/mm). Zastosowanie estrów pozwoliło na uzyskanie znacznie

bardziej równomiernego podziału – dla estru naturalnego natężenie pola w cieczy spadło do **9,96 kV/mm**, podczas gdy w preszpanie wzrosło do **6,71 kV/mm**. Efekt ten, polegający na pożądanym częściowym odciążeniu cieczy i zwiększeniu udziału materiałów stałych w przenoszeniu napięcia, wynika bezpośrednio z wyższej przenikalności elektrycznej estrów względem oleju.

Najmniej korzystne wyniki uzyskano dla cieczy GTL, gdzie ze względu na najniższą przenikalność ($\epsilon_r = 2,03$), naprężenie elektryczne w kanałach cieczowych było najwyższe ok. 10,09 kV/mm (górna granica na wykresie) przy najmniejszym obciążeniu barier stałych ok. 4,94 kV/mm (dolna granica na wykresie). Wykresy z symulacji (rys. 4.) jednoznacznie pokazują, że natężenie pola wewnątrz każdej warstwy dielektryka jest stałe, a jego skokowe zmiany następują jedynie na granicach między różnymi materiałami.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonej analizy analitycznej i numerycznej rozkładu pola elektrycznego w wielowarstwowym układzie izolacyjnym transformatora stwierdzono, że rodzaj zastosowanej cieczy dielektrycznej w sposób bezpośredni determinuje podział napięcia między strefami cieczowymi a barierami z izolacji stałej. Tradycyjny olej mineralny, charakteryzujący się niską względną przenikalnością elektryczną ($\epsilon_r \sim 2,2$), wymusza silne naprężenie (wytężenie) układu w obszarach cieczowych przy jednocześnie niskim wytężeniu materiałów stałych. Zjawisko to prowadzi w efekcie do znacznej nierównomierności rozkładu pola elektrycznego w całej strukturze izolacyjnej.

Wykorzystanie cieczy alternatywnych o wyższej przenikalności elektrycznej, w szczególności estrów, pozwala na kompensację tego zjawiska i znacząco poprawia jednorodność pola. Mechanizm ten wynika z pożądanego częściowego „przeniesienia” naprężeń elektrycznych ze strefy cieczy na elementy izolacji stałej, takie jak papier i preszpan. Optymalny profil pola elektrycznego uzyskano przy zastosowaniu estrów naturalnych i syntetycznych. Taki stan pracy efektywnie ogranicza występowanie stref wysokich lokalnych naprężeń elektrycznych w samej cieczy, co w konsekwencji minimalizuje ryzyko inicjacji wyładowań niezupełnych i spowalnia procesy degradacyjne izolacji.

Bibliografia

- [1] Florkowski M., Furgał J., Zydrón P., i in. (2022). *Wybrane problemy inżynierii i diagnostyki wysokonapięciowej we współczesnej elektroenergetyce*. Śląskie Wiadomości Elektryczne.
- [2] IEC 60296, (2003). *Fluids for electrotechnical applications–Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear*.
- [3] García B., Ortiz A., Renedo C., i in. (2021). *Use performance and management of biodegradable fluids as transformer insulation*. Energies, 14(19), 6357.

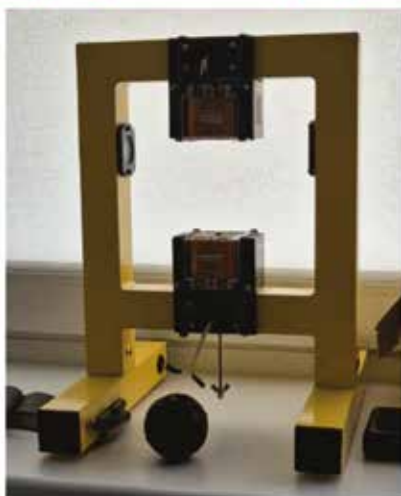
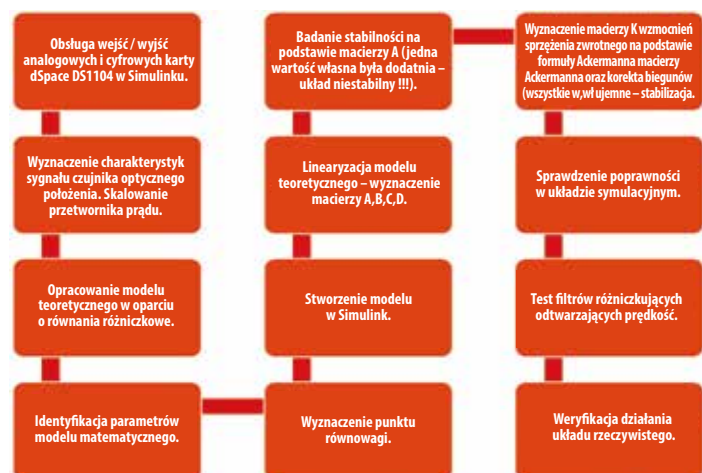
Niniejszy artykuł został przygotowany przez autorów na podstawie referatu o tym samym tytule wygłoszonego na Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej Młodych Inżynierów (Rzeszów, 26–28 lutego 2026 r.) – patrz: [G. Lubas, „Ogólnopolska Konferencja Naukowa Młodych Inżynierów, Rzeszów, 26–28 lutego 2026 r.”, *Biuletyn Techniczno-Informacyjny OŁ SEP*, nr 2/2026].

Stabilizacja układu lewitacji magnetycznej (maglev) metodą sprzężenia zwrotnego od zmiennych stanu

Marcel Pawlik, Jakub Malinowski
Politechnika Łódzka, Instytut Elektroenergetyki

Wstęp

Lewitacja magnetyczna (technologia maglev) to nowoczesne rozwiązanie wykorzystujące siły elektromagnetyczne do unoszenia obiektów bez jakiegokolwiek kontaktu z podłożem. Eliminacja tarcia mechanicznego niesie za sobą szereg korzyści: pozwala na ograniczenie strat energii, znacznie zmniejsza zużycie elementów, a także pozwala na zwiększenie sprawności i osiąganych prędkości.



Rys. 1. Stanowisko projektowe składające się z ramy z czujnikiem, funkcjonującą górną cewką oraz przykładową kulą [opr. własne]

Głównym celem omawianego projektu, realizowanego w Instytucie Automatyki PŁ, było opracowanie i uruchomienie w środowiskach MATLAB oraz dSpace ControlDesk układu, który umożliwi stabilną lewitację metalowej kuli w polu magnetycznym cewki. Układ uznano za stabilny, gdy automatycznie utrzymywał kulę w zadanej, niezmienniej odległości od elektromagnesu. Do zrealizowania tego zadania wykorzystano metodę sprzężenia zwrotnego od zmiennych stanu.

Stanowisko badawcze i model matematyczny

Zbudowane stanowisko projektowe składało się z cewki elektromagnesu zamontowanej na stelażu, czujnika optycznego mierzącego położenie kuli, karty dSpace z interfejsami I/O oraz podstawowych przyrządów pomiarowych.

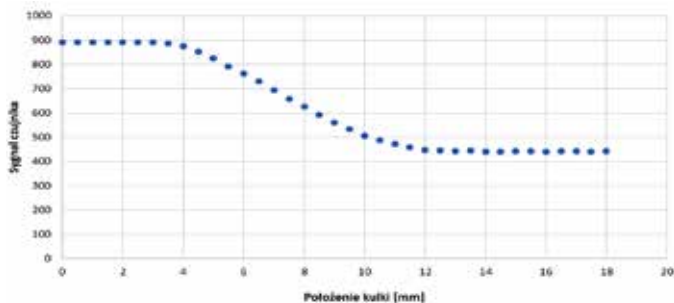
Na zdjęciach poglądowych (rys. 1 i rys. 9.) widoczne są dwa identyczne elektromagnesy zamocowane do ramy. Należy jednak podkreślić, że do opisywanego w tym artykule zagadnienia lewitacji pionowej wykorzystywana jest wyłącznie górna, funkcjonująca cewka. Wynika to z faktu, że naturalną siłą ściągającą obiekt w dół jest grawitacja. Dolny elektromagnes stanowi jedynie uniwersalny element ramy badawczej (przydatny w innych konfiguracjach przestrzennych) i podczas opisywanych badań pozostawał całkowicie nieaktywny, aby nie dublować działania ziemskiego pola grawitacyjnego.

Zanim możliwe było „zawieszenie” kuli w powietrzu, należało dokładnie poznać charakterystykę wykorzystanych elementów. W pierwszej kolejności konieczne było skalibrowanie czujnika optycznego. Chociaż docelowo kula swobodnie lewituje, na etapie testów nakręcono ją na gwintowaną śrubę o znanym skoku. Pozwoliło to na bardzo precyzyjne, mechaniczne zmienianie odległości kuli od czujnika i przypisywanie konkretnej odległości (w milimetrach) do sygnału cyfrowego, który czujnik wysyłał do komputera. Tak powstała charakterystyka czujnika.

