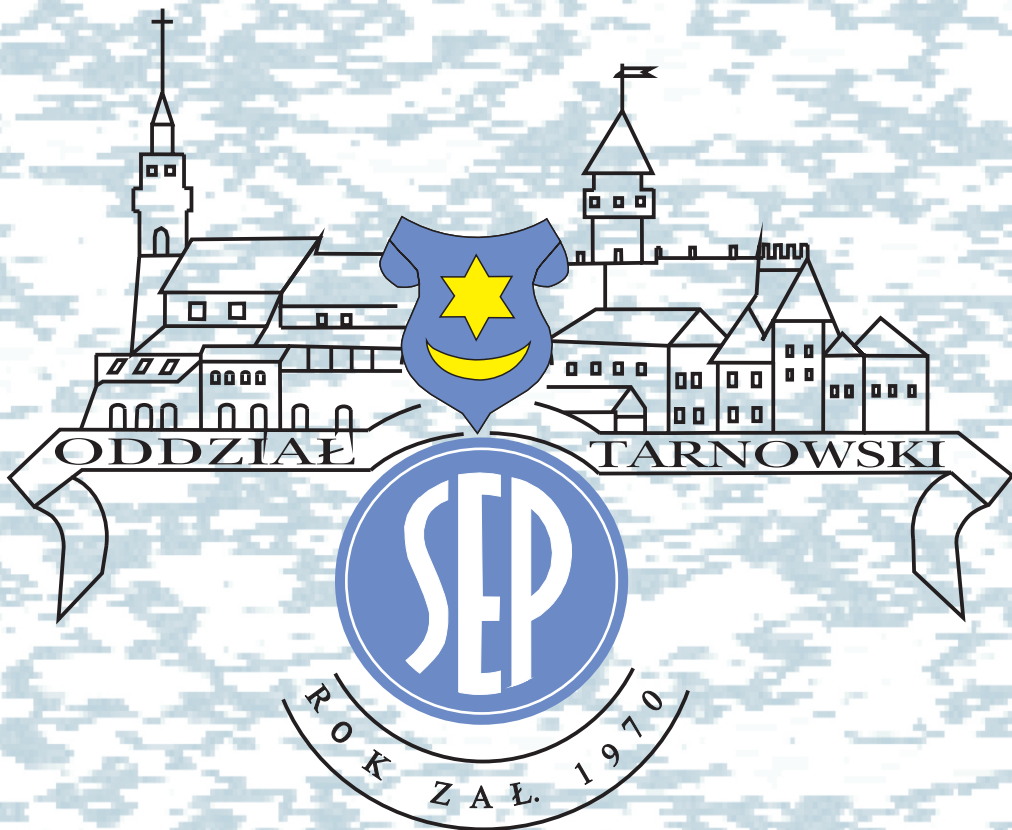




# BIULETYN



Maj 2014

46

Członkowie wspierający

ENION S.A.  
ODDZIAŁ W TARNOWIE  
Zakład Energetyczny Tarnów  
ul. Lwowska 72-96b  
33-100 Tarnów  
tel. (14) 631 10 00  
fax (14) 621 61 17  
NIP: 675 000 12 25  
e-mail: [biuro@tarnow.enion.pl](mailto:biuro@tarnow.enion.pl)



ZAKŁADY AZOTOWE  
W TARNOWIE-MOŚCICACH S.A.



## Hurtownia materiałów Elektrycznych



**SKLEPY:**

Tarnów.  
ul. Studniarskiego 2  
tel. (014) 631 13 68  
Bochnia, ul. Karosek 31  
tel. (014) 685 05 25

**HURTOWNIA:**

33-100 Tarnów  
ul. Kryształowa 1/3  
tel. (014) 630 10 30  
fax (014) 630 10 40

**SPRZEDAŻ HURTOWA I DETALICZNA**

# Biuletyn

## Oddziału Tarnowskiego

### Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Nr 46

Tarnów

Maj 2014

do użytku wewnętrznego



#### Do Czytelników

Wydawca:  
Zarząd Oddziału  
Tarnowskiego SEP  
Tarnów ul. Rynek 10  
tel. 14 621-68-13

KOLEGIUM  
REDAKCYJNE:  
Red. Nacz. mgr inż.  
A. Wojtanowski,  
Redaktorzy działów:  
mgr inż. A. Liwo,  
mgr inż. Jerzy  
Zgłobica

Zdjęcia wykonuje:  
mgr inż. Jerzy  
Zgłobica  
mgr inż. Piotr  
Wardzała

Za treść ogłoszeń  
Redakcja nie ponosi  
żadnej  
odpowiedzialności

Z wielką satysfakcją możemy oddać w Państwa ręce 46 numer naszego Biuletynu.

Na wstępie Biuletynu Prezes OT SEP przedstawia najważniejsze wydarzenia, które dotyczą działalności SEP. W dniach 20 i 21 maja OT SEP organizuje jak co roku Tarnowskie Dni Elektryki. Tematem obecnych TDE jest m.in. diagnostyka w energetyce.

Obszerne materiały wykładów w ramach TDE zamieszczamy na łamach Biuletynu.

Gratulujemy osiągnięć uczniom ZST - laureatom XXXVII edycji Ogólnopolskiej Olimpiady Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej. W Biuletynie znajdują się notki na ten temat oraz artykuł o budowie drona przez ucznia ZST.

Coraz częściej mamy do czynienia z nowymi źródłami oświetlenia. Uważamy, że artykuł o oświetleniu indukcyjnym wzbudzi u czytelników zainteresowanie.

Zaczynamy cykl artykułów z zakresu projektowania instalacji w obszarach o zwiększonym zagrożeniu wybuchem.

Prezentujemy ciekawy artykuł o przekształtnikach częstotliwości średniego napięcia przygotowany przez pracowników Schneider Electric.

Kontynuujemy nadal cykl artykułów z zakresu techniki w samochodzie.

Wszystkim Państwu życzymy ciekawej lektury.

*Kolegium Redakcyjne Biuletynu*

## **Z życia Oddziału**

**26.03.2014** w Sali Konferencyjnej Tauron SA Oddział w Tarnowie miało miejsce Seminarium wiosenne pn. „ **Ochrona przeciwporażeniowa w sieciach nN i SN** w trakcie którego referaty wygłosili:

Marcin Szymczyk z TAURON Dystrybucja S.A. Oddział w Tarnowie na temat ochrony przeciwporażeniowej na urządzeniach niskiego i średniego napięcia w oparciu o obowiązujące instrukcje w TAURON Dystrybucja S.A.

dr inż. Witold Hoppel reprezentujący Wydział Elektryczny Politechniki Poznańskiej na temat dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej w sieciach SN i nN w świetle aktualnych norm.

Stanisław Kuropatwa z TAURON Dystrybucja S.A. Oddział w Tarnowie „Ochrona przeciwporażeniowa, odgromowa i przepięciowa. Uziemienia robocze, ochronne i odgromowe stacji SN/nN, sieci nN, pomiary i poprawa rezystancji uziemień”.

Ostatnim akcentem Seminarium było wystąpienie przedstawiciela firmy SONEL S.A., na temat wykorzystania przyrządów pomiarowych do badań skuteczności ochrony przed porażeniem zgodnie z instrukcjami TAURON Dystrybucja S.A.

Po zakończeniu Seminarium odbyło się spotkanie robocze obu Komisji Kwalifikacyjnych /KK/ w pełnym składzie. Tematem spotkania była struktura organizacyjna Ośrodka Szkolenia przy Oddziale SEP /szczegóły wewnątrz numeru/ oraz przydzielenie zadań statutowych niektórym członkom KK.

**23.04.2014** r odbyło się spotkanie zespołów roboczych ds. organizacji Tarnowskich Dni Elektryki pod przewodnictwem V-ce Prezesa Oddziału SEP Aleksandra Gawryła.

**9.05.2014** w Poznaniu odbyło się kolejne spotkanie Rady Prezesów SEP, którego głównymi punktami były:

- prezentacja nowoobраниch prezesów Oddziałów SEP w kadencji 2014-2018,
- informacja o aktualnym stanie bazy danych członków SEP oraz o liczbie wydanych legitymacji członkowskich,
- polityka SEP w zakresie ochrony danych osobowych,

informacja o przygotowaniach do XXXVI Walnego Zjazdu Delegatów SEP,  
informacja o przygotowaniach do II Kongresu Elektryki Polskiej,  
prezentacje kandydatów do władz SEP,  
Sprawy różne, w tym kalendarz imprez 2014 roku.

*Antoni Maziarka*

## **Ośrodek Szkolenia Zawodowego Oddziału Tarnowskiego SEP Struktura**

Kierownik Ośrodka                      Antoni Maziarka  
Z-ca Kierownika Ośrodka -        Marek Lejko

### **Dział szkolenia – kierownik Antoni Maziarka**

1. Szkolenia w tym przygotowujące do egzaminów kwalifikacyjnych.
2. Kursy na Poligonie Szkoleniowym w zakresie prac pod napięciem, sieci izolowanych i montażu muf kablowych
3. Inne kursy

### **Dział Egzaminacyjny**

1. Komisja Kwalifikacyjna nr 262 – przewodniczący Antoni Maziarka
2. Komisja Kwalifikacyjna nr 263 – Przewodniczący Marek Lejko

### **Dział Szkolenia członków Komisji Kwalifikacyjnych - Kierownik Działu Marek Lejko**

1. Szkolenia specjalistyczne organizowane przez Dział.
2. Koordynowanie:
  - udziału członków KK w konferencjach i seminariach organizowanych przez T/Oddział SEP.
  - udziału członków KK w redagowaniu artykułów do Biuletynu Informacyjnego T/O SEP.
  - przygotowywania referatów na seminaria i konferencje.

**Rada Nadzorcza nad Komisjami Kwalifikacyjnymi : przewodniczący  
Andrzej Jaglarz**

Członkowie

1. Zbigniew Gniadek
2. Paweł Bartecki

Zakres prac

1. Kontrola dokumentacji egzaminacyjnej: wniosków, protokołów, protokołów zbiorczych
2. Kontrola posiedzeń egzaminacyjnych KK
3. Kontrola dokumentacji szkolenia członków KK.

**Zespół ds. monografii Komisji Kwalifikacyjnych /monografia KK jako część monografii Oddziału opracowywana z okazji 45-lecia Tarnowskiego Oddziału SEP/**

1. Marek Lejko - redaktor
2. Andrzej Jaglarz
3. Anatol Wesołowski
4. Joanna Wardzała

Zadaniem Zespołu jest opracowanie rozdziału do monografii Oddziału zawierający historie wymagań kwalifikacyjnych oraz historię Komisji Kwalifikacyjnych przy Oddziale a także aktów prawnych związanych ze sprawdzaniem kwalifikacji elektryków.

**Zespół archiwistyczny**

Archiwizowanie i likwidacja dokumentacji w tym dokumentacji Komisji Kwalifikacyjnych.

1. Andrzej Jaglarz – przewodniczący komisji archiwistycznej
2. Joanna Wardzała w zakresie  
segregacji dokumentów archiwalnych,  
opis teczek,  
sporządzanie protokołów likwidacyjnych,  
fizyczne niszczenie dokumentów zakwalifikowanych  
do likwidacji.
3. Elżbieta Michalec w zakresie kwalifikowania dokumentów finansowych i kadrowych do likwidacji
4. Jerzy Zgłobica w zakresie kwerendy historycznej.

*mgr inż. Jerzy Zglobica*

## **Spotkanie elektroinstalatorskie 2014**

W dniu 26 marca 2014 roku Oddział Tarnowski SEP zorganizował kolejne spotkanie elektroinstalatorskie, które zostało poświęcone ochronie przeciwporażeniowej w sieciach i urządzeniach SN i nN. Wypełniona po brzegi Sala Błękitna TAURON Dystrybucja S.A. Oddziału Tarnów zgromadziła zarówno pracowników energetyki, zakładów przemysłowych i elektroinstalacyjnych związanych z naszym technicznym środowiskiem.

Przybyli zostali przywitani przez Prezesa OT SEP niż. Antoniego Maziarękę w imieniu Zarządu OT SEP, który następnie przekazał prowadzenie spotkania w ręce kol. mgr inż. Aleksandra Gawryała.

Na okoliczność tego spotkania został wydany kolejny 45 numer BIULETYNU Oddziału Tarnowskiego SEP, w którym oprócz bieżących informacji zostały zamieszczone dwa z pośród trzech wystąpień poświęconych ochronie przeciwporażeniowej oraz materiały firmy SONEL S.A. dotyczące jednego z wielu mierników produkowanych przez tę firmę – został opisany miernik rezystancji uziemień MRU-105 i sposoby wykonywania pomiarów tym miernikiem. Zachęcam do sięgnięcia po ten numer naszego BIULETYNU, gdyż czytelnicy znajdą tam szczegółowe informacje dotyczące zagadnień przedstawionych na spotkaniu elektroinstalatorskim.

Pierwszy prelegent kol. mgr inż. Marcin Szymczyk pracownik TAURON Dystrybucja S.A. Oddziału Tarnów przedstawił referat zatytułowany „Ochrona przeciwporażeniowa na urządzeniach nN i SN w świetle obowiązujących instrukcji TAURON Dystrybucja S.A.” Obecne instrukcje w tym zakresie powstały dlatego, ponieważ firma ta powstała z jedenastu niezależnych zakładów energetycznych (jednym z nich był Zakład Energetyczny Tarnów, obecnie jeden z jej oddziałów). Powodem było nieco odmienne podejście do stosowania obowiązujących przepisów w omawianym zakresie, co spowodowało konieczność wewnętrznej normalizacji. Prelegent omówił cel stosowania instrukcji, zakres i rolę poszczególnych osób pracujących na stanowiskach dozoru i eksploatacji, czynności związane z wykonywanymi oględzinami i pomiarami rezystancji uziemień i skuteczności ochrony przeciwporażeniowej na urządzeniach i w sieciach elektroenergetycznych zarówno w zakresie niskiego jak i średniego napięcia. Zostały również omówione kryteria jakie winny być spełnione, aby praca na urządzeniach i na sieciach, ich użytkowanie i eksploatacja były bezpieczne. Prelegent przedstawił również protokoły, które są sporządzane w związku z oceną skuteczności ochrony przeciwporażeniowej dotyczące stacji trafo SN/nN, linii SN i linii nN.

Dr inż. Witold Hoppel z Wydziału Elektrotechniki Politechniki Poznańskiej wygłosił referat „Dodatkowa ochrona przeciwporażeniowa w sieciach SN

i nN w świetle obowiązujących norm”. Na początku zostały w referacie omówione pojęcia wstępne, następnie normy, podstawowe zasady ochrony przeciwporażeniowej, zostały również przytoczone obliczenia wybranych wielkości, oraz omówione zasady ochrony przeciwporażeniowej w liniach SN, na stacjach SN/nN i w liniach nN.

Prelegent opisał na przykładach wybranych norm istniejący w Polsce stan normalizacyjny i prawny, który jest obecnie bardzo skomplikowany i często niespójny. W zasadzie stosowanie norm nie jest obowiązkowe, ale faktycznie wiele norm jest obowiązująca poprzez przywołanie ich w różnych aktach prawnych np. rozporządzeniach. Poza tym wiele norm europejskich została przyjęta przez PKN w wersji oryginalnej ( najczęściej w wersji angielskiej ), co nie jest zgodne obowiązkiem tłumaczenia aktów prawnych na język polski. W związku z tym w świetle prawa wątpliwe jest posługiwanie się takimi normami. Ciągłe zmiany w systemie normalizacyjnym poprzez wprowadzanie kolejnych wersji norm lub ich dzielenie na odrębne normy nie służy dobrze ich użytkownikom. To tylko niektóre z przedstawionych problemów, które zostały przedstawione przez prelegenta.

Również zostały omówione podstawowe zasady ochrony przeciwporażeniowej, z przytoczeniem stosownych wzorów oraz rysunkami ukazującymi przykładową sytuację występującą podczas doziemienia na słupie i pojawiającego się wtedy napięcia rażenia, które działa na człowieka. Występujące napięcie rażenia zależy od kilku czynników np. wartości prądu uziomowego, który zależy od przyjętego sposobu uziemienia punktu neutralnego sieci, rezystywności gruntu, kształtu uziomu, czy rezystywności ciała człowieka, która mocno zależy od wartości napięcia dotykowego ( przyjmując gorsze warunki zakłada się zazwyczaj w teoretycznych rozważaniach, że rezystancja ta wynosi  $1000 \Omega$  ).

Zasady ochrony przeciwporażeniowej w liniach SN, na stacjach SN/nN i w liniach nN, które zostały zreferowane na seminarium zostały szczegółowo opisane i zamieszczone w Biuletynie nr 45 Oddziału Tamowskiego SEP. Zainteresowane osoby odsyłam do tych materiałów.

Kolejnym prelegentem spotkania elektroinstalatorskiego był kol. mgr inż. Stanisław Kuropatwa z TAURON Dystrybucja S.A. Oddział Tamów, który przedstawił referat „Ochrona przeciwporażeniowa, odgromowa i przepięciowa. Uziemienia robocze, ochronne i odgromowe stacji SN/nN, sieci nN, pomiary i poprawa rezystancji uziemień”.

Prelegent omówił uziemienia ochronne w ujęciu normy sepowskiej SEP-E-001. Przedstawił zasady uziemienia i ich rozmieszczenia w sieciach niskiego napięcia podając wartości największych dopuszczalnych rezystancji uziemień. Zostały również omówione zasady dokonywania pomiarów związane z eksploatacją sieci nN, oraz podane zostały przyrządy pomiarowe jakimi dokonywane są pomiary w przez pracowników Posterunku Energetycznego Ciężkowice w Oddziale Tamów ( przyrządy firmy SONEL



MRU-101 i MRU-120 ). Przedstawiono szkieletowo metody pomiarowe miernikiem MRU-120 na przykładzie pomiarów uziemień słupów i rezystywności gruntu. Przytoczono współczynniki korekcyjne do pomiarów uziemień. Zostały omówione również praktyczne pomiary uziemień na przykładowej stacji transformatorowej SN/nN i sieci nN.

Osoby zainteresowane tematem odsyłam do Biuletynu nr 45 OT SEP, gdzie zostały zamieszczone materiały z wystąpienia.

Ostatnią osobą, która wystąpiła na seminarium był Pan Andrzej Grymek z firmy Sonel S.A. który przedstawił przyrządy pomiarowe tej znanej na firmie, które mogą być wykorzystywane do wykonywania pomiaru rezystancji uziemień i badań skuteczności ochrony przeciwporażeniowej. Prelegent przedstawił w przygotowanej prezentacji sam zakład produkcyjny mierników zlokalizowany w Świdnicy, metody produkcji i linie produkcyjne mierników, przytoczył normy na podstawie, których są wykonywane mierniki, oraz zobrazował rynki zbytu. Przedstawiona została cała gama mierników takich jak mierniki do pomiarów impedancji pętli zwarcia MZC-304, MZC-306, MZC-310S, mierniki wielofunkcyjne MPI-530, MPI-520, MPI-525, MPI-505 i MPI-502 mierzące m.in. impedancję pętli zwarcia i miernik do pomiaru pętli rezystancji MZC-200. Zaprezentowano również miernik MIC-5010, MIC 5005, MIC-5000, MIC-2510, MIC-30, MIC-10, MIC-2 służące do pomiaru rezystancji izolacji. Mierniki rezystancji uziemień i rezystywności gruntu reprezentowały specjalistyczne mierniki MRU-200, MRU-120, MRU-105, MRU-101, MRU-21 i MRU-20 oraz wymienione wcześniej mierniki wielofunkcyjne. Przytoczone zostały metody pomiarowe wykorzystywane do pomiarów (metoda techniczna, metody cęgowe i metoda udarowa). Również zaprezentowano sygnalizator alarmowy prądu upływu MPU-1 do monitorowania prądu upływu w sieciach elektroenergetycznych prądu przemiennego niskiego i średniego napięcia i kamerę wyładowań koronowych UV-260 służąca do monitoringu nie tylko wyładowań koronowych, ale również wyładowań łukowych i powierzchniowych.

W Biuletynie nr 45 OT SEP zostały zamieszczone informacje autorstwa mgr inż. Marcina Szkudniewskiego z firmy SONEL S.A. o mierniku rezystancji uziemień MRU-105 i sposobach pomiaru z jego zastosowaniem.

Na zakończenie spotkania uczestnicy skierowali pytania do prelegentów m.in. dotyczące kwestii traktowania słupów betonowych słupów SN jako element przewodzący sieci. Dr inż. Witold Hoppel przedstawił również pewne sytuacje z zakresu ochrony przeciwporażeniowej, które miały faktyczne miejsce podczas ich eksploatacji ( porażenie śmiertelne stada krów pomimo braku uszkodzenia przewodu ochronnego w instalacji ), oraz problemy z wykonywaniem pomiarów w przypadku braku wspólnej instalacji uziemiającej na stacjach trafo SN/nN.

*mgr inż. Robert Hosaja.*

## **OLIMPIADA WIEDZY ELEKTRYCZNEJ I ELEKTRONICZNEJ „EUROELEKTRA”**

Uroczyste zakończenie XVI edycji w Bydgoszczy dla Laureatów i Finalistów.

W dniu 23 kwietnia 2014 roku zostały rozdane dyplomy i nagrody dla uczniów, którzy otrzymali tytuł Laureata i Finalisty Olimpiady.

Z Naszej Szkoły (Zespole Szkół Technicznych im. I. Mościckiego w Tarnowie – Mościcach) tytuł Laureata zdobył uczeń **Marek Nowak** z klasy IV TEAP, który zajął **3 miejsce w grupie Elektrycznej**, gdzie do ścisłego Finału zakwalifikowało się tylko 9 uczniów z całej Polski – jest to wynik godny uznania potwierdzający duże możliwości techniczne i projektowe w branży Elektrycznej Marka.

W grupie Elektronicznej tytuł Finalisty otrzymał **Szymon Judasz** z klasy IV TSK, który zajął **4 miejsce** na 12 uczestników z wszystkich szkół Technicznych z Polski czym udowodnili, że w ZST Elektryka i Elektronika stoi na wysokim poziomie w Polsce.

Dziękuję również w imieniu swoim oraz uczniów, kolegom z Katedry Elektryczno – Elektronicznej za pomoc w przygotowaniu Laureatów i Finalistów do Olimpiad: *mgr inż. Janusz Chmielewski, mgr inż. Marek Płachta, mgr inż. Marek Łoś i Andrzej Kieć* bez których spektakularny sukces ZST w 2014 r. na arenie POLSKI nie miałby miejsca.

Uczniów do Olimpiady przygotowywał mgr inż. Robert Hosaja

wyniki finałowe link : <http://euroelektra.edu.pl/aktualno%C5%9Bci/wyniki-zawod%C3%B3w-ii-stopnia>

*mgr inż. Robert Hosaja.*

## **SPEKTAKULARNY SUKCES UCZNIÓW ZST**

Dużym sukcesem zakończyła się **XXXVII edycja Ogólnopolskiej Olimpiady Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej**, która odbyła się w Lublinie w dniach 27-28 marca 2014 r. **Judasz Szymon** z klasy IV TSK został Laureatem w kategorii Elektronika i zajął V miejsce na 77 uczestników z całej Polski, natomiast **Marek Nowak** wraz z **Dominikiem Podoskiem** z klasy IV TEAP zajęli 2 i 3 miejsce na 88 uczestników w grupie Elektrycznej i uzyskali tytuł LAUREATA. Przewodniczącym w kategorii Elektrycznej był pan dr Przemysław Syrek.

Tak wysokiego miejsca w historii Ogólnopolskiej Olimpiady Wiedzy



Elektrycznej i Elektronicznej szkoła ZST jeszcze nie osiągnęła - 3 LAUREATÓW. W Olimpiadzie uczestniczyli w kategorii Elektronika medyczna **Mirosław Wiejacki** i **Michał Łyszczarz**, któremu brakło 1 punkt do II etapu praktycznego, a grupie Elektronicznej brał udział **Artur Zaniewski** z klasy III TESK – powiedział, że za rok będzie kontynuował chlubne osiągnięcia Olimpijskie.

Laureaci i Finaliści zapewнили sobie gwarancję zwolnienia z etapu pisemnego egzaminu potwierdzającego kwalifikacje zawodowe oraz otrzymali indeksy na kierunki z pionu elektrotechniki, elektroniki, mechatroniki i na inne pokrewne we wszystkich Uczelniach Technicznych. Oprócz tego otrzymali **PROMESE ZUCZELNIAGH**.

Olimpiada ma unikatowy charakter, oprócz wiedzy teoretycznej sprawdzane są umiejętności praktyczne podczas wykonywania 2 ćwiczeń laboratoryjno - projektowych. Finał jest otwarty. Oznacza to, że Finalista odpowiada przed Komisją Konkursową w obecności innych uczestników oraz widzów na wylosowane pytania. Pytania te mają charakter przekrojowy i obejmują zagadnienia z zawodowych przedmiotów. Suma punktów decyduje o zajętych miejscach.

Do Olimpiady uczniów ZST przygotował mgr inż. Robert Hosaja.

*Maciej Sady*

*Opiekun naukowy: Janusz Chmielewski  
ZST w Tarnowie-Mościcach*

## **Compact Aerial Spy - CAS**

### **WSTĘP**

CAS, czyli niezastąpiona pomoc w awaryjnych sytuacjach. Mój projekt to robot umożliwiający rozpoznanie terenu z powietrza, jego późniejszą obserwację, jak również wykrywanie niebezpiecznych substancji i dymu. Komunikując się z bazą naziemną dostarcza informacji, których zdobycie przez człowieka byłoby ryzykowne lub zbyt trudne do wykonania. Jest łatwy

w obsłudze, tani w eksploatacji, a co najważniejsze, w przyszłości jego pomoc może być nieoceniona.

## MOTYWACJA

Do rozpoczęcia projektu zainspirował mnie jeden z programów kanału Discovery, w którym przedstawiane były nowoczesne roboty wojskowe rozbijające ładunki, transportujące różne przedmioty, czy dokonujące rozpoznania terenu. Wtedy pierwszy raz narodził się pomysł bezzałogowego statku powietrznego. Jego zadaniem miało być przesyłanie wybranych informacji wraz z obrazem do stacji naziemnej. Wykonując wstępne plany zdałem sobie sprawę z tego, że oprócz wojska, takie urządzenie znalazło by zastosowanie również w straży pożarnej, policji lub innych specjalistycznych służbach.

## OPIS BADAŃ

Tak narodził się projekt CAS. Jako bazę robota wybrałem potocznie zwany „tricopterem”, trójwinkowy model latający.

Dlaczego akurat ten model?

Zalety:

- Spory udźwieg przy niewielkich rozmiarach,
- Dobra wytrzymałość mechaniczna,
- Łatwość w pilotażu,
- Możliwość szybkiego serwisu i łatwego przenoszenia - przy odpowiedniej budowie.

Robot wyposażony został w białe niebieskie oświetlenie, ułatwiające loty w nocy lub trudnych warunkach atmosferycznych. Posiada ono również inne programowe zastosowania, takie jak informowanie o słabym zasięgu czy niskim napięciu baterii.

Możliwości CAS:

- Stabilny zawis w powietrzu,
- Lot na odległość około 1 km,
- Przekazywanie obrazu wraz z informacjami o położeniu, wysokości, prędkości i kierunku lotu,
- Pomiary składu powietrza w celu wykrycia obecności gazów łatwopalnych,
- Mechaniczna stabilizacja obrazu,
- Komunikacja bliskiego zasięgu za pośrednictwem bluetooth.

Robot komunikuje się z stacją naziemną za pomocą dwóch częstotliwości:

1. Pierwsza nadaje sygnał sterowania i kontroluje by model nie oddalił się poza jego zasięg. (2,4GHz)
2. Druga zaś przekazuje obraz wideo z nałożonymi na niego informacjami. (5,8GHz)

## WNIOSKI

Do tej pory, udało mi się skonstruować w pełni latający statek bezzałogowy. Aktualna wersja wyposażona jest w czujnik MQ-2, umożliwiający wykrywanie gazów takich jak:

- Metan,
- Propan,
- Wodór,
- Propan-butan ( LPG ).

Oprócz ich stężenia w powietrzu wykrywa również obecność dymu.

Na jednym lądowaniu CAS potrafi wykonać 15 minutowy lot, podczas którego jest w stanie przelecieć dystans około 5 km. Przekazuje na ziemię obraz w rozdzielczości 480p, a wraz z nim informacje z modułu GPS i czujnika gazów.

Wyposażony jest w moduł bluetooth, za pomocą którego użytkownik może edytować niektóre ustawienia bezpośrednio w locie, bez konieczności podłączenia urządzenia do komputera.

Wszystkie elementy zamocowane są na śrubach lub paskach zaciskowych. Ułatwia to szybką wymianę poszczególnych elementów podczas awarii.

Chętnie odpowiem na wszystkie pytania.

*Adam Pieprzycki*

*Zakład Informatyki PWSZ w Tarnowie*

*Koło nr 6 SEP*

*a\_pieprzycki@pwsztar.edu.pl*

## **Wykorzystanie analizatora widma w badaniu sieci WLAN pracujących w pasmie ISM 2.4 GHz**

W obecnych czasach wzrasta znaczenie lokalnych systemów telekomunikacyjnych, które mogą pracować zarówno w terenie otwartym, w warunkach gęstej zabudowy miejskiej, jak i wewnątrz budynków.

W ostatnim z wymienionych środowisk, lokalne sieci bezprzewodowe WLAN (*Wireless Local Area Network*) stały się bardzo popularne i na dobre zagościły w codziennym życiu. Niewątpliwie na ten stan rzeczy miały wpływ takie czynniki jak: wygoda ich użytkowania, taniejący sprzęt elektroniczny, przyjazna konfiguracja oraz nielicencjonowane pasma pracy ISM (*Industry, Science, Medicine*) i UNII (*Unlicensed National Information Infrastructure*).

Uniezależnienie od przewodowej transmisji danych umożliwiło elastyczne zagospodarowanie przestrzeni biurowych, pomieszczeń laboratoryjnych różnych jednostek naukowych i dydaktycznych, dużych sklepów, dworców, lotnisk itp.

Bezprzewodowy dostęp do sieci w pracowniach czy uczelnianych laboratoriach umożliwił wykorzystanie nowoczesnego i specjalistycznego oprogramowania

bibliotecznych (baz danych artykułów, cyfrowych książek) czy korzystanie z rozwiązań e-learningowych wspierających proces dydaktyczny, np. MOODLE (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*).