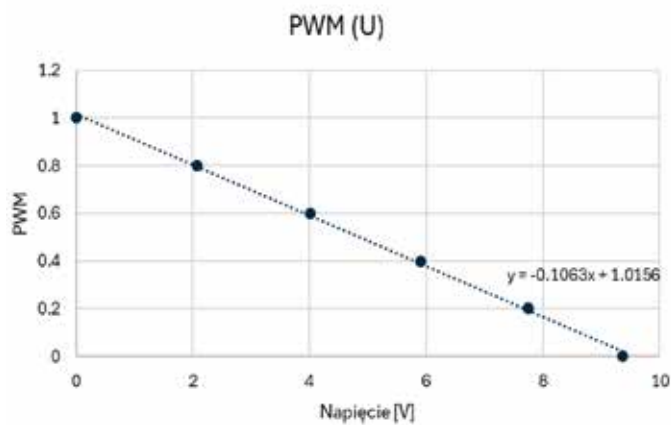
Następnie zbadano, jak układ reaguje na zasilanie. Elektromagnes sterowany jest sygnałem PWM (ang. *Pulse Width Modulation* – modulacja szerokości impulsu). Jest to popularna metoda sterowania mocą, polegająca na bardzo szybkim włączaniu i wyłączaniu napięcia. Oś pionowa na charakterystyce PWM określa „współczynnik wypełnienia” przyjmujący wartości od 0 do 1 (gdzie 0 oznacza brak zasilania, a 1 pełną moc). Prąd płynący w obwodzie w pierwszej kolejności został obliczony teoretycznie na podstawie prawa Ohma, a następnie te obliczenia zweryfikowano i korygowano poprzez rzeczywiste odczyty z przetworników układu dSpace. To pozwoliło na wyznaczenie charakterystyki punktowej zależności sygnału odległości kulki od cewki i charakterystyki zależności sterowania PWM od napięcia zadanego.



Rys. 2. Moduł dSpace zawierający kartę DS1104 [źródło: Artisan TG]



Rys. 3. Charakterystyka punktowa zależności sygnału odległości kulki od cewki [opr. własne]



Rys. 4. Charakterystyka zależności sterowania PWM od napięcia zadanego [opr. własne]

Model teoretyczny

Aby zaprojektować układ regulacji, obiekt opisano modelem matematycznym. Zgodnie z II zasadą dynamiki Newtona, bilans sił działających na lewitującą kulę w osi pionowej (pomijając opory powietrza) można zapisać jako równanie algebraiczne: $F_{wyp} = F_g - F_m$.

gdzie F_g to siła ciężkości ($m \cdot g$), a F_m to siła przyciągania elektromagnetycznego.

Wychodząc z tego założenia oraz uwzględniając dynamikę obwodu elektrycznego, układ opisano za pomocą następujących równań różniczkowych:

$$\dot{x} = v$$

$$m \cdot \dot{v} = m \cdot g - C \cdot \frac{i^2}{x^2}$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{u - i \cdot R + q \cdot \frac{v \cdot i}{x^2}}{L}$$

Zastosowane symbole oznaczają:

m – masę kuli,

v – prędkość kuli,

x – odległość kuli od cewki,

g – przyspieszenie ziemskie,

u – napięcie zasilania,

i – chwilowa wartość prądu płynącego w uzwojeniu,

R – rezystancja cewki,

L – indukcyjność cewki,

C, q – stałe elektromagnetyczne wyznaczone eksperymentalnie.

Położenie $x(t)$ definiowane jest jako odległość od środka ciężkości kuli do bieguna elektromagnesu. Teoretycznie dla $x(t) = 0$ siła przyciągania dążyłaby do nieskończoności, jednak fizyczna konstrukcja cewki (osłona/rdzeń) uniemożliwia osiągnięcie odległości równej zero.

Ten skomplikowany, nieliniowy układ równań przeniesiono do środowiska Simulink w celu przeprowadzenia wirtualnych symulacji, upraszczając m.in. drugie równanie bezpośrednio do postaci pochodnej prędkości od czasu, co ułatwiło budowę schematu blokowego.

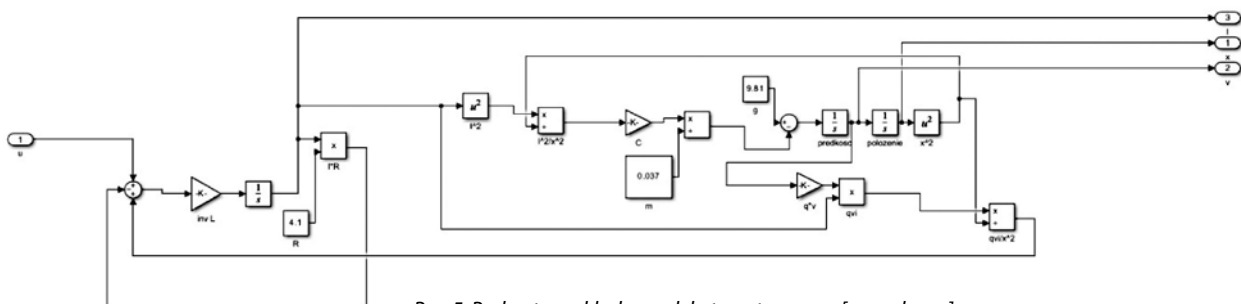
We wzorach zastosowano uproszczenia modelowe:

– **siła magnetyczna:** Wyrażenie $C \cdot i^2 / x^2$ opisuje siłę pochodzącą od górnego elektromagnesu. Przyjęto tu uproszczony, nieliniowy model proporcjonalny do kwadratu prądu i odwrotnie proporcjonalny do kwadratu odległości szczeliny, gdzie C to wyznaczona eksperymentalnie stała.

– **zakłócenia elektryczne:** Ostatni składnik licznika w równaniu dynamiki prądu, czyli $q \cdot (v \cdot i) / x^2$, reprezentuje siłę elektromotoryczną (SEM) indukowaną w uzwojeniu na skutek ruchu ferromagnetycznej kuli w polu magnetycznym. Stanowi to sprzężenie mechaniczno-elektryczne będące zakłóceniem dla regulatora.

Projektowanie układu regulacji i stabilizacja

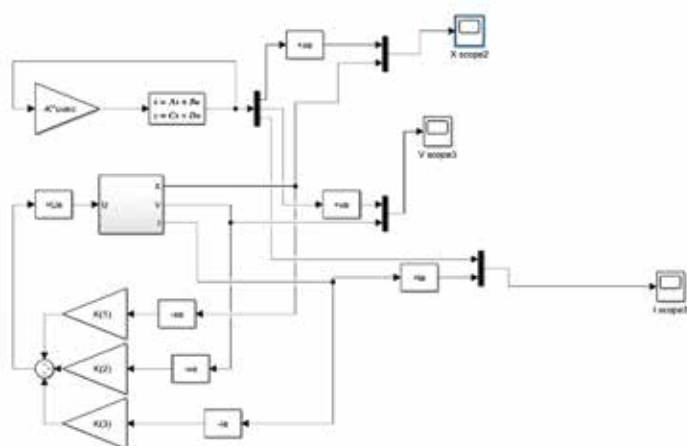
Początkowe symulacje wykazały, że teoretyczny model przed wprowadzeniem zewnętrznych zaburzeń osiągał stabilność (po ułamku sekundy układ balansował siły dla położenia ustalonego, a prędkość



Rys. 5. Podsystem układu modelu teoretycznego [opr. własne]

równała się 0). Jednak po wprowadzeniu jakiegokolwiek zakłócenia, układ całkowicie wypadał z równowagi, co potwierdziło, że obiekt jest w otwartej pętli wysoce niestabilny i wymaga zaawansowanej regulacji.

Udowodniło to, że sam elektromagnes bez aktywnego sterowania nie utrzyma kuli. Konieczne było zaprojektowanie regulatora. Aby ułatwić obliczenia, nieliniowy model matematyczny został „zlinearyzowany” (uproszczony wokół punktu pracy) przy użyciu oprogramowania MATLAB, co pozwoliło opisać układ za pomocą uniwersalnych w automatyce macierzy stanu (oznaczanych jako A, B, C i D).



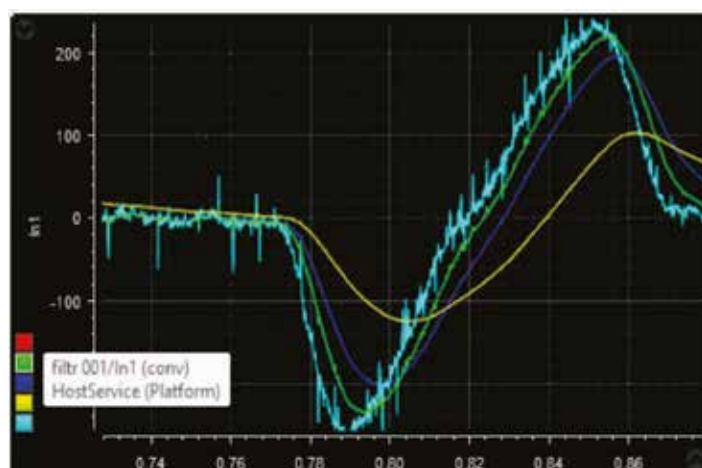
Rys. 6. Rzeczywisty układ wykorzystujący sprzężenie zwrotne [opr. własne]

Kluczem do sukcesu było zastosowanie tzw. formuły Ackermanna – w dużym uproszczeniu, będącej matematycznym narzędziem, które pozwala tak dobrać parametry (wzmocnienia) regulatora, aby układ z wyprzedzeniem i odpowiednią siłą reagował na błędy położenia i prędkości kuli. Narzędzie to wykorzystuje pojęcie „biegunów układu” – im wartość biegunów jest bardziej ujemna, tym układ reaguje szybciej i silniej. Początkowo do obliczeń przyjęto bieguny o wartościach $[-45; -45; -45]$. Okazały się one jednak niewystarczające – reakcja magnesu była zbyt słaba i kula

wciąż opadała. Dopiero zmiana nastaw na $[-100; -100; -100]$ drastycznie przyspieszyła odpowiedź układu. Regulator zaczął kompensować błędy w ułamku sekundy, zanim kula zdążyła spaść, doprowadzając obiekt do upragnionej, stabilnej lewitacji.

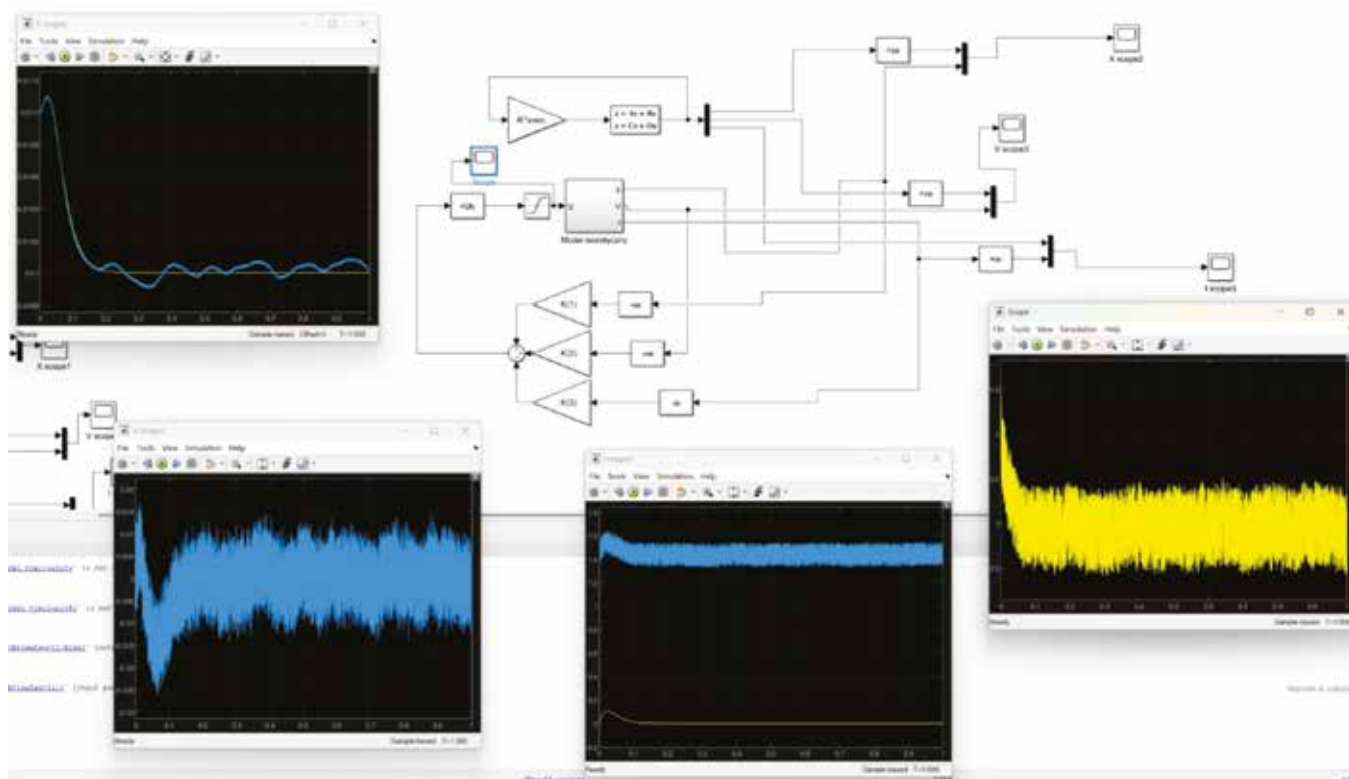
Filtracja i eliminacja zakłóceń

W rzeczywistym układzie sterowania pojawił się jeszcze jeden poważny problem – szumy pomiarowe. Sygnały pochodzące z czujników nigdy nie są idealnie czyste. Szczególnie problematyczne było odtworzenie prędkości kuli na podstawie zmieniającego się w czasie położenia. Wynikowy sygnał prędkości był mocno „poszarpany”. Próba sterowania magnesem na podstawie takich danych powodowała wibracje układu i głośną pracę cewki.

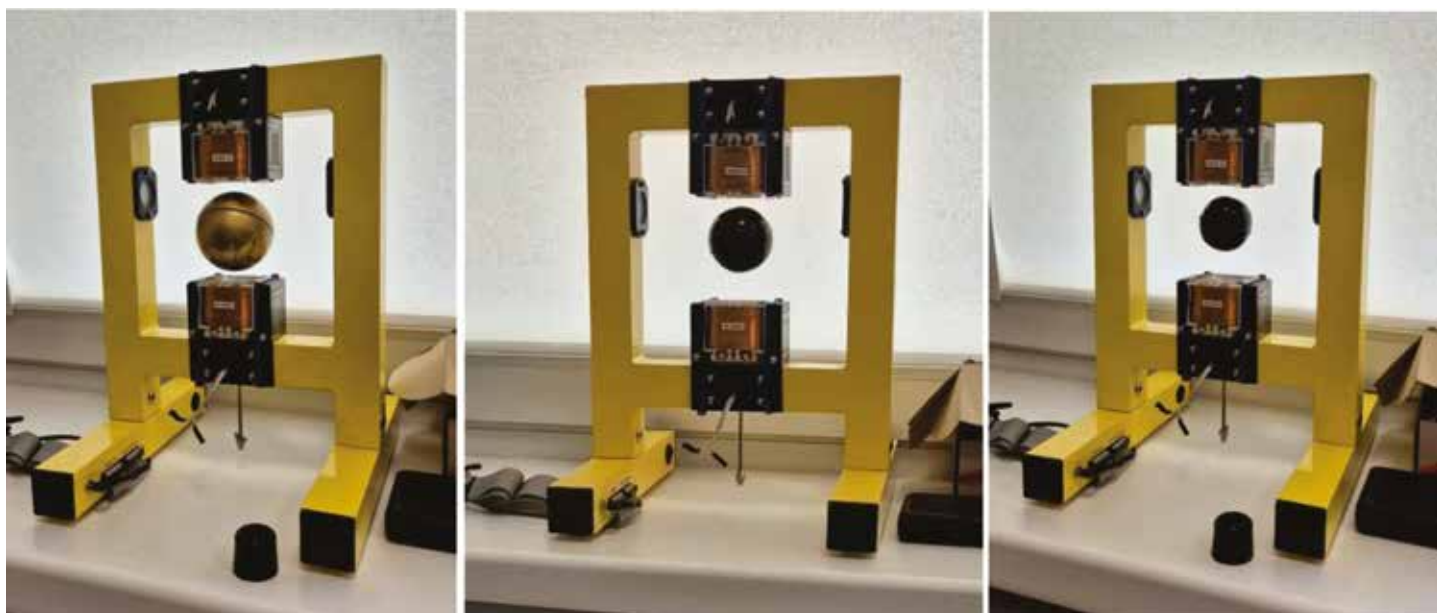


Rys. 7. Porównanie filtrów różniczkujących [opr. własne]

Kluczowym krokiem było zastosowanie odpowiednich filtrów cyfrowych. Wykonano analizę układu, porównując działanie filtrów o różnych



Rys. 8. Zestawienie wykresów wielkości kolejno: położenia, prędkości, prądu [opr. własne]



Rys. 9. Zestawienie lewitujących kul o różnych masach [opr. własne]

parametrach. Okazało się, że układ działa najsprawniej przy wykorzystaniu filtra inercyjnego o stałej czasowej $T = 1$ ms. Wykresy (rys. 7.) wyraźnie pokazały, że filtr ten skutecznie wygładził sygnał, odrzucając błędne „piki” pomiarowe, a jednocześnie nie opóźniał odczytów na tyle, by układ stracił stabilność.

Wnioski końcowe

Projekt zakończył się sukcesem, a przeprowadzone badania rzeczywistego obiektu oraz wcześniejsze symulacje pozwoliły sformułować następujące wnioski:

- Układ lewitacji magnetycznej jest z natury obiektem wysoce niestabilnym. Sama cewka nie jest w stanie utrzymać obiektu w powietrzu bez wprowadzenia zaawansowanego sprzężenia zwrotnego.
- Zastosowanie metody zmiennych stanu i odpowiednie dostrojenie regulatora (zwiększenie szybkości reakcji) skutecznie rozwiązało problem, umożliwiając płynną lewitację.
- Jakość pomiarów w świecie rzeczywistym ma krytyczne znaczenie. Zjawisko szumu pomiarowego ma destrukcyjny wpływ na działanie

sterowania. Odpowiednia konfiguracja cyfrowych filtrów różniczkujących jest niezbędna do wyciszenia zakłóceń.

- Opracowany układ regulacji cechuje się wysoką odpornością na zmiany. Przetestowano działanie stanowiska, podmieniając kule na obiekty o różnych masach – w każdym przypadku system automatycznie dostosowywał prąd cewki, skutecznie podtrzymując lewitację bez konieczności rekonfiguracji oprogramowania.

Bibliografia

- [1] Sinha P. K. *Electromagnetic Suspension: Dynamics and Control*. London: Peter Peregrinus Ltd.
- [2] Ogata K. *Modern Control Engineering*, 5th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- [3] Kaczorek T. *Teoria sterowania i systemów*. Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [4] Mrozek B., Mrozek Z. *MATLAB i Simulink*. Poradnik użytkownika. Gliwice: Helion.