Istnieje szereg standardów telekomunikacyjnych, które wykorzystują nielicencjonowane pasma pracy. W pasmach ISM/UNII działają systemy takich standardów jak: IEEE 802.11, HomeRF, Bluetooth, 802.15.4/ ZigBee, WirelessHART (*Highway Addressable Remote Transducer Protocol*), RFID (*Radio-Frequency Identification*) czy WDCT (*Worldwide Digital Cordless Telecommunications*).

Wiele z urządzeń opartych na wyżej wymienionych standardach to już nie tylko komputery osobiste i osprzęt peryferyjny pracujący na ich rzecz (myszki, klawiatury, prezenty), ale także: telefony komórkowe, tablety PC, netbooki, smartfony, e-booki, palmtopy (PDA), radia WiFi, odbiorniki telewizyjne DLNA (*Digital Living Network Alliance*), kamery bezprzewodowe np. dla systemów telewizji przemysłowej i monitoringu - CCTV (*Closed-Circuit TeleVision*), bezprzewodowe modemy PLC (*Programmable Logic Controller*), urządzenia sterujące drogą radiową RPV (*Remotely Piloted Vehicle*) zabawkami, miniaturowymi samolotami itp.

Można zauważyć ciągle rosnącą popularność systemów bezprzewodowych WLAN i związaną z tym dużą liczbą działających punktów AP (*Access Point*).

Taka sytuacja może prowadzić do występowania dużej mocy zakłóceń interferencyjnych, co ma istotny wpływ na rozwój metod planowania lokalnych bezprzewodowych sieci komputerowych (WLAN) czy rozwiązań wspieranych sprzętowo (*Cisco CleanAir*).

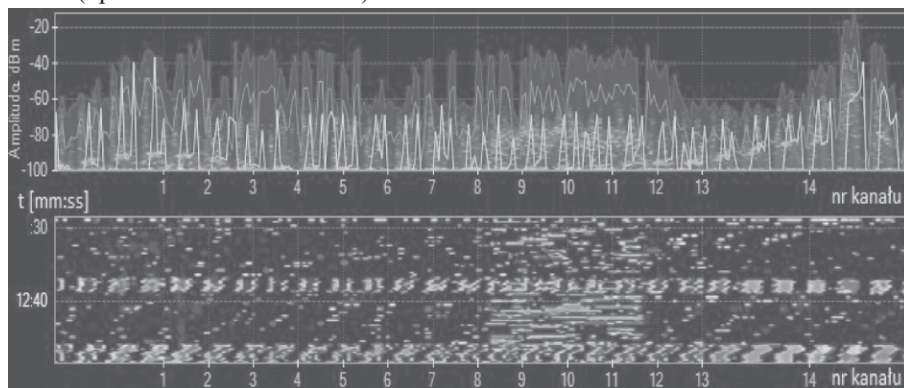
Dodatkowo, inne urządzenia pracujące we wspólnych pasmach ISM/UNII, w tym kuchenki mikrofalowe oraz lotnicze i meteorologiczne systemy radarowe mogą również wprowadzać zakłócenia do sieci WLAN.

Wyzwaniem dla projektantów staje się jak najlepszy wybór liczby, położenia, numeru kanału, wartości emitowanej mocy EIRP (*Effective Isotropical Radiated Power*) oraz innych parametrów pracy punktów AP w obrębie obszaru działania sieci.

Analizując właściwości lokalnych sieci bezprzewodowych, do ich zalet należy zaliczyć: możliwość ich szybkiej rozbudowy i modyfikacji, duży zasięg oraz mobilność.

Ważnym atutem sieci WLAN IEEE 802.11 jest możliwość działania w nielicencjonowanym paśmie. Brak konieczności opłat licencyjnych za użytkowane pasmo, wiąże się niestety z sytuacją, w której z pasma ISM korzysta wiele urządzeń bliskiego zasięgu NFC (*Near Field Communication*). Są to rozwiązania bazujące na różnych, niekiedy konkurujących ze sobą standardach takich jak: Bluetooth, IEEE 802.11, IEEE 802.15.4/ ZigBee, WirelessHART (*Highway Addressable Remote Transducer Protocol*), WDCT (*Worldwide Digital Cordless Telecommunications*), telewizja przemysłowa i monitoring CCTV (*Closed Circuit Television*), bezprzewodowe modemy PLC (*Programmable Logic Controller*) czy urządzenia

AGD (np. kuchenki mikrofalowe).



Rys. 1. Przykładowe widmo elektromagnetyczne w paśmie ISM z dwoma pracującymi punktami AP oraz zakłócającym działaniem kuchenki mikrofalowej. Duża liczba urządzeń pracujących we wspólnym paśmie może prowadzić do wzrostu interferencji oraz innych zakłóceń (rys. 1), i tym samym ograniczyć zasięg, a finalnie także dostępną jakość transmisji (np. przepustowość) w sieci WLAN. Do wad można zaliczyć także niekompatybilność urządzeń i programów, pochodzących od różnych producentów.

## Analizator widma

Analizator widma jest jednym z podstawowych przyrządów pomiarowych wykorzystywanych do analizy i oceny jakości działania systemów radiokomunikacyjnych [1].

Tab. 1. Dane techniczne analizatorów widma

Oznaczenie	AW <sub>1</sub>	AW <sub>2</sub>
Firma/model	HP 8560A	Metageeks / Wi-spy 2.4x
Chipset	bd	Chipcon CC2500
Port komunikacyjny	GP-IP (HP-IP)	USB 1.1/2.0, Silicon C8051F326
Złącze antenowe	SMA	RP-SMA
Pasmo skanowania [GHz]	10 <sup>-4</sup> ÷ 2,9	2,400 ÷ 2,495
Zakres zmian amplitudy [dBm]	-120,0 ÷ 30	-110,0 ÷ -6,5
Rozdzielczość amplitudy [dBm]	bd	0,5
Rozdzielczość częstotliwości [kHz]	0,1	27 ÷ 421
Resolution Bandwidth zakres RBW [kHz]	0,1 ÷ 2000	53,571 ÷ 750,000

Czas przemiatania <i>Sweep</i> [ms]	10	507/zależy od ustawień <i>zoom</i> oraz <i>RBW</i>
Oprogramowanie dla komputera PC	Matlab, LabView	Chanalyzer 4/5/lab/lite/pro,
Pasma Analizy RBW[kHz]	wg ustawień	199
Rozmiary urządzenia	163x325x427	41x16x9
Waga [kg]	18,2	0,145

W czasie eksperymentów pomiarowych analizowanych w niniejszej pracy, analizator widma (tab. 1) umożliwił: ocenę poziomu mocy sygnału na wejściu odbiornika stacji ST, wykrywanie zakłóceń w paśmie ISM 2.4 GHz, wybór numeru kanału radiowego dla punktu AP oraz pomiar mocy w wybranym kanale bezprzewodowym. Dodatkowo, za pomocą analizator widma możliwa jest analiza:

- częstotliwości i poziomów składowych widma,
- różnic częstotliwości i różnic poziomów analizowanych sygnałów,
- widmowej gęstości mocy,
- pasma sygnału,
- mocy sygnału w ustalonym paśmie.

### Przykładowe analizatory widma



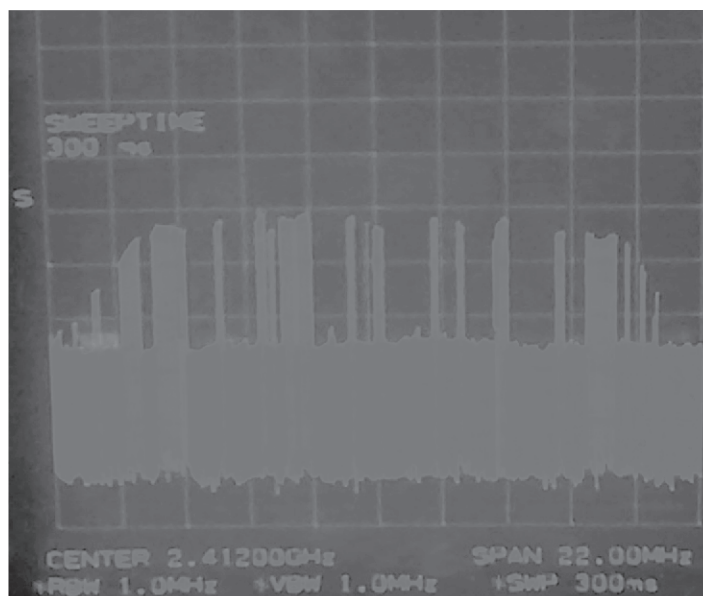
Rys .. Wykorzystane analizatory widma a) HP 8560A, b) Wi-Spy 2.4x

Dla potrzeb artykułu wykorzystane zostały dwa różne analizatory widma. Pierwszym analizatorem widma  $AW_1$  było analogowe urządzenie HP 8560A, który zakresem swojego działania obejmuje rozważane pasmo ISM 2.4 GHz (rys. 2a). Drugim z nich był analizator  $AW_2$  (tab. 1) będący zewnętrzną kartą USB rozszerzeń dla komputera klasy PC (rys. 2b). Karta ta wykorzystuje moc obliczeniową komputera do akwizycji i przetwarzania danych pomiarowych.

Przedstawione urządzenia są innej klasy. Pierwsze z nich jest analogowym urządzeniem – dość już wysłużonym, który daje możliwość klasycznej analizy



sygnałów w szerokim paśmie bezprzewodowym.



Rys.3 Widok na okno analizatora widma podczas transmisji WLAN

W urządzeniu ty można samodzielnie ustawiać parametry analizy sygnału w zadanym pasmie częstotliwościowym (rys. 3) i uzyskiwać wyniki przeprowadzonych pomiarów (np. poziomu sygnału, FFT, marker częstotliwości, pomiar mocy w zadanym paśmie). Za pomocą wydawanych komend w języku HP BASIC można przeprowadzić komunikacje z urządzeniem. Do wykonania pomiarów użyto konwertera Agilent 82357B USB/GB-IP dla systemu operacyjnego Windows 7 z oprogramowaniem IO Libraries Suite 15, a analizę sygnałów przeprowadzono przy użyciu oprogramowania Matlab z zestawem narzędzi programistycznych Instrument Control Toolbox.

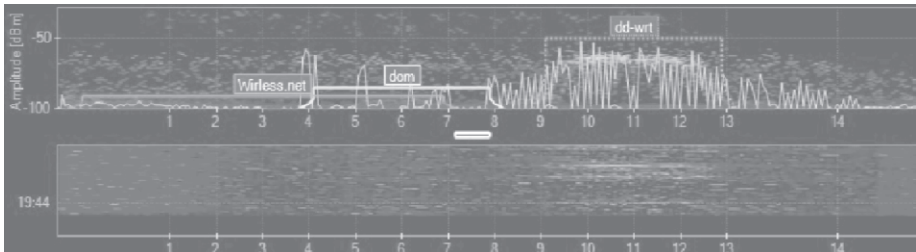
Drugie z prezentowanych urządzeń jest kartą USB dla komputera PC. W tym urządzeniu podejście do analizy widma znane z dedykowanych urządzeń takich jak AW<sub>1</sub> czy nowszych produkowanych np.. przez firmy Agilent i Tektronix. Urządzenia tej klasy zawierają superheterodynowy odbiorniki mierzący całe pasmo RF bez względu na arbitralne rozdzielczości. Urządzenie AW<sub>2</sub> wykorzystuje odbiornik RF do wąskopasmowego skanowania z pewną ograniczoną rozdzielczością (tab. 1) dużo mniejszą niż urządzenia klasy AW<sub>1</sub>.

Istnieje oprogramowanie zarówno dla systemów Windows jak i Linux umożliwiające analizę widma w paśmie ISM 2.4 GHz. Programy te nie dają możliwości tak precyzyjnego ustawiania parametrów pracy analizatora (rozszerzono możliwości dla programu *Chanalyzer 5*), ale otrzymujemy możliwość dokładnej analizy wszystkich sygnałów radiowych (*Radio Frequency RF*), w którym pracują

sieci WLAN standardów IEEE 802.11 b/g/n.

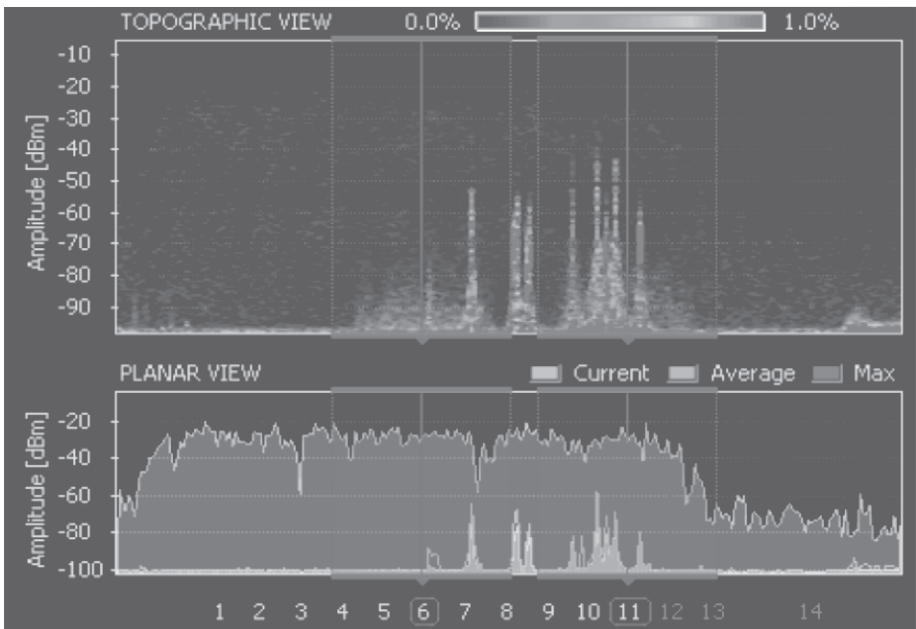
Dzięki analizie sygnałów występujących w rozważanym paśmie ISM, można wybrać najlepszy kanał dla przeprowadzenia transmisji WLAN - lepszy niż z wykorzystaniem automatycznej procedury.

Wybór odpowiedniego kanału pracy w którym występują najmniejsze zakłócenia może prowadzić do zwiększenia stosunku mocy sygnału do mocy zakłóceń interferencyjnych i mocy szumów tła SINR (*Signal to Interference and Noise Ratio*) – a tym samym zasięgu sieci oraz przepustowości.