Urszula Kupis (1937 – 2026)

Śp. Urszula Kupis urodziła się 31 marca 1937 roku w Łodzi i z tym miastem była związana przez całe życie. Jej dzieciństwo przypadło na lata okupacji niemieckiej w czasie II wojny światowej. Rodzice zostali wywiezieni na roboty, a mała Ula cudem uniknęła zamknięcia w obozie dla dzieci przy ul. Przemysłowej w Łodzi. Ula została ukryta u cioci Broni w Tuszyńcu, gdzie była kochana i otoczona opieką.

Po zakończeniu wojny i powrocie rodziców Ula uczęszczała do szkoły podstawowej, następnie do Liceum Pedagogicznego. W 1959 roku Urszula rozpoczęła pracę w Zakładzie Usług Radiowych i Telewizyjnych, jednocześnie uczyła się w Technikum Łączności. W latach 1964 – 1999 pracowała w stacjach radiowych i telewizyjnych. W pracy Ula nawiązała wiele przyjaźni, z których większość przetrwała do ostatnich dni życia.

Od 1974 roku była członkiem Oddziału Łódzkiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich. Przez wiele lat była aktywnym członkiem Zarządu Koła Seniorów im. inż. Zbigniewa Kopczyńskiego, inicjatorką wielu przedsięwzięć podejmowanych przez Koło. Pełniła funkcję sekretarza Zarządu Koła Seniorów protokółując przebieg zebrań Zarządu oraz zebrań sprawozdawczo-wyborczych. Przez dwie kadencje była członkiem Komisji Rewizyjnej Oddziału, wypełniając zadania statutowe leżące w zakresie działalności Komisji Rewizyjnej Oddziału.

Za wieloletnią pracę społeczną została uhonorowana m.in. Godnością Zasłużonego Seniora SEP, Szafrówą, Złotą i Srebrną Odznaką Honorową SEP, Srebrną Odznaką Honorową NOT oraz Medalem im. prof. Mieczysława Pożaryskiego, Medalem im. prof. Janusza Groszkowskiego, Medalem 90 lat SEP. Otrzymała również wyróżnienia resortowe: Złotą i Srebrną Odznakę Zasłużony Pracownik Łączności, Odznakę Honorową Zasłużony dla Łączności.

Podczas pracy w Zakładzie Usług Radiowych i Telewizyjnych poznała przyszłego męża Leszka. W 1968 roku na świecie pojawił się syn Piotr. Urszula i Leszek byli ze sobą bardzo związani emocjonalnie, odnosili się do siebie z szacunkiem i miłością. Urszula przeżyła ze swoim mężem 59 lat w małżeństwie.

Była dobrą mamą i babcią, lubiła rodzinę i rodzinne spotkania. Bardzo kochała swoje wnuczki – Basię i Kasię, cieszyła się także, że Basia ma takiego dobrego męża – Kubę.

Niestety, w 2019 roku nastąpił atak groźnej choroby, z którą Urszula dzielnie walczyła. W ciągu kilku lat dołączyły kolejne dolegliwości.

Zapamiętamy Ją jednak taką jak na zdjęciu – radosną, szczęśliwą, pełną życia.

Czesław Maślanka

Koło Seniorów im. inż. Zbigniewa Kopczyńskiego



Andrzej Kubiak (1947 – 2026)

Andrzej Kubiak urodził się w Łodzi. Uczęszczał do szkoły średniej o profilu elektrycznym. Następnie, jednocześnie pracując, ukończył w 1974 roku Politechnikę Łódzką na Wydziale Elektrycznym o specjalności elektrotechnika przemysłowa.

Pracę zawodową rozpoczął w 1966 roku w EmaElester, pracując na stanowisku samodzielnego konstruktora. Następnie w latach 1974–1978 pracował w PBE Elektrobudowa jako starszy asystent projektu. W latach 1978–1981 zajmował stanowisko specjalisty do spraw elektrycznych w Centralnym Laboratorium Jedwabniczo-Dekoracyjnym.

Pracę w Elektrociepłowni Nr 1 (EC1) rozpoczął w 1981 roku. Po przeszkoleniu został dyżurnym inżynierem ruchu i na tym stanowisku pracował do 2001, aż do zamknięcia EC1. Następnie został zatrudniony w EC2, gdzie zakończył karierę zawodową na stanowisku inspektora nadzoru remontów, przechodząc w 2006 roku na emeryturę.

Pracując w EC1 wstąpił do Stowarzyszenia Elektryków Polskich, do koła związanego z Elektrociepłownią Veolia Energia Łódź S.A. Zawsze chętnie uczestniczył w organizowanych przez koło przedsięwzięciach i spotkaniach.

Andrzej pasjonował się historią. Przez ostatnie kilka lat uczęszczał na wykłady Uniwersytetu III wieku. Wielu słuchaczy tych wykładów żegnało Go w ostatniej drodze. Był w tym środowisku bardzo ceniony i lubiany.

Dużą przyjemnością było spędzanie czasu z Andrzejem, dyskusowanie o historii oraz problemach współczesnego świata, zawsze bez zapalczywości, z dystansem i humorem.

Będzie nam Go brakowało.

Janusz Jabłoński

Koło SEP przy Veolia Energia Łódź S.A.

W dniu 26 maja 2026 r. pożegnaliśmy kolegę Andrzeja Kubiaka. Spoczął w grobie rodzinnym na Cmentarzu Rzymskokatolickim pw. św. Anny w Łodzi.

Na tę smutną uroczystość przybyło dużo Jego koleżanek, kolegów i znajomych. Żegnaliśmy Andrzeja, który w naszej pamięci zostanie zapamiętany jako wspaniały, pełen życzliwości i zawsze chętny do pomocy kolega.

Był człowiekiem bardzo rodzinnym. Miał wspaniałą rodzinę. Żona Krystyna i ukochana córka Kasia bardzo go wspierały w walce z chorobą. Cieszył się wnukami: Frankiem, Mateuszem i Janem, a szczególnie ich postępami w nauce i realizowanymi sportowymi pasjami.

XLI Walny Zjazd Delegatów Stowarzyszenia Elektryków Polskich Wrocław, 2026

Andrzej Boroń
Oddział Łódzki SEP

W dniach 11–14 czerwca 2026 r. we Wrocławiu odbył się XLI Walny Zjazd Delegatów SEP pod hasłem: „Nowe wyzwania i możliwości w elektryce przyszłości”. Obrady oraz główne uroczystości odbyły się na terenie kampusu Politechniki Wrocławskiej oraz w gmachu głównym politechniki. Patronatu honorowego udzielili:

- marszałek Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej – Włodzimierz Czarzasty,
- minister energii – Miłosz Motyka,
- wojewoda dolnośląski – Anna Żabska,
- prezydent Wrocławia – Jacek Sutryk,
- rektor Politechniki Wrocławskiej – prof. Arkadiusz Wójs.

W zjeździe uczestniczyli delegaci reprezentujący oddziały SEP wraz z Członkami Honorowymi SEP i przedstawicielami członków wspierających SEP.

Na to najważniejsze w naszym Stowarzyszeniu wydarzenie z Oddziału Łódzkiego zostali wybrani:

1. Piotr Borkowski – prezes Oddziału i delegat,
2. Karol Adamiak,
3. Jerzy Bogacz,
4. Małgorzata Höffner
5. Władysław Szymczyk,
6. Andrzej Boroń, Członek Honorowy,
7. Anna Grabiszewska – dyrektor Biura Oddziału – gość zjazdu.



Od lewej: Władysław Szymczyk, Andrzej Boroń, Anna Grabiszewska, Małgorzata Höffner, Karol Adamiak, Piotr Borkowski

Pierwszy dzień zjazdu, a właściwie dzień „zerowy”, rozpoczęła uroczysta msza święta w intencji uczestników XLI WZD SEP w kościele pw. Najświętszego Serca Jezusowego. Następnie uczestnicy zjazdu wzięli udział w uroczystości złożenia kwiatów pod Pomnikiem Martyrologii Profesorów Lwowskich. Kolejną uroczystością było oficjalne otwarcie wystawy „Elektryka polska – od rozbiorów do początków III RP”.

W sali obrad odbyło się seminarium inauguracyjne „Transformacja energetyczna XXI w. Potrzeby – suwerenność – bezpieczeństwo”.

W dalszej kolejności scenariusz wydarzenia przewidywał powitanie i wystąpienia gości XLI WZD SEP.

Zebranych przywitał kol. Sławomir Cieślík, który wygłosił referat pt.: „Local content w transformacji polskiego systemu energetycznego”.

Kolejni referenci to:

- Andrzej Diakun, „Wirtualna elektrownia”,
- Radosław Gutowski, „Polska transformacja energetyczna XXI w. Energia Ekologia Ekonomia Edu.”

Po tych wydarzeniach delegaci i zaproszeni goście zostali przewiezieni do hotelu.

W pierwszym dniu oficjalnym obrad, który odbył się w Centrum Konferencyjnym Politechniki Wrocławskiej, po wyborach komisji zjazdowych, nastąpiła uroczystość nadania członkostwa honorowego ośmiu członkom Stowarzyszenia. Obradom przewodziło prezydium na czele z przewodniczącym kol. Andrzejem Hacholem. Honorowy tytuł przyznano:

- Ryszardowi Grochowskiemu,
- Eugeniuszowi Kaczmarkowi,
- Janowi Kapinosowi,
- Andrijowi Kryżaniwskijemu,



Oznakę Członka Honorowego SEP odbiera Andrzej Boroń

- Jerzemu Kucińskiemu,
- Bolesławowi Pałacowi,
- Zuzannie Szurmichorze,
- Andrzejowi Wac-Włodarczykowi.

Nadawanie godności Członka Honorowego SEP osobom szczególnie zasłużonym dla rozwoju szeroko pojętej elektryki lub w działalności Stowarzyszenia Elektryków Polskich, było jedną z najważniejszych kompetencji Walnego Zjazdu Delegatów. Należy tu nadmienić, że wraz z dyplomem Członka Honorowego SEP wręczono, po raz pierwszy od momentu ustanowienia tego wyróżnienia, odznakę Członka Honorowego. Odznakę tę, wręczono również obecnym na sali obrad członkom honorowym, którym członkostwo nadano wcześniej.

Następnie, po sprawozdaniach organów statutowych (ZG, GKR, GSK i KW) oraz udzielonym absolutorium, nastąpił wybór prezesa SEP. Zgłoszono dwóch kandydatów – dotychczasowego prezesa kol. Sławomira Cieślika i kol. Radosława Gutowskiego. W głosowaniu, na kadencję 2026–2030 został ponownie wybrany kol. Sławomir Cieślik.

Pierwszy dzień zwieńczył koncert kwartetu smyczkowego „4te Quartet”.



Występ kwartetu smyczkowego „4te Quartet”

W drugim dniu obrad kol. Sławomir Cieślik – prezes SEP przedstawił projekt Strategii na lata 2026–2034, który został przyjęty przez delegatów.

Kolejnym punktem posiedzenia były wybory do władz: ZG, GKR, GSK i KW.

Do organów tych zostali wybrani:

Zarząd Główny SEP w kadencji 2026–2030:

1. Miłosława Kujszczyk-Bożentowicz - wiceprezes-skarbnik,
2. Marek Grzywacz - wiceprezes,
3. Bolesław Pałac - wiceprezes,
4. Mariusz Saratowicz - wiceprezes,
5. Michał Cichowicz - sekretarz,
6. Ryszard Beniak - członek Zarządu,
7. Radosław Gutowski - członek Zarządu,
8. Aleksandra Konkiewska - członek Zarządu,
9. Andrzej Koźmiński - członek Zarządu,
10. Tomasz Kraszewski - członek Zarządu,
11. Wojciech Mosakowski - członek Zarządu,
12. Jan Musiał - członek Zarządu,
13. Waldemar Olczak - członek Zarządu,
14. Przemysław Tabaka - członek Zarządu,
15. Maria Zastawny - członek Zarządu.

Do **Głównej Komisji Rewizyjnej** wybrano:

1. Piotra Szymczaka,
2. Jana Kapinosa,
3. Danutę Woszczek,
4. Jerzego Kucińskiego,
5. Marka Rusina,
6. Krzysztofa Komorowskiego,
7. Piotra Wojtasa,
8. Jerzego Kaflika
9. Andrzeja Kubowicza.

Główny Sąd Koleżeński w kadencji 2026–2030 ukonstytuował się w składzie:

1. Bogumił Dudek – przewodniczący,
2. Jan Kurek – zastępca przewodniczącego,
3. Adam Borguński – sekretarz,
4. Andrzej Gawrysiak – członek GSK,
5. Szczepan Milewski – członek GSK,
6. Jan Nowastowski – członek GSK,
7. Krzysztof Siodła – członek GSK.

Skład **Komisji Wyborczej WZD** przedstawia się następująco:

1. Małgorzata Gregorczyk,
2. Kamil Cierzniewski,
3. Krzysztof Kobyliński,
4. Wiesław Pieprzyk,
5. Tadeusz Woliński,
6. Ryszard Marcińczak,
7. Andrzej Liszewski,
8. Tadeusz Pałko,
9. Kazimierz Pawlicki.



Od lewej: Anna Grabiszewska, Władysław Szymczyk, Andrzej Boroń, Piotr Borkowski, Karol Adamiak, Jerzy Bogacz

Należy tu nadmienić, że Oddział Łódzki wytypował do władz Stowarzyszenia jedynie kol. Piotra Borkowskiego (do ZG). Niestety kol. Piotr nie otrzymał wymaganej liczby głosów. Kol. Andrzeja Gawrysiaka delegaci naszego Oddziału zgłosili już na Sali obrad. Członek naszej delegacji – kol. Władysław Szymczyk został wybrany do Komisji Skrutacyjnej, a następnie na funkcję przewodniczącego Komisji. Komisja ściśle współpracowała z firmą, która prowadziła elektroniczne głosowanie do Prezydium Zjazdu.



Przewodniczący Komisji Skrutacyjnej XLI WZD SEP Władysław Szymczyk

Następnie uchwalono nową procedurę wyłaniania kandydatów do godności członka honorowego Stowarzyszenia Elektryków Polskich, nowy Statut SEP oraz regulaminy: Zarządu Głównego SEP, Głównej Komisji Rewizyjnej SEP, Komisji Wyborczej WZD, Rady Naukowo-Technicznej SEP, Rady Prezesów SEP oraz sprawozdania funkcji i wynagradzania prezesa SEP.

Na zakończenie obrad przyjęto uchwały i wnioski zgłoszone przez delegatów.

Na posiedzeniu inauguracyjnym Rady Prezesów wybrano dziekana Rady Prezesów, którym został kol. Marcin Fice, prezes Oddziału Gliwickiego SEP.

Wieczorem odbyła się uroczysta gala z udziałem delegatów i zaproszonych gości.

W ostatnim dniu uczestnicy Zjazdu mieli okazję wziąć udział w jednej z dwóch wycieczek: do Świdnicy ze zwiedzaniem centrum historycznego z wybranymi obiektami i Kościoła Pokoju lub do Oławy ze zwiedzaniem Muzeum Motoryzacji WENA.

Oddział Łódzki SEP wspiera młode talenty techniczne

Barbara Kapruziak
Koło SEP Pracowników Politechniki Łódzkiej
Łódzkie Centrum Doskonalenia Nauczycieli
i Kształcenia Praktycznego

XXXIII Konkurs „Najlepsza praca modelowo-konstrukcyjna w szkołach elektrycznych i elektronicznych”

Innowacyjne rozwiązania techniczne, imponująca kreatywność młodzieży oraz wysoki poziom merytoryczny prezentowanych projektów – tak można podsumować XXXIII edycję konkursu „Najlepsza praca modelowo-konstrukcyjna w szkołach elektrycznych i elektronicznych”, którego honorowym patronem był Oddział Łódzki Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

Konkurs, organizowany przez Łódzkie Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego, od ponad trzech dekad jest jednym z najważniejszych przedsięwzięć skierowanych do uczniów szkół ponadpodstawowych województwa łódzkiego, kształcących się w zawodach związanych z branżą elektryczną, elektroniczną, informatyczną, mechatroniczną oraz mechaniczną.

Jego celem jest rozwijanie zainteresowań technicznych, promowanie innowacyjnych rozwiązań oraz wspieranie młodych ludzi w zdobywaniu kompetencji niezbędnych na współczesnym rynku pracy. Tegoroczna

edycja po raz kolejny potwierdziła wysoki poziom przygotowania młodych konstruktorów oraz ich zdolność do tworzenia innowacyjnych rozwiązań technicznych.

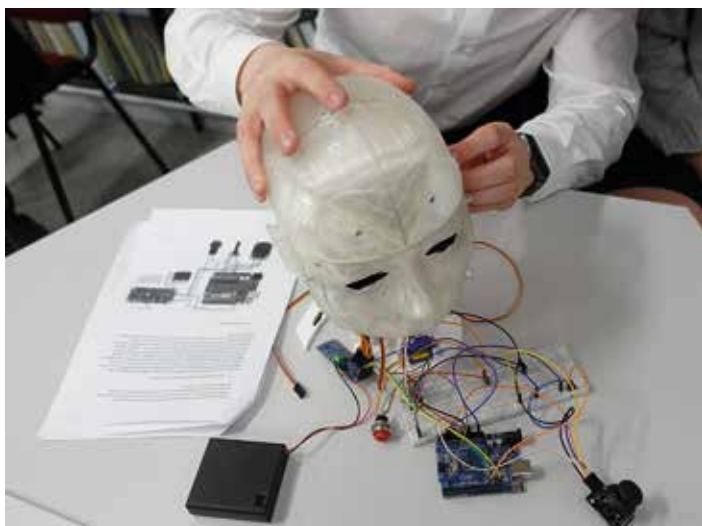
SEP od lat wspiera edukację techniczną

Zaangażowanie Oddziału Łódzkiego SEP w organizację konkursu wykraczało poza objęcie wydarzenia honorowym patronatem. Przedstawiciele Stowarzyszenia aktywnie uczestniczyli w pracach Komisji Konkursowej.