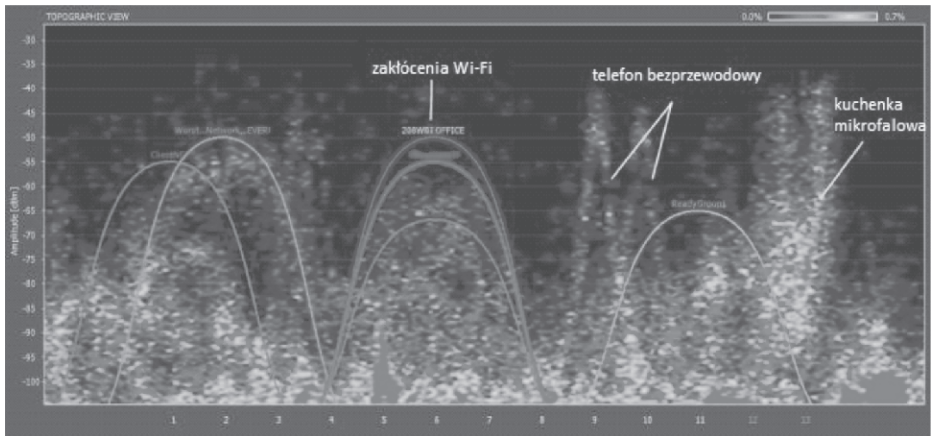
Rys.4 Widmo elektromagnetyczne w paśmie ISM z kilkoma pracującymi punktami AP

Z innych zastosowań można wymienić:



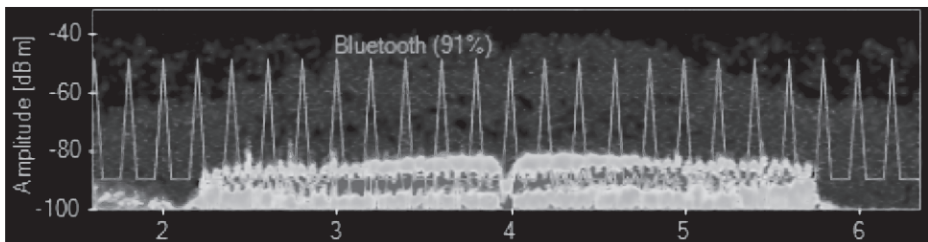
Rys. 5 Widmo elektromagnetyczne w paśmie ISM z transmisją RFID [2]

- wykrywanie czytników RFID (rys. 5),



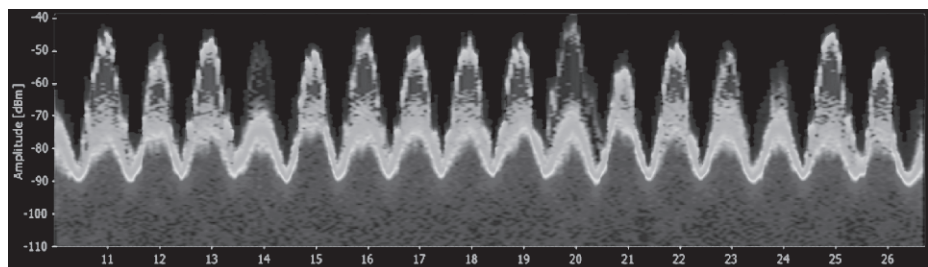
Rys.6 Widmo elektromagnetyczne w paśmie ISM z kilkoma pracującymi punktami AP, telefonem bezprzewodowym oraz kuchenką mikrofalową [3]

- „wycieki” promieniowania kuchenki mikrofalowej (rys. 6),
- działanie telefonii bezprzewodowej (cordless) (rys. 6),
- obecność urządzeń transmisji wideo,



Rys.7 Widmo elektromagnetyczne pracującego punktu AP i transmisji Bluetooth

- transmisję Bluetooth (rys. 7),



Rys.8 Widmo elektromagnetyczne w paśmie ISM podczas transmisji ZigBee [4]

- komunikację Zigbee (rys. 8).

## Pomiar przepustowości w sieci WLAN standardu IEEE 802.11

### Metodyka przeprowadzenia pomiarów

Dla potrzeb niniejszej pracy metodykę prowadzenia pomiarów oparto na propozycjach zawartych w [5] oraz na dokumencie RFC 2544, w którym opisano podstawowe procedury umożliwiające testowanie lokalnych sieci transmisji danych. Zgodnie z tym dokumentem, przepustowość (*throughput*) definiuje się jako liczbę bitów danych w polu ładunku pakietu (*payload*) MSDU (*MAC Layer Service Data Unit*), przesłaną w ciągu jednej sekundy przez sieć za pomocą testowanego urządzenia DUT (*Device Under Test*).

W celu ograniczenia wpływu technik sterowania przepływem i retransmisjami na wartość przepustowości badanych sieci WLAN transmisję prowadzono przy użyciu protokołu UDP (*User Datagram Protocol*).

Opis stanowiska pomiarowego

Tab. . Użyte aplikacje pomiarowe

Typ aplikacji	Aplikacja
Generator ruchu	<i>Iperf 2.0.5</i>
Analizator pakietów	<i>Wireshark 1.6.7</i>

Przepustowość  $S$  transmisji [6] dla użytego generatora *Iperf*, obliczana została według wzoru:

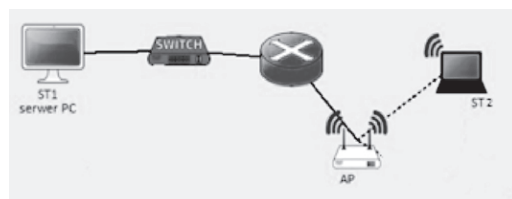
$$S = \frac{N_{\text{pakiet}} \cdot L_{\text{data}}}{T_{N_{\text{pakiet}}}} \quad 1)$$

gdzie:  $N_{\text{pakiet}}$  – liczba przesłanych pakietów,  $L_{\text{data}}$  – rozmiar pola ładunku pakietu danych,  $T_{N_{\text{pakiet}}}$  – czas potrzebny do przesłania  $N_{\text{pakiet}}$  pakietów.

### Stanowisko pomiarowe

W literaturze przedmiotu, rozważane są różne sposoby wykonania pomiarów z różną liczbą powtórzeń. Dla potrzeb niniejszej pracy wykonano długą serię pomiarów ( $N_{\text{pomiarów}} = 30$ ) trwająca 60 [s] każdy.

Pomiary te wykonane zostały w tym samym środowisku radiokomunikacyjnym z użyciem tego samego sprzętu sieciowego.



Rys.9 Schemat stanowiska pomiarowego dla scenariusza 1

Stanowisko pomiarowe skonfigurowano pod kątem pomiaru przepustowości w łączu "w górę", tzn. w relacji od stacji ST<sub>2</sub> do punktu AP. Opisywane testy wykonano w układzie jeden punkt AP i jedna stacja ST (scenariusz 1).

Tab.3 Sprzęt i oprogramowanie punktów AP

Oznaczenie	Model punktu AP/ oprogramowanie
AP <sub>1</sub>	Cisco AIR – LAP 1252G-E-K9
AP <sub>2</sub>	Linksys wrt54gl v1.1 / dd-wrt.v24- sp2 voip_build 14896

Tab. 4 Sprzęt i oprogramowanie stacji ST

Parametry	ST <sub>1</sub>	ST <sub>2</sub>
Urządzenie	Asus M51Vseries	Netbook Samsung N102SP
System operacyjny	Linux Ubuntu 12.04	
Karta sieciowa	Intel WiFi Link 5100	Intel Centrino Wireless-N 130
Karta sieciowa LAN	RTL 8168C/8111	Fast Ethernet 10/100 BASE-T

Istnieje szereg dostępnych i szeroko używanych generatorów pakietów (ruchu sieciowego), ale tylko nieliczne z nich wydają się być bardziej wiarygodne od używanego we wcześniejszych pracach [7] [8] programu *Iperf* [9].

Za pomocą programu *Iperf* na potrzeby niniejszego artykułu przeprowadzono pomiary maksymalnej przepustowości sieci w zadanej konfiguracji. Otrzymane wyniki pomiaru przepustowości zweryfikowano analizatorem pakietów *Wireshark* (tab. 2).

Podczas pomiarów przepustowości dla **scenariusza 1** sprzęt (tab. 2 i 3) w sieci bezprzewodowej skonfigurowany był tak, jak w warunkach standardowej pracy typowej sieci WLAN IEEE 802.11 [5], a kolejne kroki procedury pomiarowej obejmowały:

odpowiednie umiejscowienie punktu AP,  
 podłączenie i konfigurację interfejsów sieciowych (przewodowego i bezprzewodowego) punktu AP,  
 konfigurację parametrów interfejsów sieciowych stacji ST,  
 uwierzytelnienie i połączenie na czas trwania testu (*ifconfig*, *iwconfig*) stacji ST z punktem AP,  
 przeprowadzenie testu działania sieci (*ping*),  
 analizę zajętości kanałów (*iwlist*) oraz za pomocą analizatora widma  $A W_1/A W_2$  (*spectools\_gtk/spectool\_raw*),  
 ustawienie anten stacji ST oraz punktu AP w tej samej płaszczyźnie (np. prostopadłej do podłogi),  
 instalację, konfigurację i uruchomienie programów testujących – generatora ruchu sieciowego (*iperf*) w stacji ST (klient) i stacji podłączonej przewodowo do punktu AP jako serwer (rys. 9),  
 testy przepustowości,  
 instalację, konfigurację i uruchomienie analizatora pakietów *wireshark* w celu kontroli przepustowości transmisji oraz analizy rozmiaru pakietów, nieprzerwaną transmisję, trwającą 60 [s] i powtarzaną 30 razy dla zadanej konfiguracji,  
 rejestrację poziomu mocy sygnału na wejściu odbiornika stacji ST (*iwconfig*, */proc/net/wireless*, *wispy-spectools*),  
 kontrolę transmisji pod kątem rejestracji ramek z błędami (*ifconfig*, *netstat -s*, */proc/net/dev*).

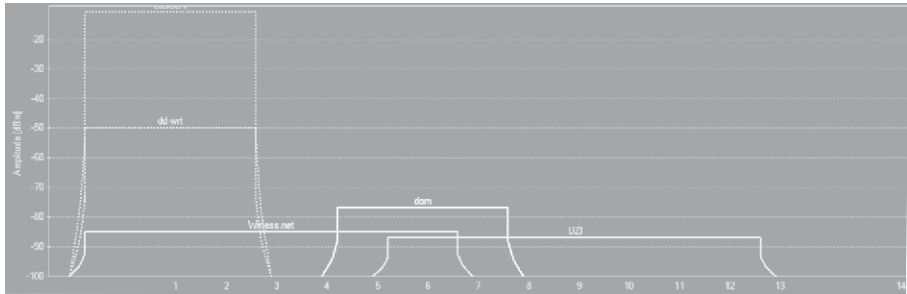
Tab 1. Parametry stacji Bluetooth

Parametry	STB <sub>1</sub>	STB <sub>2</sub>
Urządzenie	HTC Desire 500	Samsung Solid C3350
Karta sieciowa Bluetooth	BT 4.0	BT 3.0
System operacyjny	Android 4.1.2	firmowy

**Scenariusz 2** obejmował opisaną transmisję taką jak w scenariuszu 1, w obecności równoczesnej transmisji Bluetooth (wymiany plików) między STB<sub>1</sub> oraz STB<sub>2</sub> (tab. 5) rozmieszczonych odległości 1 [m] między sobą i w takiej samej odległości do punktu AP.

W **scenariuszu 3** obok podstawowej transmisji takiej jak w scenariuszu 1 z układu (rys. 2) dodatkowo działał punkt AP<sub>2</sub> (tab. 3) podłączony do sieci zewnętrznej i pracujący w tym samym kanale bezprzewodowym jak układ podstawowy. Z tym punktem (AP<sub>2</sub>) komunikowała się inna stacja ST<sub>2</sub> realizująca transmisje polegająca na pobraniu pliku z zewnętrznego serwera sieciowego. Odległość między stacjami

na pobraniu pliku z zewnętrznego serwera sieciowego. Odległość między stacjami AP wynosiła 5 [m.], oraz taka samo odległość między punktem AP<sub>2</sub> i drugą stacją ST<sub>2</sub>.



Rys.10 Zajętość kanałów bezprzewodowych podczas analizy według scenariusza 3

### Metodyka wykonania pomiarów

W pracy przyjęto następujące założenia:

- stacje pracują z wyjściową maksymalną szybkością transmisji  $M_{TR} = 54$  [Mbit/s],
- w sieci jest realizowany jeden typ aplikacji/ klasy ruchu,
- nie steruje się ruchem oraz nie ma domyślnie ustawionej dyscypliny kolejowania ramek,
- sieć pracuje w stanie nasycenia ruchem oferowanym (pełny bufor),
- nie występuje problem przepelniania się buforów,
- nie występują błędy w kanale teletransmisyjnym – po wykryciu błędnie przesłanej ramki następuje jej retransmisja,
- obowiązuje domyślny rozmiar MTU (*Maximum Transmission Unit*) wynoszący 1500 [B] przy jednoczesnym braku fragmentacji pakietów w warstwie MAC [10],
- nie stosuje się techniki RTS/CTS oraz szyfrowania transmisji,
- liczba stacji  $n_{ST}$  równocześnie rywalizujących o dostęp do kanału radiowego jest stała i równa jeden,
- nie występuje efekt przechwytywania (*capture effect*).

### Analiza niepewności pomiarów

Wynik pomiaru przepustowości został zapisany jako [11] [12] [13]:

$$S_0 = \bar{S} \pm k \cdot \bar{s}$$

gdzie:  $\bar{S}$  - średnia arytmetyczna serii pomiarów przepustowości  $S$  (1),  
 $k$  - współczynnik rozszerzenia wyznaczony z rozkładu t-Studenta dla poziomu

ufności  $p = 95\%$ , i liczbie stopni swobody  $N_{\text{pomiarów}} - 1$ ,  $N_{\text{pomiarów}}$  - liczba pomiarów w serii,  $\xi$  - estymata odchylenia standardowego średniej arytmetycznej przepustowości

Tab.6 Ustawienia parametrów punktów dostępu i wykonanej analizie pomiarowej

Parametr	Wartość
Numer kanału WLAN AP <sub>1</sub> , AP <sub>2</sub>	1
Moc nadawania [dBm]	20
Rozmiar zawartości pakietu $L_{data}$ [B]	1470
Czas trwania pojedynczego testu [s]	60
Liczba pomiarów $N_{\text{pomiarów}}$ $k_a$	30 2,0452

## Wyniki pomiarów przepustowości

Tab.7 Wyniki pomiaru przepustowości  $S_0$

Scenariusz/aplikacja	$I_{perf}$	<i>Wireshark</i>
Scenariusz 1	$27,3 \pm 0,3$	$26,8 \pm 0,3$
Scenariusz 2	$27,0 \pm 0,3$	$26,6 \pm 0,3$
Scenariusz 3	$20,8 \pm 0,2$	$20,4 \pm 0,2$

Po wykonaniu serii pomiarów uzyskano wyniki zaprezentowane w tab. 7.

## WNIOSKI I UWAGI KOŃCOWE

Analizując uzyskane wyniki (tab. 7) można zauważyć, że w każdym ze scenariuszy wyniki pomiaru przepustowości uzyskiwane przez program *Wireshark* były mniejsze niż otrzymywane przez program *Iperf*.

Rozważając wartości zmierzonej przepustowości dla scenariusza 2, czyli z dodatkową transmisją Bluetooth, można zauważyć, że wyniki nie odbiegały znacząco od wyników otrzymanych w scenariuszu 1. Wyniki dla scenariusza 3 – z drugim punktem AP który zakłócał podstawową transmisję są już całkiem inne (tab. 7). Znaczące obniżenie uzyskanej przepustowości było efektem wzajemnego zakłócania się punktów AP pracujących w tym samym kanale bezprzewodowym (rys. 10). Użyty kanał bezprzewodowy był także zajmowany przez obcy punkt AP wykorzystujący szerszy kanał 40 [MHz] - dozwolony dla standardu IEEE 802.11n (rys.10).