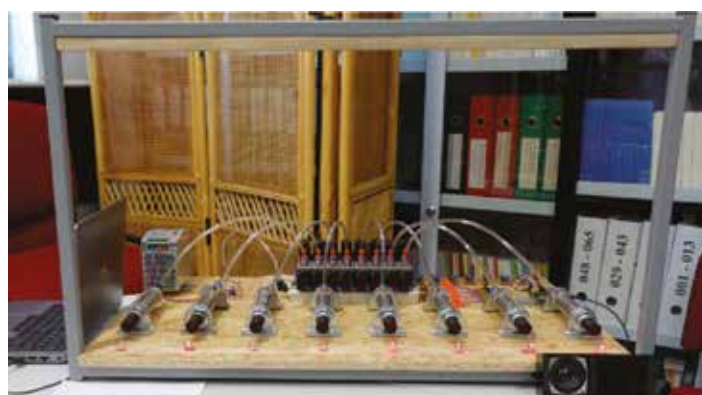
W skład komisji weszli przedstawiciele środowiska naukowego, pracodawców oraz Oddziału Łódzkiego SEP. Funkcję przewodniczącego pełnił mgr inż. Dariusz Hantsz, a członkami komisji byli m.in.: dr inż. Artur



Podczas finałów



Głowa robota



Przykładowe projekty zgłoszone do konkursu



Komisja konkursowa

Szczęśny oraz dr hab. inż. Przemysław Tabaka. Dzięki obecności ekspertów ocena projektów odbywała się z uwzględnieniem najwyższych standardów technicznych i inżynierskich.

Istotnym elementem wsparcia było również ufundowanie nagród dla laureatów konkursu przez Oddział Łódzki SEP. To kolejny przykład konsekwentnej działalności Stowarzyszenia na rzecz rozwoju oraz promocji zawodów technicznych wśród młodzieży.

Obok Oddziału Łódzkiego SEP fundatorem nagród była Politechnika Łódzka oraz firma ISA – SERWIS Mariusz Łodkowski.

Młodzi konstruktorzy zachwycili poziomem projektów

Do finału konkursu zakwalifikowano 11 prac z całego województwa łódzkiego. Uczestnicy prezentowali własne rozwiązania konstrukcyjne podczas publicznej obrony projektów. Ocenie podlegały między innymi innowacyjność, funkcjonalność, jakość wykonania oraz sposób prezentacji.

Wśród nagrodzonych znalazły się m.in. projekty związane z robotyką, biomechaniką, automatyką oraz elektroniką użytkową.

Szczególne uznanie zdobyły takie rozwiązania jak „Ubieralny system do analizy biomechanicznej postawy ciała”, „Harfa laserowa”, „Antropo-

morficzny robot kinetyczny (A.R.E.K.)” czy „Mobilny łazik ekspedycyjny FPV”.

Członkowie Komisji Konkursowej podkreślali wyjątkowo wysoki poziom merytoryczny i techniczny wszystkich zgłoszonych prac. Uczniowie wykazali się nie tylko rozległą wiedzą techniczną i umiejętnościami praktycznymi, ale także samodzielnością, kreatywnością oraz dojrzałością



Prezentacja nagrodzonej pracy



Przedstawiciele OŁ SEP aktywnie uczestniczyli w pracach Komisji Konkursowej



Ocena prac



Obrady komisji

i profesjonalizmem w prezentowaniu własnych rozwiązań. Wiele projektów odpowiadało aktualnym trendom rozwoju nowoczesnych technologii i automatyki, a poziom wystąpień ich autorów był porównywalny ze standardami spotykanymi na uczelniach technicznych.

Uroczysta Gala z udziałem władz OŁ SEP





Zwieńczeniem konkursu była uroczysta Gala wręczenia nagród, która odbyła się 28 maja 2026 roku w siedzibie Łódzkiego Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego. W wydarzeniu uczestniczyli przedstawiciele środowiska edukacyjnego, dyrektorzy szkół zawodowych, członkowie Komisji Konkursowej oraz reprezentanci Oddziału Łódzkiego SEP.

Gościem honorowym Gali był prezes OŁ SEP – prof. dr hab. inż. Piotr Borkowski, kierownik Katedry Aparatów Elektrycznych na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki PŁ oraz dyrektor Biura Oddziału Łódzkiego SEP – Anna Grabiszewska.

Zebranych powitała dyrektor Łódzkiego Centrum Doskonalenia Nauczycieli i Kształcenia Praktycznego – Agnieszka Ochmańska, która pogratulowała zwycięzcom konkursu i podziękowała nauczycielom – opiekunom prac konkursowych za ich zaangażowanie podczas realizacji projektów technicznych, cenne wskazówki i merytoryczne wsparcie swoich podopiecznych.

Głos zabrał także prezes OŁ Stowarzyszenia Elektryków Polskich – prof. Piotr Borkowski. W swoim wystąpieniu pogratulował laureatom osiągnięć oraz podkreślił znaczenie rozwijania pasji technicznych i inżynierskich już na etapie edukacji szkolnej. Zachęcał młodzież do dalszego doskonalenia umiejętności, podejmowania nowych wyzwań oraz aktywnego uczestnictwa w życiu środowiska technicznego.

– Prezentowane projekty są dowodem na to, że w szkołach naszego regionu kształcą się wielu utalentowanych młodych ludzi, którzy już dziś potrafią tworzyć rozwiązania odpowiadające współczesnym wyzwaniom technicznym. Życzę wszystkim uczestnikom, aby rozwijali swoje zainteresowania i w przyszłości współtworzyli środowisko polskich inżynierów oraz specjalistów branży elektrycznej i elektronicznej – podkreślił prezes OŁ SEP.

sowania i w przyszłości współtworzyli środowisko polskich inżynierów oraz specjalistów branży elektrycznej i elektronicznej – podkreślił prezes OŁ SEP.

Obecność władz OŁ SEP podczas Gali była wyrazem uznania dla pracy uczniów i nauczycieli oraz potwierdzeniem, że Stowarzyszenie konsekwentnie wspiera inicjatywy służące rozwojowi przyszłych kadr polskiej elektroenergetyki, elektroniki i automatyki.

Uroczysta Gala była nie tylko okazją do wręczenia nagród i wyróżnień, zarówno uczniom, jak i ich nauczycielom prowadzącym, ale również do zaprezentowania najlepszych projektów szerokiemu gronu uczestników. Wydarzenie potwierdziło, że współpraca środowiska edukacyjnego, uczelni technicznych, przedsiębiorców oraz organizacji branżowych, takich jak Stowarzyszenie Elektryków Polskich, przynosi wymierne efekty w postaci rozwoju młodych talentów technicznych.

Inwestycja w przyszłość polskiej techniki

Konkurs „Najlepsza praca modelowo-konstrukcyjna w szkołach elektrycznych i elektronicznych” od lat pokazuje, jak duży potencjał tkwi w młodych konstruktorach i przyszłych inżynierach. Dla Oddziału Łódzkiego SEP wspieranie takich przedsięwzięć jest naturalnym elementem realizacji misji Stowarzyszenia, polegającej na rozwoju wiedzy technicznej, promocji nowoczesnych technologii oraz budowaniu więzi pomiędzy edukacją a środowiskiem zawodowym.

Oddział Łódzki SEP składa serdeczne gratulacje wszystkim laureatom, wyróżnionym uczestnikom oraz ich nauczycielom i opiekunom. Sukces młodych konstruktorów jest najlepszym dowodem na to, że inwestowanie w edukację techniczną stanowi inwestycję w przyszłość polskiej gospodarki i nowoczesnych technologii.

Poniżej przedstawiamy pełne wyniki XXXIII edycji Konkursu:

w kategorii **PIERWSZE KROKI:**

1. I miejsce ex aequo – **Jakub Duda** z Zespołu Szkół nr 2 w Koluśkach za pracę *Mobilny łazik ekspedycyjny FPV* (opiekunowie: Sebastian Chruściel, Krzysztof Feja) i **Dawid Szczepanik** z Zespołu Szkół nr 2 w Pabianicach za pracę *HHA-01 – Hybrydowy wzmacniacz słuchawkowy i przedwzmacniacz liniowy* (opiekun: Adam Janicz),
2. II miejsce – **Michał Jasiński, Igor Ekielski** z Zespołu Szkół Edukacji Technicznej w Łodzi za pracę *Rower elektryczny* (opiekun: Jacek Ubysz);

w kategorii **PROFESJONALIŚCI:**

1. I miejsce ex aequo – **Krzystian Cywiński** z Zespołu Szkół Ponadpodstawowych w Kleszczowie za pracę *Ubieralny system do analizy biomechanicznej postawy ciała* (opiekun: Krzysztof Feja) i **Maksymilian Szymczak** z Technikum nr 9 w Zespole Szkół Politechnicznych w Łodzi za pracę *Harfa laserowa* (opiekun: Stanisław Dębiec),

2. II miejsce ex aequo – **Rafał Jasiak** z Zespołu Szkół Edukacji Technicznej w Łodzi za pracę *Prądnica wolnoobrotowa v.2* (opiekun: Damian Mikołajczyk) i **Natalia Opala, Michał Jedynak** z Zespołu Szkół nr 2 w Koluśkach za pracę *Antropomorficzny Robot Kinetyczny (A.R.E.K.)* (opiekunowie: Sebastian Chruściel, Krzysztof Feja),
3. III miejsce ex aequo – **Witold Delewski** z Zespołu Szkół nr 2 w Koluśkach za pracę *Manipulator antropomorficzny BCN3d Moveo* (opiekunowie: Sebastian Chruściel, Krzysztof Feja, Tomasz Just) i **Jakub Tyma** z Zespołu Szkół Elektroniczno-Informatycznych w Łodzi za pracę *Wzmacniacz gitarowy lampowy* (opiekun: Tomasz Kąkolewski).

Komisja Konkursowa za szczególne walory zaprezentowanej pracy modelowo-konstrukcyjnej przyznała dwa wyróżnienia w kategorii PROFESJONALIŚCI.