## SPIS LITERATURY

- [1] J. Szóstka, Mikrofałe, WKŁ, 2006.
- [2] „Wispy.pl,” [Online]. Available: <http://wi-spy.pl/node/23>.
- [3] „Wi-spy,” [Online]. Available: <http://www.wi-spy.ca/wispy24x.php>.
- [4] Metageek, [Online]. Available: <http://www.metageek.net/products/wi-spy/faq/>.
- [5] S. Brander i T. Alexander, „Benchmarking Methodology for WirelessLAN Devices,” 2004. [Online]. Available: <http://tools.ietf.org/html/draft-alexander-wlan-meth-00>.
- [6] K. Wilczura i W. J. Krzysztofik, „Pomiary parametrów transmisyjnych systemów WLAN,” w KKRRiT, 2006.
- [7] A. Pieprzycki i W. Ludwin, „Analiza porównawcza wybranych modeli sieci WLAN standardu IEEE 802.11 z infrastrukturą,” w KSTiT, 2012.
- [8] A. Pieprzycki i W. Ludwin, „Analiza przepustowości w sieciach WLAN IEEE 802.11 dla potrzeb planowania,” w PWT, Poznań, 2013.
- [9] S. Avallone, S. Guadagno, D. Emma, A. Pescap`e i G. Ventre, „D-ITG Distributed Internet Traffic Generator,” w QEST '04 Proceedings of the The Quantitative Evaluation of Systems, First International Conference, 2004.
- [10] R. J. Zieliński i K. Staniec, „Analiza porównawcza teoretycznej i zmierzonej przepustowości systemów 802.11b i 802.11a,” w KKRRiT, 2005.
- [11] J. R. Taylor, Wstęp do analizy błędu pomiarowego, PWN, 1999.
- [12] S. Brandt, Metody statystyczne i obliczeniowe analizy danych, PWN, 1976.
- [13] S. M. Kot, J. Jakubowski i A. Sokołowski, Statystyka, Difin, 2011.

*dr inż. Jarosław Gielniak  
Politechnika Poznańska  
Instytut Elektroenergetyki*

## Diagnostyka urządzeń elektroenergetycznych

### 1. Początki diagnostyki na tle rozwoju elektroenergetyki w Polsce

Polska energetyka narodziła się stosunkowo wcześnie. Niespełna dwadzieścia lat po uruchomieniu przez Edisona w Nowym Yorku pierwszej na świecie elektrowni powstała pierwsza polska elektrownia w Radomiu (1901 r.). Do roku 1907 wybudowano szereg elektrowni miejskich w Warszawie, Łodzi, Gdańsku, Chorzowie, Zabrze, Wrocławiu, Krakowie i Poznaniu. Pierwsza elektrownia

produkcji ok. 500 GWh. Pod koniec okresu międzywojennego pracowało w Polsce nieco ponad 3100 elektrowni o łącznej mocy ponad 1600 MW i łącznej produkcji blisko 4000 GWh. W czasie II Wojny Światowej wyeksploatowano i zniszczono wiele z pracujących elektrowni, tak że w 1946 roku pracowało ich zaledwie 361. Polską energetykę do roku 1950 cechowała „praca wyspowa” – istniało wiele małych, niesprzężonych systemów energetycznych o zróżnicowanej mocy. Były one skupione wokół dostępnych źródeł zasilania. W roku 1950 powstał Główny Rozrząd Mocy i podjęto próby prowadzenia zorganizowanego ruchu w krajowym systemie energetycznym [1, 2, 3].

Przełom lat czterdziestych i pięćdziesiątych dwudziestego wieku to również początek zinstytucjonalizowanej diagnostyki elektroenergetycznej. Powstają pierwsze jednostki badawczo-rozwojowe, które w obszarze swoich zainteresowań mają zagadnienia związane z modernizacją, pomiarami, profilaktyką i automatyzacją urządzeń elektroenergetycznych. Należy tutaj wymienić Centralne Laboratorium Energetyki, które powstało w 1948 roku na terenie elektrowni Szombierki (na jego bazie w roku 1950 powstał Zakład Badań i Pomiarów Energopomiar) oraz Instytut Energetyki powołany w roku 1953. W latach pięćdziesiątych Polska była podzielona na sześć okręgów energetycznych: Centralny, Wschodni, Południowy, Dolnośląski, Zachodni i Północny. W ramach struktur przedsiębiorstw zarządzających tymi okręgami powoływano Zakłady Remontowe i Produkcyjno-Remontowe Energetyki, najczęściej na bazie przedsiębiorstw, które dysponowały odpowiednią kadrami inżyniersko-techniczną. Powstały zakłady w Krakowie, Katowicach, Poznaniu, Gdańsku, Łaziskach i Lublińcu. Zakłady te prowadziły prace diagnostyczne na własne potrzeby, jednak często przyczyniały się do rozwoju technik diagnostycznych oraz kształciły doświadczonych diagnostów.

Przez kolejne trzy dziesięciolecia rozwój energetyki miał dynamiczny charakter, o czym świadczą przyrosty mocy zainstalowanej w systemie i rocznej produkcji energii elektrycznej (rys. 1). Spowolnienie rozwoju przypada na lata dziewięćdziesiąte ubiegłego wieku, kiedy to realizowano praktycznie ostatnie większe inwestycje. Takie spowolnienie ma swoje konsekwencje, do których możemy zaliczyć między innymi starzenie się infrastruktury elektroenergetycznej. Wymusza to zmiany w strategiach zarządzania majątkiem sieciowym, w których diagnostyka jest kluczowym elementem. Po transformacji ustrojowej w 1989 roku powstaje wiele firm, których działalność obejmuje między innymi zagadnienia diagnostyki urządzeń elektroenergetycznych i które znalazły w wolnorynkowej gospodarce wolne nisze dla swojej działalności. Można tutaj wymienić między innymi: Volteon (obecnie Eltel Networks), Energo-Complex, Energoaudyt, Energotest-Diagnostyka, Mikronika, ZUTE Radom, Energa Serwis.



Na spotkaniu referat wygłosił dr inż. Witold Hoppel  
z Wydziału Elektroniki Politechniki Poznańskiej



Miernik uziemień MRU200 firmy SONEL S.A.



Uczestnicy spotkania elektroinstalatorskiego



Prezentacja

Andrzeja Grymka przyrządów pomiarowych firmy SONEL S.A.

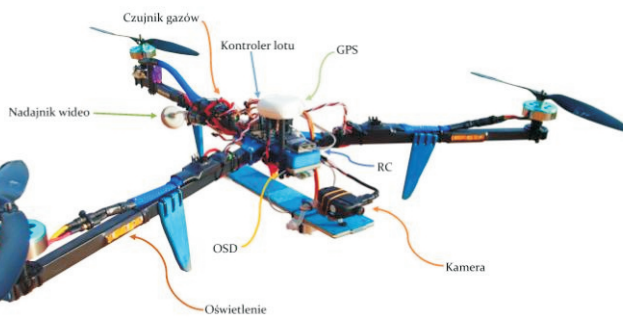


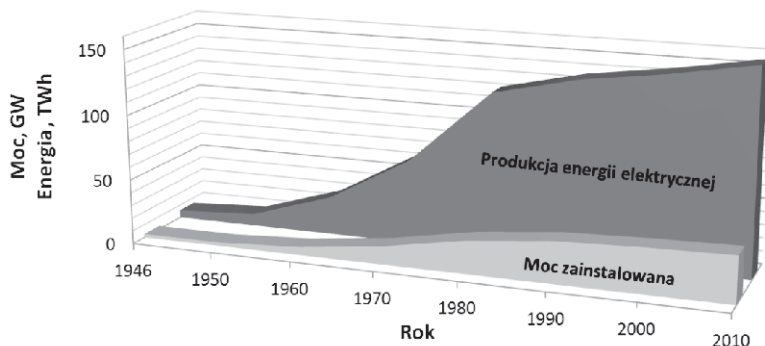
Laureaci XXXVII edycji  
Ogólnopolskiej Olimpiady Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej  
z opiekunem mgr inż. Robertem Hosają



Maciej Sady ze swoim dronem.

## Compact Aerial Spy





Rys. 1. Moc zainstalowana w polskim systemie elektroenergetycznym oraz roczna produkcja energii elektrycznej w Polsce od 1946 do 2010 roku [2]

Duży wpływ na rozwój technik diagnostycznych mają polskie ośrodki naukowe. Do najważniejszych należy zaliczyć: Akademię Górniczo-Huniczą, Politechniki: Warszawską, Wrocławską, Opolską, Poznańską, Śląską, Łódzką i Zachodniopomorski Uniwersytet Techniczny.

## 2. Diagnostyka jako narzędzie w efektywnym zarządzaniu majątkiem sieciowym.

Jednym z zasadniczych celów procesu zarządzania majątkiem sieciowym jest niezawodność dostaw energii elektrycznej o odpowiedniej jakości. Podstawowym narzędziem do osiągnięcia tego celu są badania diagnostyczne, które wraz z systemami monitoringu umożliwiają zebranie informacji niezbędnych do optymalnego zarządzania majątkiem sieciowym. Stosowane współcześnie strategie eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych można podzielić na pięć zasadniczych grup:

eksploatacja urządzeń bez prowadzenia badań diagnostycznych i planowej obsługi (CM – Corrective Maintenance), polegająca na prowadzeniu działań (remonty, wymiany, naprawy) dopiero po wystąpieniu awarii – najprostsza i najmniej skuteczna,

eksploatacja z obsługą profilaktyczną prowadzoną okresowo, wspomagana podstawowymi badaniami diagnostycznymi (TBM – Time-Based Maintenance), uważana za mało efektywną, gdyż nie umożliwia wykrywania rozwijających się uszkodzeń, oraz nieekonomiczna ze względu na wysokie koszty wyłączeń,

eksploatacja z obsługą profilaktyczną zależną od wyników badań on

(CBM – Condition-Based Maintenance), realizowaną nieokresowo i prowadzoną dla obiektów z oceną negatywną, eksploatacja z obsługą profilaktyczną prowadzoną niezależnie od ryzyka uszkodzenia obiektu (RBM – Risk-Based Maintenance); wymaga monitoringu i wspomaganie komputerowego, eksploatacja z obsługą profilaktyczną prowadzoną z uwzględnieniem szacowanej niezawodności obiektu (RCM – Reliability-Centered Maintenance); wymagane modele degradacyjne i programy eksperckie [4,5].

Szeroko rozumiana diagnostyka jest niezbędna w wypadku większości opisywanych strategii, szczególnie tych, które charakteryzują się wyższą skutecznością.

Na wybór racjonalnej strategii eksploatacji ma jednak wpływ szereg czynników:  
warunki pracy,  
zadania funkcjonalne,  
stopień złożoności i niezawodność,  
możliwości dokonywania badań diagnostycznych i przeglądów,  
podatność na procesy starzeniowe i możliwości dokonywania napraw,  
postać funkcji intensywności uszkodzeń oraz jej zależność od częstotliwości i rodzaju czynności profilaktycznych,  
koszty eksploatacyjne uwzględniające profilaktykę oraz straty powodowane wyłączeniami awaryjnymi [5].

Wdrożenie racjonalnych strategii eksploatacyjnych nabiera dużego znaczenia szczególnie ze względu na starzejącą się infrastrukturę sieciową. Skuteczna realizacja tych strategii będzie jednak wymagała, poza znajomością modeli starzeniowych, wiarygodnych informacji o stanie eksploatowanych urządzeń. Informacje te można pozyskać jedynie na drodze działań diagnostycznych.

### 3. Metody stosowane w diagnostyce urządzeń elektroenergetycznych

Współcześnie stosowany wachlarz metod diagnostycznych jest bardzo szeroki. Diagnostyci muszą być zatem wszechstronnymi specjalistami z wielu dziedzin: fizyko-chemii, materiałoznawstwa, miernictwa elektrycznego, chromatografii, termowizji, akustyki, analizy danych, informatyki i wielu innych. Najogólniej prowadzona współcześnie działalność diagnostyczna obejmuje opracowanie metod diagnostycznych, przygotowanie i realizację diagnozowania, weryfikację metod, określenie kryteriów i opracowanie genety, diagnozy oraz prognozy.

Do badań diagnostycznych zaliczamy prace kontrolno-pomiarowe wykonywane po produkcji (dla stwierdzenia możliwości przekazania urządzenia do eksploatacji oraz stworzenia pewnej bazy informacji przydatnej do celów późniejszych porównań i analiz), badania pomontażowe (prowadzone w przypadku urządzeń nowo instalowanych i modernizowanych) oraz badania w eksploatacji (pozwalające na określenie stanu urządzenia po określonym okresie, w którym stan ten mógł ulec zmianie).



Większość prowadzonych współcześnie badań diagnostycznych ma określone na poziomie norm procedury badawcze oraz sposoby interpretacji wyników oparte o przyjęte wartości kryterialne. Istnieją jednak uznane już metody badawcze, dla których na bazie zbieranych doświadczeń konstruuje się dopiero wartości kryterialne. Na przykład metoda DGA (Dissolved Gas Analysis) jest z powodzeniem od lat stosowana w diagnostyce układu izolacyjnego transformatorów olejowych, jednak cały czas trwają prace nad interpretacją wyników w wypadku innych urządzeń takich jak izolatory przepustowe czy przekładniki. Dla tych urządzeń często charakterystyczne stężenia gazów są rozbieżne i zależne od typu urządzenia. Eksploatatorzy są zmuszeni do przyjmowania własnych wartości granicznych stężeń gazów lub przyrostów stężeń, szczególnie w wypadku starszych urządzeń, dla których producenci nie dostarczyli informacji o krytycznych bądź typowych wartościach.

Do metod znanych już od kilkudziesięciu lat, lecz ciągle rozwijanych i zdobywających popularność należy zaliczyć metody polaryzacyjne [16, 17, 18], bazujące na pomiarze i analizie odpowiedzi dielektrycznej układów izolacyjnych, które pozwalają na ocenę zawilgocenia izolacji. Podejmuje się ponadto próby szacowania stopnia degradacji układów izolacyjnych z użyciem tych metod. W grupie metod polaryzacyjnych możemy wyróżnić: metodę RVM – Recovery Voltage Method, metodę PDC – Polarization Depolarization Current, metodę FDS – Frequency Domain Spectroscopy oraz metody skojarzone będące ich hybrydami. Główną wadą opisywanych tu metod jest konieczność wykonywania badań na jednostce wyłączanej z ruchu. Trwają jednak prace badawcze nad wyznaczaniem odpowiedzi dielektrycznej on-line [6]. Technika ta opiera się na wykorzystaniu zjawisk naturalnie występujących w sieci energetycznej jakimi są przepięcia łączeniowe i piorunowe jako impulsów stymulujących przy pomiarze odpowiedzi dielektrycznej i jak wskazują eksperymenty laboratoryjne umożliwia wyznaczenie pojemności elektrycznej oraz współczynnika strat dielektrycznych w zakresie od 10 do 106 Hz.

Zastosowanie zaawansowanych strategii zarządzania majątkiem sieciowym będzie możliwe jedynie po wdrożeniu skutecznych systemów do badań on-line, systemów monitoringu i programów eksperckich.

Rozwijane są zatem metody on-line badań wyładowań niezupełnych prowadzonych metodami elektrycznymi, akustycznymi czy metodą UHF (Ultra High Frequency). Metody te znajdują już zastosowanie w badaniach silników, transformatorów, izolatorów przepustowych i przekładników [7, 8, 9, 10, 12]. Istnieją komercyjne rozwiązania analizatorów DGA przystosowanych do badań on-line transformatorów. Do stosowanych obecnie i ciągle rozwijanych metod diagnostycznych nie wymagających wyłączenia urządzeń z ruchu zalicza się również metody wibroakustyczne umożliwiające ocenę stanu mechanicznego silników, generatorów czy transformatorów [11]. Wiele zastosowań znajduje ocenę drożności systemów

chłodzenia oraz wykrywanie innych objawiających się termicznie defektów urządzeń energetycznych. W diagnostyce układów wysokonapięciowych wykorzystuje się również obserwacje w paśmie ultrafioletowym do zdalnej detekcji wyładowań ulotowych.

Metody diagnostyczne, które można wykorzystywać on-line, mogą być w stosunkowo prosty sposób adaptowane w systemach automatycznego monitoringu [13, 15], które umożliwiają archiwizację oraz interpretację uzyskanych wyników poprzez ich statystyczną obróbkę.

Buduje się również systemy obejmujące swymi zastosowaniami sterowanie, nadzór i planowanie procesów w przemyśle [14]. Systemy te mogą integrować wiele podsystemów monitoringu (śledzących zmiany takich wielkości jak temperatura, zawilgocenie, zawartość gazów, aktywność wyładowań niezupełnych itp.), a uzupełnione o bazy wiedzy dotyczące wartości kryterialnych oraz oprogramowanie eksperckie usprawniają procesy decyzyjne w eksploatacji.

## Podsumowanie

Doświadczenia eksploatorów i diagnostów urządzeń elektroenergetycznych pozwoliły na stworzenie szerokiego zestawu badań diagnostycznych przyporządkowanych do poszczególnych grup urządzeń. Są to jednak głównie metody oparte o diagnostykę off-line, której zasadniczą wadą jest brak możliwości wykrywania szybko rozwijających się uszkodzeń. Bazując na diagnostyce off-line można, co najwyżej, stosować strategię TBM, która w wielu przypadkach nie jest optymalnym wyborem. Największe szanse na wprowadzenie innych strategii zarządzania mają duże transformatory mocy, które coraz częściej wyposażane są w systemy monitoringu. Obecnie na nowych jednostkach instaluje się monitoring podstawowych wielkości, natomiast bardziej zaawansowane systemy (śledzące takie zjawiska jak wyładowania niezupełne) są instalowane zazwyczaj na wybranych jednostkach będących już w eksploatacji. Sprzęga się je z systemami nadrzędnymi, co umożliwia gromadzenie i analizę różnorodnych danych oraz tworzenie eksperckiego oprogramowania wspomagającego podejmowanie decyzji. Przyjmuje się, że system monitoringu powinien spełniać dwie zasadnicze funkcje: detekcję szybko rozwijającego się uszkodzenia oraz predykcję zmian wielkości kluczowych z punktu widzenia procesów starzeniowych na podstawie wykrytych trendów. Choć obecnie stosowane systemy są w pełni funkcjonalne pod względem realizacji pomiaru, akwizycji i statystycznej analizy danych to wciąż trwają prace nad uściśleniem pewnych wielkości krytycznych, na podstawie których systemy będą generowały wiarygodne sygnały ostrzeżeń i alarmów dla obsługi.

## Literatura

- [1] Kwinta W., Energetyki polskiej droga do współczesności, Polska Energia,

marzec 2012

- [2] Spierewka H., Kořakowski T.E, Dziesięciolecie PSE-Południe na tle 70 lat historii polskich Źrm elektroenergetycznych w Katowicach, Energetyka 7'2008, s. 479-501
- [3] Soliński J., 85 lat światowej rady energetycznej na tle rozwoju globalnego i polskiego sektora energii, Polski Komitet Światowej Rady Energetycznej, 2009, Warszawa
- [4] Florkowska B., Diagnostyka wysokonapięciowych układów izolacyjnych urządzeń elektroenergetycznych, Wydawnictwa AGH, 2009, Kraków
- [5] Gacek Z., Próba uporządkowania zasad racjonalnej eksploatacji wysokonapięciowych układów izolacyjnych, Pomiary, Automatyka, Kontrola, Vol. 55, Nr 1'2009, s 54-58,
- [6] Sonerud B., Bengtsson T., Blennow J., Gubanski S. M., "Noise and Aliasing Aspects in a Multiharmonic-Dielectric-Response-Measurement System", IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement, Vol. 60, No. 12, December 2011
- [7] Szymaniec S., Diagnostyka on-line stanu izolacji uzwojeń w silnikach wysokonapięciowych indukcyjnych klatkowych, Prace Naukowe Instytutu Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej nr 62, Wrocław 2008
- [8] Ziomek W., Sikorski W., Siodła K., Staniek P., Kuffel E., Location and recognition of partial discharge sources in a power transformer using advanced acoustic emission method, IX Ogólnopolskie Sympozjum Inżynieria Wysokich Napięć, IW'2008, Poznań/Będlewo 2008
- [9] Sikorski W., Staniek P., Walczak K.: Joint UHF/AE Method of Partial Discharges Detection and Identification, International Conference on Advances in Processing, Testing and Application of Dielectric Materials APTADM'2007, Wrocław, 2007
- [10] Błachowicz A., Boczar T., Mobilny system pomiarowy do badania zjawiska wyładowań niezupełnych metodą emisji akustycznej, Pomiary, Automatyka, Kontrola, Vol. 55, Nr 1'2009, s 27-29,
- [11] Borucki S., Cichoń A., Boczar T., Diagnostyka transformatorów energetycznych z wykorzystaniem metody wibroakustycznej, Pomiary, Automatyka, Kontrola, Vol. 55, Nr 1'2009, s 19-22
- [12] Sikorski W., Siodła K., Staniek P.: On-line Monitoring System of Partial Discharges Occurring in Power Transformer Insulation Using Acoustic Emission Method, The 15th International Symposium on High Voltage Engineering ISH-2007, Ljubljana, Slovenia, August 2007
- [13] Sikorski W., Walczak K., Morańda H., Gil W., Andrzejewski M., System monitoringu wyładowań niezupełnych metodą emisji akustycznej – doświadczenia eksploatacyjne, Przegląd Elektrotechniczny, Nr 11b, 2012 s. 117-121

- [14] Andrzejewski M., Gil W., Ocena stanu transformatora w systemie monitoringu z funkcjami eksperckimi, Przegląd Elektrotechniczny, Nr 10, 2008, s. 243-247
- [15] Andrzejewski M., Gil W., Masławski W., Doświadczenia aplikacyjne w monitoringu on-line stanu izolatorów przepustowych, Nr 11b, 2010, s. 150-153
- [16] Gielniak J., Ekanayake C., Walczak K., Graczkowski A., Gubański S.M., Dielectric response of new and aged transformer pressboard in dry and wet states, International Symposium on Electrical Insulating Materials ISEIM 2005, Kitakyushu, Japan, June 5-9, 2005, Vol. 2, s. 386-389
- [17] Gubański S.M., Boss P., Csepes G., Houhanessian V.D., Guinic P., Gafvert U., Karius V., Lapworth J., Urbani G., Werelius P., Zaengl W., Dielectric response methods for diagnostics of power transformers, IEEE Electrical Insulation Magazine, Vol. 19, No. 3, May/June 2003, s. 12-18
- [18] Gielniak Jarosław, Walczak Krzysztof. Influence of oil parameters and pressboard mass density on dielectric response of oil-papers insulating system, Scientific Papers of the Institute of Electrical Engineering Fundamentals of the Wrocław University of Technology, 2007, nr 46, s. 118-121

*Katarzyna Madura*

*AMPLI S.A.*

*Regionalny Koordynator Sprzedaży*

*Dział Oświetlenia*

## **ÓŚWIETLENIE INDUKCYJNE ENERGOOSZCZĘDNE ROZWIĄZANIE DLA PRZEMYSŁU**

W ostatnich latach dokonał się duży postęp w dziedzinie oświetlenia, zarówno stosowanego w naszych domach, biurach, jak również w zakładach produkcyjnych, magazynach, fabrykach. Poszukujemy rozwiązań energooszczędnych, wytrzymałych, tanich i ekologicznych. Obecnie najczęściej opisywanym źródłem światła jest LED i o nim możemy znaleźć najwięcej publikacji, dlatego ja zajmę się oświetleniem indukcyjnym - alternatywą dla metahalogenkowych, sodowych, jak również ciągle stosowanych rtęciowych źródeł światła. Skoncentruje się na zaletach tego typu oświetlenia w zastosowaniu w przemyśle.

Lampa indukcyjna działa dzięki dwóm zasadom: indukcji elektromagnetycznej i promieniowania w parach rtęci o niskim ciśnieniu. Poniżej przedstawię największe zalety oświetlenia indukcyjnego. Indukcyjne źródła światła nie posiadają żarnika ani elektrody, dlatego ich

cechą jest duża **wytrzymałość**, nie ulegają awarii z powodu spadków napięcia, wstrząsów. Dlatego sprawdzają się w tunelach, parkingach, stacjach benzynowych. **Odporność na drgania**, powoduje że lampy indukcyjne mogą znaleźć swoje zastosowanie np. na suwnicach. Brak żarnika i elektrod powoduje również długą **żywność** indukcyjnych źródeł światła, która sięga 80 000 do 100 000 godzin, czyli 8 – 10 lat ciągłego świecenia. Dla porównania żywotność zwykłej żarówki to zaledwie 1 000 godzin, świetlówki kompaktowej około 6 000 godzin, lampy metalohalogenkowej 16 000 – 20 000 godzin, lampy LED około 50 000 godzin.

Wysoka skuteczność świetlna cechująca oświetlenie indukcyjne wpływa na **energooszczędność** tej technologii. Przykładowo, jeśli chcemy zmniejszyć rachunki za energię, możemy dokonać zamiany lamp metalohalogenowych, sodowych, rtęciowych o mocy 400W na lampę indukcyjną o mocy 250W. Tak duże oszczędności powodują, że wymiana dotychczas stosowanych lamp na oświetlenie indukcyjne, zwraca się w krótkim czasie, nie mówiąc już o wygodzie, jaką osiągają użytkownicy po dokonaniu takiej modernizacji.

Bardzo mały pobór energii, bardzo długa żywotność oraz duża wytrzymałość pozytywnie wpływają na **koszty utrzymania infrastruktury oświetleniowej** opartej o lampy indukcyjne. Dzięki temu rachunki za energię elektryczną ulegają drastycznemu obniżeniu i bardzo rzadko jesteśmy zmuszani do przeprowadzania kosztownych konserwacji i wymian lamp.

Konstrukcja lampy eliminuje również powstawanie efektu stroboskopowego i efektu olśnienia, co podnosi **komfort pracy** przy tego typu oświetleniu.

Cechą charakterystyczną oświetlenia indukcyjnego jest wysokiej jakości białe światło, zbliżone do światła dziennego oraz **bardzo dobry współczynnik oddawania barw**. CRI oświetlenia indukcyjnego wynosi ponad 80 jednostek, dla porównania lamp sodowych tylko 20-25, ten parametr powoduje dobre odwzorowanie kształtów.

**Użytkowanie** - niektóre pomieszczenia, np. chłodnie nie wymagają ciągłego oświetlenia. To, kiedy ono zostanie uruchomione w dużej mierze zależy od konkretnej potrzeby. Lampy rtęciowe, sodowe oraz metalohalogenkowe nie sprawdzają się w takim zastosowaniu. Rozgrzewają się od 5 do 10 min, więc aby nie utrudniać pracy, zwykle zostawia się je włączone przez cały czas.

Ten problem znika w przypadku zastosowania lamp indukcyjnych. Optymalna jakość oświetlenia dostępna jest zaraz po uruchomieniu. Dzięki temu pracownicy od razu mogą bezzwłocznie zająć się powierzonym zadaniem. Co więcej, lampy indukcyjne idealnie współpracują z wszelkiego rodzaju czujnikami, dzięki czemu pomieszczenie jest oświetlone tylko wtedy, kiedy ktoś w nim faktycznie pracuje.

Lampy indukcyjne sprawdzają się również podczas awarii zasilania, **startują natychmiast**, uruchamiając się automatycznie w momencie przywrócenia zasilania.

Na koniec warto wspomnieć o wpływie tego typu źródła światła na

**Środowisko.** Lampy indukcyjnie pochłaniają o wiele mniej surowców w porównaniu z innymi technologiami oświetlenia. Są bardziej żywotne, proces recyklingu jest prostszy i tańszy.

Najniebezpieczniejszy element – rtęć – występuje w połączeniu z amalgamatem, tak więc jest w stanie stałym dzięki czemu, można ją łatwo odłączyć od reszty urządzenia i poddać procesowi recyklingu, bez ryzyka dla otoczenia. Ważnym elementem jeśli chodzi o środowisko jest zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery.

Oświetlenie indukcyjne to klasyczne **oprawy typu high bay**, dzięki czemu mogą być z powodzeniem stosowane w oświetleniu wewnętrznym: halach produkcyjnych, magazynowych, **naświetlacze** dzięki którym są idealnym oświetleniem zewnętrznym, ulic, placów ale również tuneli, parkingów, jak i **oprawy uliczne i parkowe**.

Uważam, że oświetlenie indukcyjne spełnia oczekiwania najbardziej wymagających użytkowników.

*Andrzej Cyganik*  
*Siemens Sp. z o.o.*  
*tel. 012/426 55 22*  
*andrzej.cyganik@siemens.com*

## **Strefy Ex (cz1)**

**Projektowanie instalacji w obszarach o zwiększonym zagrożeniu wybuchem jest zagadnieniem trudnym i odpowiedzialnym. Użyty sprzęt musi spełniać szereg dodatkowych wymogów. Artykuł ma na celu wprowadzenie w podstawowe zagadnienia stref Ex oraz przedstawia oferowane przez firmę SIEMENS rozwiązania sprzętowe.**

### **Trochę teorii**

Zacniemy od zdefiniowania kilku terminów, które będą przewijały cię przez cały artykuł.

*Eksplozja* – nagła, chemiczna reakcja spalania substancji w otoczeniu tlenu, powodująca uwolnienie się dużej ilości energii.  
Substancja palna może występować jako gaz, zawiesina, opary lub w formie kurzu.

Wybuch może wystąpić jedynie w przypadku zetknięcia się trzech czynników:

1. Substancja palna (o odpowiednim stężeniu)
2. Tlen (np. w atmosferze)
3. Źródło zapłonu (np. iskra elektryczna)

1 + 2 + 3 = Eksplozja

*Punkt parowania* – najniższa temperatura, w której nad poziomem cieczy palnej formuje zawiesina jej oparów. Punkt parowania jest nieco wyższy niż minimalna temperatura, przy której ciecz zaczyna parować.

Różne ciecze mają różne punkty parowania. Wiąże się to z ich fizycznymi właściwościami. W rozważaniach technicznych, ciecze palne podzielne zostały na cztery kategorie

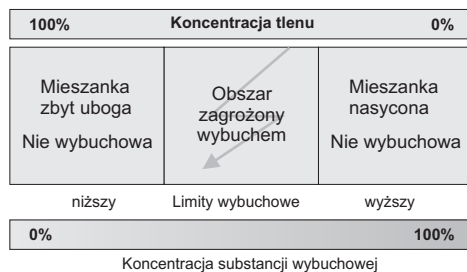
Klasa wybuchowości	Punkt parowania
A I	< 21 °C
A II	21.....55 °C
A III	> 55.....100 °C
B	21 °C rozpuszczone w wodzie 15 °C

## Fizyczne podstawy

### *Ciecze.*

Palne substancje wytwarzają niebezpieczną atmosferę (opary), która po osiągnięciu odpowiedniego stężenia może stanowić zagrożenie wybuchem.