Wyróżnienia otrzymali:

1. **Antoni Janowski** z Zespołu Szkół Elektroniczno-Informatycznych w Łodzi za pracę *Licznik oraz system oświetlenia do roweru* (opiekun: Tomasz Kąkolewski),
2. **Jakub Krakowiak** z Zespołu Szkół nr 2 w Koluśkach za pracę *System segregacji krążków według koloru i materiału* (opiekun: Sebastian Chruściel).

Spotkanie Centralnego Kolegium Sekcji Trakcji Elektrycznej Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Jakub Gałęski

Koło SEP przy MPK Łódź Sp. z o.o.

W dniu 29 maja 2026 r. Zarząd Oddziału Łódzkiego, na podstawie złożonego wniosku, zarejestrował koło SEP przy MPK Łódź Sp. z o.o.

Na zebraniu założycielskim wybrano władze Koła w składzie:

1. Jakub Gałęski – prezes,
2. Mirosław Grzelakowski – wiceprezes,
3. Marcin Stępień – skarbnik,
4. Krzysztof Grabarczyk – sekretarz.

Pierwsza inicjatywa koła

W dniu 2 czerwca 2026 r. Koło Stowarzyszenia Elektryków Polskich przy MPK-Łódź sp. z o.o. było gospodarzem spotkania członków Centralnego Kolegium Trakcji Elektrycznej Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

Spotkanie rozpoczęło się od przejazdu wagonem pomiarowym nr 92338 skonstruowanym przez MPK – Łódź, na trasie Dworzec Fabryczny





– siedziba Zakładu Torów i sieci MPK – Łódź Sp. z o.o. przy ulicy Dąbrowskiego 23. W trakcie przejazdu koledzy Andrzej Janicki oraz Robert Rembertowski szczegółowo omówili techniczne możliwości pojazdu w zakresie pomiaru i analizy parametrów sieci trakcyjnej tramwajowej oraz układu zasilania.

Następnie członkowie kolegium udali się do Centralnej Dyspozytorii Mocy MPK – Łódź, w której Jakub Gałęski przedstawił zastosowany system dyspozytorski do nadzoru i sterowania podstacjami trakcyjnymi tramwajowymi na terenie Łodzi oraz Pabianic i Zgierza.

W drugiej części spotkania przewodniczący CKSTE SEP Piotr Zagozdón omówił bieżące sprawy kolegium, między innymi elektryfikację kolei dużych prędkości, a także plany organizacyjne wyjazdu na zbliżające się targi kolejowe INOTRANS w Berlinie.

Na zakończenie spotkania członkowie kolegium udali się na podstację trakcyjną typu kontenerowego „Przygraniczna”, gdzie mieli możliwości zapoznania się z nowoczesnymi rozwiązaniami dla potrzeb zasilania sieci trakcyjnej linii tramwajowej do Konstantinowa Łódzkiego. Szczególne zainteresowanie uczestników spotkania wzbudziły zainstalowane w podstacji ultraszybkie próżniowe wyłączniki prądu stałego.



Na zakończenie należy podkreślić, że jest to już drugie spotkanie w Łodzi członków Centralnego Kolegium Sekcji Trakcji Elektrycznej Stowarzyszenia Elektryków Polskich i również, jak na pierwszym spotkaniu, zostały poruszane niezwykle istotne techniczne zagadnienia w zakresie bieżących i przyszłych rozwiązań dla potrzeb zasilania sieci trakcyjnej tramwajowej i kolejowej.

Ogólnopolska Konferencja Naukowa Młodych Inżynierów Rzeszów, 26 – 28 lutego 2026 r.

Gabriela Lubas

Studenckie Koło SEP im. prof. Michała Jabłońskiego
przy Politechnice Łódzkiej

W dniach 26–28 lutego 2026 r. Rzeszów gościł blisko 50 przedstawicieli polskich uczelni w ramach XI Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej Młodych Inżynierów. Poza panelami naukowymi uczestnicy wzięli udział w równoległym konkursie na najlepsze projekty techniczne, reprezentując uczelnie z całej Polski – m.in. Gdańska, Łodzi, Warszawy czy Krakowa.

Organizatorami tegorocznej edycji było środowisko naukowe z Rzeszowa – koła naukowe oraz struktury SEP działające przy Uniwersytecie Rzeszowskim oraz Politechnice Rzeszowskiej. Zaangażowanie organizatorów pozwoliło uczestnikom na połączenie wymiany wiedzy z wizytą zaawansowanego zaplecza technicznego, w tym nowoczesnych laboratoriów Centrum Mikroelektroniki i Nanotechnologii Uniwersytetu Rzeszowskiego.



Rys. 1. Rozpoczęcie XI Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej Młodych Inżynierów

Dzięki wsparciu Oddziału Łódzkiego SEP, Politechnikę Łódzką reprezentowała trzyosobowa delegacja w składzie: Gabriela Lubas, Marcel Pawlik oraz Jakub Malinowski. Uczestnicy nie tylko brali aktywny udział w konferencji, ale również zaprezentowali własne osiągnięcia naukowe.

Pierwszy dzień rozpoczął się od przyjazdu i zakwaterowania uczestników w Hotelu Prezydenckim, a następnie wizyty w Centrum Mikroelektroniki i Nanotechnologii Uniwersytetu Rzeszowskiego. Podczas zwiedzania

zaprezentowano nowoczesne laboratoria oraz aktualne kierunki badań prowadzonych w ośrodku. Wieczorem odbyło się spotkanie integracyjne w Strefie Kultury Politechniki Rzeszowskiej, sprzyjające nawiązywaniu kontaktów między uczestnikami.

Drugi dzień był główną częścią konferencji. Po spotkaniu Studenckiej Rady Koordynacyjnej SEP odbyła się oficjalna inauguracja, podczas której organizatorzy podkreślili znaczenie współpracy młodych inżynierów oraz rozwoju kompetencji technicznych.

W części naukowej kol. Marcel Pawlik zaprezentował referat pt. „Stabilizacja układu lewitacji magnetycznej metodą sprzężenia zwrotnego od zmiennych stanu”. Praca dotyczyła uzyskania stabilnego unoszenia metalowej kuli w polu magnetycznym z wykorzystaniem formuły Ackermanna. Szczególną uwagę zwrócono na odporność układu na zmiany masy obiektu oraz skuteczność filtrów eliminujących szumy pomiarowe, co pozwoliło uzyskać stabilny i płynny ruch kuli.



Rys. 2. Prezentacja referatu pt. „Stabilizacja układu lewitacji magnetycznej metodą sprzężenia zwrotnego od zmiennych stanu” autorstwa Marcela Pawlika

Jakub Malinowski przedstawił pracę pt. „Wpływ zastosowania alternatywnych cieczy izolacyjnych na rozkład pól elektrycznych w transformatorze”. Wyniki badań wskazały, że tradycyjny olej mineralny prowadzi do nierównomiernego rozkładu pola elektrycznego i lokalnych przeciążeń izolacji. Zastosowanie cieczy alternatywnych, takich jak estry, pozwala natomiast uzyskać bardziej jednolity rozkład pola, co przekłada się na zwiększenie niezawodności i bezpieczeństwa pracy transformatorów.



Rys. 3. Prezentacja referatu pt. „Wpływ zastosowania alternatywnych cieczy izolacyjnych na rozkład pól elektrycznych w transformatorze” autorstwa Jakuba Malinowskiego

Poziom wystąpień był bardzo wysoki, jednak szczególne uznanie wzbudził referat delegata z Rzeszowa, poświęcony niezwykle aktualnej tematyce bezpieczeństwa cyfrowego. Wystąpienie wyróżniało się nie tylko solidnym ujęciem teoretycznym, lecz przede wszystkim interesującą częścią praktyczną, która w obrazowy sposób ukazała skalę współczesnych zagrożeń.

Prezentacja narzędzi symulujących ataki hakerskie uświadomiła uczestnikom, jak złudne bywa poczucie bezpieczeństwa. Widok „solidnych” haseł, które pod naporem algorytmów łamano w zaledwie kilka sekund, stał się dla wszystkich sygnałem do natychmiastowej weryfikacji własnych zabezpieczeń. To doświadczenie dobitnie pokazało, że w starciu z nowoczesną technologią tradycyjne metody ochrony często okazują się niewystarczające.

Dodatkowo prelegent pokazał, jak w prosty sposób sprawdzić, czy nasz adres e-mail oraz powiązane z nim dane nie wyciekły już wcześniej do sieci. Ten pokaz nie tylko wywołał najgorętszą dyskusję całego panelu, ale też zmusił wielu z uczestników do natychmiastowej weryfikacji własnych ustawień prywatności jeszcze w trakcie przerwy kawowej.



Rys. 4. Prezentacja posterów przez delegatów na XI Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej Młodych Inżynierów

Po zakończeniu obrad uczestnicy wzięli udział w uroczystej kolacji, stanowiącej okazję do dalszej integracji oraz wymiany doświadczeń w miłej atmosferze.

Trzeci dzień rozpoczął się wspólnym śniadaniem i wymeldowaniem z hotelu. Następnie uczestnicy mieli możliwość zwiedzenia Rzeszowa z przewodnikiem, poznając historię miasta oraz jego najważniejsze atrakcje.

Udział w konferencji stanowił cenne doświadczenie, umożliwiające zarówno poszerzenie wiedzy technicznej, jak i nawiązanie kontaktów w środowisku młodych inżynierów.