Małe lub duże stężenie (nasylenie lub brak odpowiedniej ilości tlenu) nie są niebezpieczne. Niebezpieczeństwo stanowi wartość środkowa stężenia i jest ona różna dla różnych substancji / mieszanek gazowych.



### *Kurz.*

W środowisku przemysłowym, substancje stałe często występują w postaci lotnej zwanej pyłami lub potocznie kurzem. Zjawisko występowania substancji w formie pyłów zostało zdefiniowane i opisane w normie DIN EN 50281-1-1-2 jako „cząstki stałe zdeponowane w atmosferze z uwagi na małą masę własną pozostające w atmosferze okresowo jako kurz lub powietrzna mieszanka”. Kurz można porównać z porowatym materiałem o przepuszczalności 90%. Jeżeli temperatura kurzu wzrasta, może on stanowić zagrożenie wybuchem. Eksplozja gazu czy zawiesin może spowodować eksplozję znajdującego się w sąsiedztwie kurzu. Zagrożenie kurzem jest rozpatrywane z uwagi na dwie właściwości fizyczne:

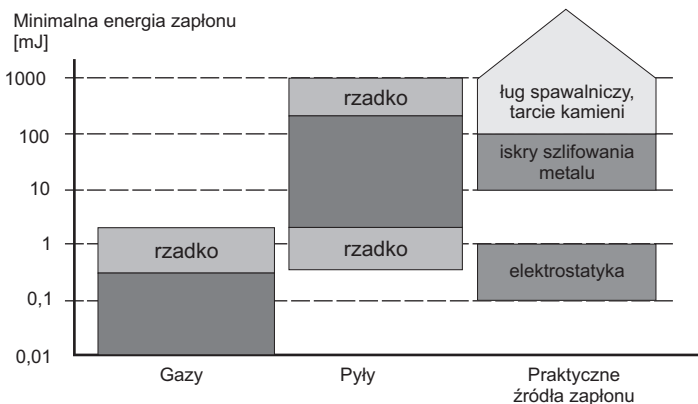
- Przewodność.  
Kurzu jest uważany za przewodnik, gdy jego rezystancja jest mniejsza niż  $10^3 \Omega m$ .
- Łatwopalność.  
Kurz jest łatwopalny, jeżeli może się palić będąc w atmosferze, jeśli potrafi formować wybuchowe mieszanki w warunkach ciśnienia atmosferycznego w zakresie temperatur  $-20$  do  $+60$  °C.

### Minimalna energia zapłonu

Aby wywołać eksplozję, w środowisku mieszanki wybuchowej należy wyzwolić określoną, minimalną ilość energii. Wyzwoleniu energii musi towarzyszyć płomień w dowolnej, najmniejszej postaci, czyli np. iskra.

Minimalna ilość energii zawiera się pomiędzy  $10^{-5}$  J dla wodoru i może sięgać do kilku J dla niektórych pyłów.

Wykres porównujący minimalną energię potrzebną do zainicjowania wybuchu gazów i kurzu.



Porównanie minimalnej energii zapłonu gazów i pyłów z praktycznie występującymi źródłami.

### Normalizacja i prawo

Globalnie, ochrona przed wybuchem jest określana przez stosowne instytucje każdego kraju. Różnice w międzynarodowych regulacjach są poważnym problemem dla producentów sprzętu. Wymusza to uzyskanie dodatkowych, właściwych dla danego kraju atestów. Dużym krokiem w kierunku unifikacji jest powstanie Unii



Europejskiej. Proces ujednociania przepisów trwa, ale nie jest to zadanie proste i z pewnością potrwa jeszcze jakiś czas.

Na płaszczyźnie międzynarodowej kilka komisji podjęło próbę ujednoczenia przepisów. Wydaje się, że najbliższym osiągnięciem celu jest International Electronic Commission (IEC), dzięki opracowaniu zbioru przepisów bazujących na obecnych standardach oficjalnie nazwanych IECEx Scheme. W Unii Europejskiej ochrona przed wybuchem jest regulowana przez rozporządzenia i prawo. Sprzęt użyty w obszarze zagrożonym wybuchem musi posiadać odpowiednie certyfikaty. Dodatkowo, sprzęt ten podlega przeglądowi, konserwacji oraz oględzinom mającym na celu weryfikację stopnia bezpieczeństwa wykonywanym przez upoważnione instytucje. Rozporządzenia EC są obowiązujące dla wszystkich krajów członkowskich.

Skrócona nazwa	Oznaczenie	Ważna od
Low-voltage Directive - Modification	73/23/EEC 93/68/EEC	19.08.74 01.01.95
EMCDirective - Modification -Modification	89/336EEC 92/31//EEC 93/68/EEC	01.01.92 28.10.92 01.01.95
Machinery Directive	98/37/EC	01.01.93
EX Directive (ATEX 100a)	94/9/EC	01.03.96
Pressurized equipment Directive	97/23/EC	29.11.99
ATEX 137 (stara: ATEX 118a)	1999/92/EC	16.12.99

Wybrane, ważne Rozporządzenia EC

### **Narodowe regulacje**

Generalnie, rozporządzenia EC są prawem w Unii Europejskiej i muszą być stosowane w niezmienionej postaci przez każdego jej członka. Część krajów przyjęła rozporządzenia jako normy narodowe ( np. norma 94/9/EC przyjęta przez Niemcy jako ochrona wybuchowa Expo). Niektóre rozporządzenia określają jedynie warunki minimalne ochrony. Państwa przyjmujące mogą wtedy tworzyć własne przepisy na bazie EC, które zaostrzają wymagania.

Należy podkreślić, że dyrektywy dotyczące zagadnień Ex nie posiadają statusu prawnego i nie mogą być wykorzystywane w przypadku wystąpienia jakichkolwiek zniszczeń. Są to jedynie ważne zalecenia, sugestie.

Jest wiele technicznych standardów w świecie odnoszących się do zagadnień ochrony wybuchowej. Standardy te ulegają ciągłym modyfikacjom. Wynika to z ciągłego rozwoju technologii, techniki oraz coraz większym wymogom co do

bezpieczeństwa, jakie wymusza społeczeństwo. Stanowi to istotny problem integracji przepisów w jedno, globalne prawo.

### Standard EC

Standard EC (European Community) dot. ochrony wybuchowej zostały stworzone na bazie starych rozporządzeń EC pod przewodnictwem CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization). CENELEC skonsolidował przy tym zadaniu narodowe komitety państw Unii. Wraz z upływem czasu, kwestia standaryzacji przepisów osiągnęła bardzo wysoki priorytet (rozwój technologii, handel). CENELEC zostawał w tyle za IEC przez co zdecydował się na tworzenie przepisów równoległych (nie dominujących) nad rozporządzeniami IEC. W praktyce oznacza to, że EC będzie przekładało normy IEC jedynie w szczególnych przypadkach i będzie tworzyło wtedy zintegrowaną normę EN. W pierwszej kolejności zagadnienia Ex zostały przełożone i ujęte w normy serii EN 60079.

Oznaczenie normy według standardu EC:

EN	50014	: 1997
Zunifikowany europejski standard	Numer standardu	Rok publikacji

### Standard IEC

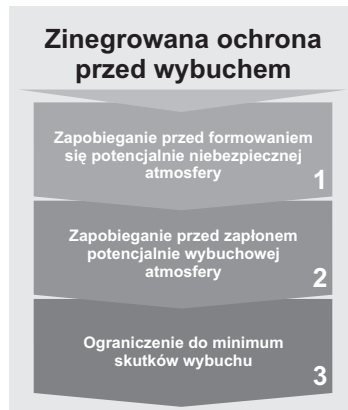
Na płaszczyźnie międzynarodowej, opracowania IEC stanowią standard dla ochrony przed wybuchem. Obowiązują rozporządzenia Technical Committee TC31. Standardy ochrony przed wybuchem są zebrane w serii IEC 60079-x (poprzednio IEC 79-x). X oznacza indywidualny numer technicznego standardu np. IEC 60079-11 dla zaostrożonej ochrony przed wybuchem (Intrinsic Safety).

Oznaczenie normy według IEC:

INC	60079	-11
Standard (International Electrotechnical Commission)	Numer serii	Indywidualny numer standardu europejskiego

## Ochrona przed wybuchem

Rozróżniamy dwa podstawowe środki ochrony przed wybuchem ( nr 1 i 2 ).



Pierwszy środek pokrywa wszystkie.

Zadaniem ochrony zintegrowanej jest zastosowanie wszystkich możliwych środków, aby zapobiec wystąpieniu zagrożenia.

Jest zasadnicza różnica pomiędzy środkami grupy nr 1 a 2. Pierwsza grupa jest realizowana przez :

- Zapobieganie formowaniu się w atmosferze łatwopalnych substancji (technologia)
- Rozproszenie (dodatkowy azot, O<sub>2</sub>)
- Ograniczenie stężenia (kontrola)
- Wentylacja

Zastosowanie drugiej grupy jest konieczne, jeżeli atmosfera wybuchowa nie może być usunięta lub jest tylko częściowo ograniczona przez użycie ochrony grupy pierwszej.

Druga grupa jest zwykle zintegrowana z urządzeniami, zwiększając ich bezpieczeństwo, oraz eliminując możliwość powstania przeskoku iskry. W skład zabezpieczeń wchodzi:

- Transformatory bezpieczeństwa
- Izolacja (optoizolacja)
- Wszelkiego rodzaju bariery ograniczające moc w przewodach sygnałowych
- Technologia wykonania sprzętu (Intrinsic Safe)

Rozwój technologii i techniki powoduje coraz większe rozrastanie się środków ochrony grupy drugiej ale również wpływa na nowe rozwiązania w zakresie środków grupy pierwszej.

## **Strefy zagrożenia**

Obszar, w którym może wystąpić zagrożenie wybuchem podzielony został na trzy strefy.

### *Strefa 0 (20 dla kurzu)*

Obszar w którym wybuchowe substancje znajdują się w atmosferze w sposób ciągły.

### *Strefa 1 (21)*

Obszar, w którym substancje znajdują się sporadycznie, od czasu do czasu

### *Strefa 2 (22)*

Obszar, w którym niebezpieczeństwo wybuchu może wystąpić bardzo rzadko, np. w przypadku wystąpienia awarii

Rozległość poszczególnych stref zależy od specyfiki oraz geograficznych zależności związanych z położeniem obszaru (temperatura, ciśnienie, wilgotność, prądy powietrzne). Szczegółowe informacje o podziale na strefy można znaleźć w normie EN/IEC 60079-10.

Oczywistą wydaje się rzeczą, że sprzęt używany w strefie 0 (20) musi spełniać o wiele więcej kryteriów niż inny dedykowany do stref 1 czy 2 (21 i 22). Generalnie, około 95% sprzętu instaluje się w Strefie 1 (21) a tylko 5% w Strefie 0 (20).

## **Klasyfikacja sprzętu**

Rzeczą najwyższej wagi jest zastosowanie w strefach zagrożonych wybuchem jedynie sprzętu posiadającego odpowiednie dopuszczenia.

Każde certyfikowane urządzenie musi posiadać na obudowie odpowiednie oznaczenia, które informują użytkownika o możliwości jego zastosowania. Jest więc rzeczą bardzo ważną aby system oznaczeń był stosunkowo prosty i przejrzysty przez co umożliwi łatwe dekodowanie przeznaczenia urządzenia. W oznaczeniu powinny zawierać się informacje dotyczące:

- Dostawcy urządzenia
- Instytucji dopuszczającej
- Zastosowanie
  - Pod ziemią
  - Inne
  - Dla gazu i zawiesin –G-  
dla kurzu –D-  
w kopalniach –M-
- Kategorie, gdzie sprzęt może zostać użyty
- Typ zastosowanej w urządzeniu ochrony

- Instytucji testującej, wydającej odpowiedni certyfikat
- Data wyprodukowania urządzenia

W następnym artykule klasyfikacja sprzętu cd. + sposoby ochrony przeciwwybuchowej.

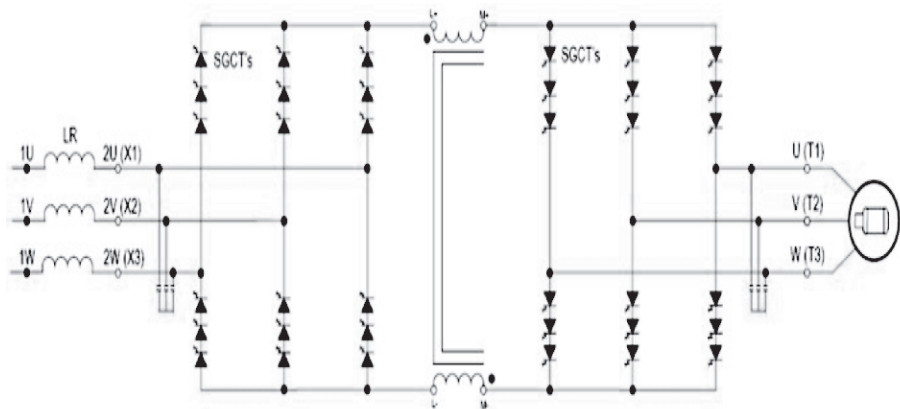
*mgr inż. Łukasz Wieczorek  
Inżynier ds. aplikacji napędowych  
Schneider Electric*

## **Przekształtniki częstotliwości średniego napięcia – porównanie technologii napięciowej i prądowej.**

Na przestrzeni ostatnich kilku lat na polskim rynku zauważalny zostaje wzrost udziału przekształtników częstotliwości średniego napięcia w odniesieniu do całej oferty technologii napędowej dużych mocy. W związku z powyższym klienci coraz częściej szukają odpowiedzi na pytanie, jaki typ przekształtnika najlepiej dopasowany będzie do ich potrzeb. W literaturze polskojęzycznej panuje mało obiektywny pogląd, mówiący o tym, że technologia prądowa jest najbardziej przyjazną dla silników. Dla odmiany w literaturze anglojęzycznej bez problemu odnaleźć można informacje, które zaprzeczają wyżej postawionej tezie i są zarazem bardziej obiektywne. Jak to faktycznie wygląda w praktyce? Poniżej przedstawiono porównanie zalet oraz wad przekształtników średniego napięcia prądowych jak i napięciowych.