W imieniu delegatów składamy serdeczne podziękowania Oddziałowi Łódzkiemu SEP za wsparcie organizacyjne oraz umożliwienie udziału w wydarzeniu.



Rys. 5. Wspólne zdjęcie uczestników XI Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej Młodych Inżynierów

Jubileuszowa konferencja YES!2026 na Politechnice Gdańskiej

Gabriela Lubas

Studenckie Koło SEP im. prof. Michała Jabłońskiego przy Politechnice Łódzkiej

W dniach 27–28 maja 2026 roku przedstawiciele Studenckiego Koła SEP im. prof. Michała Jabłońskiego przy Politechnice Łódzkiej uczestniczyli w jubileuszowej, dziesiątej edycji ogólnopolskiej konferencji naukowej YES!2026, zorganizowanej przez Studenckie Koło SEP Politechniki Gdańskiej. Wydarzenie odbyło się pod hasłem „Elektroenergetyka 360° – technologia, ludzie, system. Od teorii do realnej transformacji” i zgromadziło studentów, naukowców, przedstawicieli przemysłu oraz uczniów szkół technicznych z całej Polski.

Konferencja miała charakter otwarty i bezpłatny, a jej głównym celem było stworzenie przestrzeni do wymiany wiedzy i doświadczeń

między środowiskiem akademickim a przedstawicielami branży elektroenergetycznej. W wydarzeniu uczestniczyło około 150–200 osób, w tym 45 delegatów studenckich kół SEP z różnych ośrodków akademickich. Uczestniczyli także uczniowie Technikum ZSTI w Elblągu w ramach dodatkowej popularyzacji kierunków technicznych wśród młodych pokoleń.

Uroczyste otwarcie konferencji odbyło się w murach Politechniki Gdańskiej, z udziałem władz uczelni oraz zaproszonych gości. Program wydarzenia został podzielony na dwie równoległe realizowane ścieżki: sesję wykładową oraz warsztaty praktyczne. Dzięki takiej formule uczestnicy mogli zarówno zapoznać się z najnowszymi osiągnięciami nauki i przemysłu, jak również zdobyć praktyczne umiejętności związane z nowoczesną elektroenergetyką.

Szczególnym zainteresowaniem cieszyły się wystąpienia ekspertów reprezentujących przedsiębiorstwa energetyczne oraz środowisko naukowe. Wśród poruszanych zagadnień znalazły się m.in. kompetencje przyszłości w sektorze energetycznym, nowoczesne rozwiązania oświetlenia drogowego, badania przyrządów do pomiaru impedancji



Rys. 1. Wspólne zdjęcie uczestników Konferencji Naukowej YES!



**Stowarzyszenie Elektryków Polskich
Oddział Łódzki**



KURS PIERWSZA POMOC PO PORAŻENIU PRĄDEM ELEKTRYCZNYM

Praktyczna wiedza i umiejętności, które mogą uratować życie!





BEZPIECZEŃSTWO
Zabezpieczenie miejsca zdarzenia i własne bezpieczeństwo



OCENA I REAKCJA
Ocena stanu poszkodowanego, wezwanie pomocy, postępowanie w razie porażenia prądem



RKO I AED
Resuscytacja krążeniowo-oddechowa z użyciem AED



SPECYFIKA PORAŻEŃ PRĄDEM
Rodzaje porażeń, możliwe powiktania, zasady postępowania





TERMIN
Szczegóły i zapisy:
www.seplodz.pl



MIEJSCE
Stowarzyszenie Elektryków Polskich
Oddział Łódzki
ul. Gen. Lucjana Żeligowskiego 43A / U4
90-644 Łódź



PROWADZĄCY
Wykwalifikowani wykładowcy z wieloletnim doświadczeniem w ratownictwie medycznym



ZAPISZ SIĘ JUŻ DZIŚ!
Liczba miejsc ograniczona

Kurs skierowany do elektryków, pracowników technicznych, uczniów oraz wszystkich zainteresowanych.

SEP – TRADYCJA I DOŚWIADCZENIE OD 1919 ROKU

pętli zwarciowej, technologie stosowane przy izolowaniu linii elektroenergetycznych, a także architektura okrętowych sieci prądu stałego. Uczestnicy mieli również okazję wysłuchać prelekcji dotyczących zwarć przerywanych w sieciach średniego napięcia, badań falowników przeznaczonych do instalacji fotowoltaicznych oraz wyzwań związanych z rozwojem inteligentnych sieci elektroenergetycznych.

Program konferencji wzbogaciły specjalistyczne szkolenia i warsztaty prowadzone przez przedstawicieli firm oraz ekspertów branżowych. Uczestnicy mieli możliwość zdobycia praktycznej wiedzy, zapoznania się z nowoczesnymi rozwiązaniami technicznymi oraz wymiany doświadczeń z osobami na co dzień związanymi z sektorem elektroenergetycznym.

Pierwszy dzień wydarzenia zakończyła uroczysta kolacja w Polskiej Filharmonii Bałtyckiej w Gdańsku, która stanowiła doskonałą okazję do integracji uczestników, nawiązania nowych kontaktów zawodowych oraz rozmów w mniej formalnej atmosferze. Spotkanie podkreśliło ju-

bileuszowy charakter konferencji i sprzyjało budowaniu relacji między przedstawicielami środowiska akademickiego i przemysłu.

Konferencja YES!2026 po raz kolejny potwierdziła, jak ważną rolę odgrywają inicjatywy organizowane przez studenckie koła naukowe i stowarzyszenia techniczne. Spotkanie stworzyło doskonałe warunki do nawiązywania kontaktów zawodowych, wymiany doświadczeń oraz poszerzania wiedzy w obszarze współczesnej elektroenergetyki. Dla przedstawicieli Politechniki Łódzkiej była to cenna okazja do reprezentowania uczelni, wymiany doświadczeń oraz poznania najnowszych trendów i kierunków rozwoju branży energetycznej.



Rys. 3. Uczestnicy konferencji YES! w Gdańsku podczas rozmów z ekspertami na stoisku Energa Operator.



Rys. 2. Rozpoczęcie X Ogólnopolskiej Konferencji YES!

Organizatorom z Politechniki Gdańskiej należą się słowa uznania za przygotowanie wydarzenia na wysokim poziomie merytorycznym i organizacyjnym. Jubileuszowa edycja konferencji pokazała, że współpraca studentów, naukowców i przedstawicieli przemysłu stanowi fundament rozwoju nowoczesnej elektroenergetyki oraz skutecznej transformacji energetycznej.



STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH

Oddział Łódzki

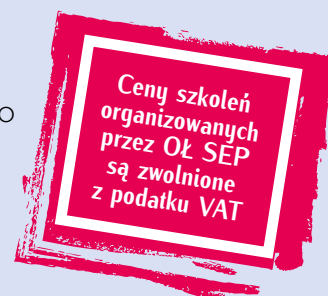
90-644 Łódź, ul. Żeligowskiego 43a/4

tel. 42 630 94 74, 42 632 90 39

e-mail: sep@seplodz.pl

www.seplodz.pl

- ❖ Egzaminy kwalifikacyjne dla osób na stanowiskach EKSPLOATACJI i DOZORU w zakresach: elektroenergetycznym, cieplnym i gazowym
- ❖ Kursy przygotowujące do egzaminów kwalifikacyjnych (wszystkie grupy)
- ❖ Kurs POMIARY PARAMETRÓW OŚWIETLENIA ELEKTRYCZNEGO WE WNĘTRZACH
- ❖ Kursy pomiarowe (zajęcia teoretyczne i praktyczne)
- ❖ Kursy specjalistyczne na zlecenie firm
- ❖ Konsultacje jednodniowe przygotowujące do egzaminu kwalifikacyjnego
- ❖ Prezentacje firm
- ❖ Reklamy w Biuletynie Techniczno-Informacyjnym OŁ SEP
- ❖ Organizacja imprez naukowo-technicznych (konferencje, seminaria)



OŚRODEK RZECZOZNAWSTWA OŁ SEP

oferuje bogaty zakres usług technicznych i ekonomicznych:

- Ekspertyzy i opinie urządzeń i instalacji energetycznych
- Ocena usprawnień, pomysłów, projektów i wniosków racjonalizatorskich urządzeń i instalacji energetycznych
- Badania techniczne urządzeń energetycznych
- Opracowywanie Instrukcji Organizacji Bezpiecznej Pracy i Instrukcji Eksploatacji urządzeń i instalacji energetycznych
- Wykonywanie pomiarów instalacji elektrycznych (w tym ocena skuteczności ochrony przeciwporażeniowej)
- Prowadzenie nadzorów inwestorskich i autorskich
- Odbiory jakościowe urządzeń energetycznych
- Sporządzanie świadectw charakterystyki energetycznej budynków i budowli
- Sprawdzanie stanu technicznego systemów ogrzewania z uwzględnieniem efektywności źródeł ciepła
- Sprawdzanie systemów klimatyzacji w zakresie sprawności systemu i doboru jego wielkości do wymogów chłodzenia
- Wyceny maszyn, urządzeń oraz obiektów energetycznych
- Okresowe pomiary instalacji fotowoltaicznych i farm
- Testy NCRfg instalacji i farm fotowoltaicznych
- Doradztwo i ekspertyzy ekonomiczne
- Audyty energetyczne
- Rekomendacje dla wyrobów i usług branży elektrycznej

OR OŁ SEP tel. 42 632 90 39, 42 630 94 74

Pozycja i ranga SEP są gwarancją najwyższej jakości, niezawodności i wiarygodności