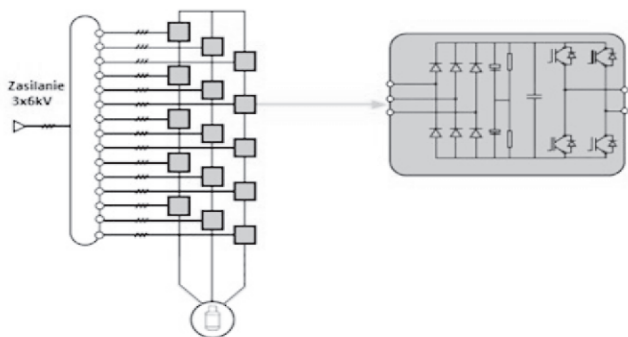
### **Prezentacja technologii**

Pierwszą rozpatrywaną technologią będzie technologia prądowa. Najczęściej wykorzystywanymi podzespołami elektroniki mocy w prostownikach są odmiany tyrystorów GCT takie jak IGCT lub SGCT. Dzięki ich zastosowaniu prostowniki mogą być zbudowane w układzie mostka aktywnego czyli w tzw. układzie AFE (ang. Active Front End). W sekcji DC jako element magazynujący energię wykorzystywane są elementy indukcyjne (cewki), które łagodzą również pulsacje prądu. Sekcja falownika zbudowana jest na bazie elektronicznych komponentów przełączających: tranzystorów GTO lub SGCT. Za ich pomocą tworzona jest modulacja PWM, dzięki której można regulować częstotliwość wyjściową (rys. 1).



**Rysunek 1: Schemat przekształtnika źródła prądowego z zasilaniem w układzie AFE**

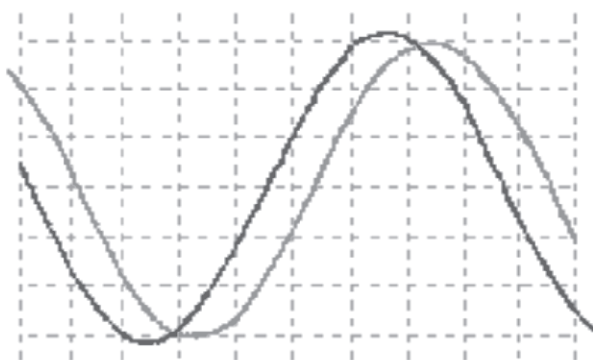
Przekształtnik prądowy wymaga zastosowania filtrów wejściowych i wyjściowych z powodu dużego udziału zniekształceń harmonicznych generowanych przez elementy tyrystorowe. Harmoniczne te wpływają negatywnie na współczynnik mocy ( $\lambda$ ) oraz zgodność z normą IEE519-1992. Zniekształcenia harmoniczne na poziomie poniżej 5% możliwe są do osiągnięcia jedynie przy użyciu mostków aktywnych, lecz te znacznie obniżają sprawność całego urządzenia. W przypadku zastosowania standardowych prostowników poziom zniekształceń harmonicznych prądu THDi (ang. Total Harmonic Distortion) może sięgać nawet 30%, co w przypadku przekształtników dużej mocy może skutkować zakłócaniem pracy innych urządzeń. Niemniej jednak technologia mostka aktywnego daje możliwość rekuperacji energii do sieci, co sprawdza się w przypadku aplikacji, gdzie wymagane jest częste bądź długotrwałe hamowanie (np. przenośnik pochyłone w dół, dźwigi, itp...).



*Rysunek 2: Schemat przekształtnika źródła napięciowego w technologii wielopoziomowej*

Kolejną technologią wykorzystywaną w budowie przekształtników średniego napięcia jest technologia napięciowa znana w wykonaniach: dwupoziomowych,

trzy poziomowych, pięciopoziomowych oraz wielopoziomowych. W niniejszym artykule rozpatrzone zostaną cechy przekształtnika źródła napięciowego w technologii wielopoziomowej czyli tzw. 'multilevel' na przykładzie rodziny przekształtników ATV1200 firmy Schneider Electric. Technologia ta pozwala na modułową konstrukcję przekształtnika złożoną z kilku komórek mocy przypadającej na jedną fazę (rys. 2). Przedstawiona budowa pozwala na osiągnięcie aż do 19-nastu poziomów napięcia wyjściowego. Konstrukcja zintegrowana jest z transformatorem o wielu uzwojeniach wtórnych, który zasila komórki mocy oraz dzięki przesunięciom pomiędzy uzwojeniami pozwala na obniżenie zniekształceń harmonicznych przy zachowaniu bardzo wysokiej sprawności. Każda z komórek mocy działa na zasadzie dwupoziomowego przekształtnika AC-DC-AC, wykorzystując diody w sekcji prostownika, kondensatory w sekcji DC magazynujące energię i filtrujące napięcie oraz niskonapięciowe tranzystory IGBT w sekcji falownika. ATV1200 to napęd w pełni zintegrowany zawierający wszelkie niezbędne komponenty, którego konstrukcja pozwala na łatwą i prostą instalację



Rysunek 3: Przebiegi wejściowe przekształtnika ATV1200; pomarańczowy - prąd, zielony - napięcie.

Rodzina ta w całym zakresie oferty kompatybilna jest z normą IEE519-1992. Standardowe napędy wykorzystują technologię zasilania 36-pulsowego co ogranicza zniekształcenia harmoniczne prądu na wejściu falownika do poziomu THD i < 2% natomiast konstrukcja 54-pulsowa pozwala osiągnąć poziom zniekształceń THDi < 1% czego efektem jest perfekcyjna sinusoida prądowa jak i napięciowa na wejściu falownika (rys. 3)

osiągana w całym zakresie oferty.

Poniższa tabela przedstawia porównanie wykonania sterowników elementów elektroniki mocy różnego typu.

	GTO	IGCT	SGCT	LV IGBT	HV IGBT	IEGT
Rodzina urządzeń	Tyrystor	Tyrystor	Tyrystor	Tranzystor	Tranzystor	Tranzystor
Montaż	Press-pack	Press-pack	Press-pack	Flat-pack	Flat-pack	Press-pack
Napięcie maksymalne	4500 V	6000 V	6000 V	1400 V	6000 V	4500 V
Prąd maksymalny	4000 A	4000 A	5000 A	1000 A	1200 A	4000 A
Prąd bramy	400-1000 A	4000 A	4000 A	0,1 A	< 1 A	1,5 A
Ilość komponentów sterownika	Wysoka	Wysoka	Wysoka	Niska	Niska	Niska
Straty	Wysokie	Średnie	Średnie	Niskie	Niskie	Niskie
<b>Możliwość ograniczenia i wyłączenia prądu zwarciovego</b>	Nie	Nie	Nie	Tak	Tak	Tak
<b>Efektywność</b>	Niska	Niska/Średnia	Niska/Średnia	Bardzo wysoka	Wysoka	Wysoka
<b>Pewność</b>	Niska	Niska/Średnia	Niska/Średnia	Wysoka	Wysoka	Wysoka

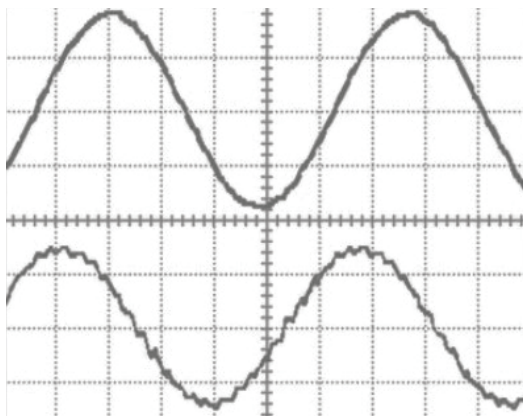
*Rysunek 4 Porównanie technologii podzespołów mocy wykorzystywane w przekształtnikach częstotliwości średniego napięcia*

Jak pokazuje zestawienie (rys. 4) w przekształtniku ATV1200 zostały wykorzystane podzespoły najpewniejsze oraz najbardziej odporne na uszkodzenia dzięki małym prądom sterującym. Ilość komponentów sterownika w technologii LV IGBT jest niska co potwierdza niezawodność całego urządzenia. Co więcej, przekształtnik ATV1200 dzięki zastosowaniu niskonapięciowych tranzystorów IGBT należy do grupy przekształtników średniego napięcia o najwyższej sprawności. Urządzenie to nie potrzebuje również skomplikowanych filtrów oraz dużych elementów indukcyjnych w obwodach DC, dzięki czemu jest również efektywne ekonomicznie w przeciwieństwie do przekształtników źródła prądowego, w których wykorzystuje się drogie sterowniki elektronicznych elementów mocy, skomplikowane filtry oraz duże i drogie cewki w obwodzie prądu stałego czyniące całość urządzenia mało efektywnym ekonomicznie.

### **Kompatybilność z silnikami**

Nie ulega wątpliwości, że obydwie odmiany przekształtników (prądowy oraz napięciowy w wykonaniu wielopoziomowym) idealnie spełniają wymogi nowych



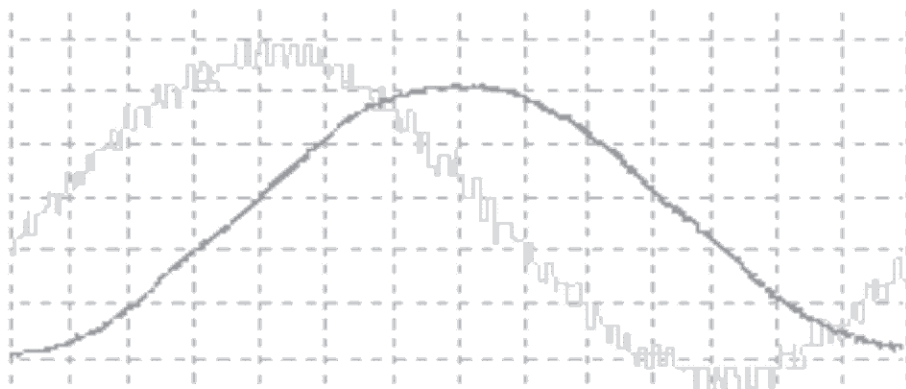


Rysunek 5: Przebiegi wyjściowe przekształtnika źródła prądowego; górny - napięcie, dolny - prąd.

aplikacji jak i tzw. “retrofitowych” czyli takich, gdzie istnieje konieczność wymiany bądź dostawienia napędu do pracującej aplikacji oraz starego silnika. Obydwie technologie pozwalają na zastosowanie standardowych przewodów silnikowych i nie wymagają ich ekranowania. Przekształtnik ATV1200 pozwala na zastosowanie przewodów o długości do 2 kilometrów bez konieczności stosowania filtrów wyjściowych. W przypadku technologii prądowej dzięki

niemal idealnemu kształtowi sinusoidy napięciowej na wyjściu (rys. 5) można wykorzystać dłuższe przewody silnikowe o długości sięgającej nawet 15 kilometrów. Jednakże fala prądowa nie jest już idealną sinusoidą, co powodować może pulsację momentu na wale silnika (ang. *toque cogging*) jak również całego układu mechanicznego połączonego z silnikiem (np. pompa, wentylator czy przekładnia). Zjawisko to łagodzone jest przy pomocy wbudowanych filtrów wyjściowych. Uszkodzenie niniejszego filtra skutkować może uszkodzeniem silnika jak i całego układu mechanicznego. Zastosowane filtry zmniejszają również sprawność samego przekształtnika.

W przypadku przekształtnika źródła napięciowego wykonanego w technologii wielopoziomowej – ATA1200 przebiegi wyjściowe wymagają nieco inaczej co przedstawiono na ilustracji (rys. 6).



Rysunek 6: Przebiegi wyjściowe przekształtnika ATV1200; pomarańczowy – prąd, zielony – napięcie.

W technologii „multilevel” wyjście napięciowe jest quasi-sinusoidą zbudowaną z wielu poziomów napięcia – aż do 19-nastu (stąd nazwa technologia wielopoziomowa). Technologia ta jest w pełni kompatybilna nawet ze starymi silnikami o klasie izolacji B. Stromości narastania napięcia wyjściowego  $dV/dt$  mieszczą się w przedziale 500-1000 V/ $\mu$ s zdefiniowanym w normie VDE0503, które ogólnie przyjęte są jako wartości nie powodujące degradacji izolacji silnika. Kształt prądu wyjściowego jest niemal idealną sinusoidą, dzięki czemu nie powoduje pulsacji momentu na wale silnika. Dzięki w/w cechom przekształtnik ten nie wymaga stosowania filtrów wyjściowych. Co więcej dzięki wbudowanemu transformatorowi tworzone jest mocne uziemienie co zapobiega zjawisku przesuwania punktu neutralnego na silniku (ang. neutral point shifting). Technologia wielopoziomowa jako jedyna istniejąca technologia dzięki niskim stromościom narastania napięcia wyjściowego oraz zintegrowanemu transformatorowi oraz mocnemu uziemieniu całkowicie zapobiega powstawaniu prądów łożyskowych, których obecność może doprowadzić do uszkodzenia silnika.

## Podsumowanie

Powyższe porównanie przedstawia rzeczywiste cechy urządzeń w dwóch różnych technologiach wykonania. Z pewnością przekształtniki źródła prądowego oraz napięciowego w wykonaniu wielopoziomowym są technologiami najwyższej jakości oraz niezawodności. Niemniej jednak ukazana analiza pokazuje, że napęd napięciowy „multilevel” jest bardziej uniwersalnym oraz nie wywołującym negatywnych efektów na działanie aplikacji jak i żywotność silnika. Co więcej przekształtniki w technologii prądowej są znacznie droższe oraz mają niższą sprawność. Ich użycie jest bardziej uzasadnione w przypadku aplikacji gdzie silnik oddalony jest od przekształtnika o kilka kilometrów lub tam gdzie wymagany jest zwrot energii do sieci zasilającej. W każdym innym przypadku wybór napędu napięciowego jest bardziej uzasadniony technicznie oraz biorąc pod uwagę koszty samego urządzenia, wykonania instalacji oraz sprawności również ekonomicznie.

**Lukasz Wiczorek | Schneider Electric | Global Operations | Poland | LV & MV Drive Systems Product Application Engineer**

**Phone:** +48 (22) 511 82 00 | **Toll Free:** +48 801 171 500 | **Fax:** +48 (22) 511 82 02 | **Mobile:** +48 502 065 385

**E-mail:** [lukasz.wiczorek@schneider-electric.com](mailto:lukasz.wiczorek@schneider-electric.com) | **Site:** [www.schneider-electric.com](http://www.schneider-electric.com) **Address:** ul. Konstruktorska 12, 02-673 Warszawa

Nr KRS 0000029914; Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie, XIII Wydział Gospodarczy, NIP 522-00-11-965, kapitał zakładowy: 14 997 281,25 zł

## Technika w samochodzie (C.D.)

W dobie współczesnej motoryzacji trudno sobie wyobrazić działanie samochodu bez użycia czujników. Co to są czujniki ?.

**Czujnik (sensor)** – fizyczne bądź biologiczne narzędzie będące najczęściej elementem składowym większego układu, którego zadaniem jest wychwytywanie sygnałów z otaczającego środowiska, rozpoznawanie i rejestrowanie ich.

W naukach technicznych czujnik to urządzenie dostarczające informacji o pojawieniu się określonego bodźca, przekroczeniu pewnej wartości progowej lub o wartości rejestrowanej wielkości fizycznej. W tym ujęciu układ czujnika składa się z: czujnika, przetwornika oraz często układu kondycjonowania sygnału i telemetrycznego. Najczęściej spotykanymi czujnikami są czujniki dostarczające informację w jednej z wielkości elektrycznych, takich jak: napięcie, natężenie prądu, opór elektryczny. Przyczyną tego jest fakt, że prąd elektryczny to sygnał, który łatwo wzmoćnić, przesłać na duże odległości, poddać dalszemu przetwarzaniu przy użyciu technik cyfrowych i komputerów, a także zachować.(\*)

Czujnik temperatury powietrza i ciśnienia w kolektorze ssącym, przepływomierz, czujniki położenia oraz zamknięcia przepustnicy – to zaledwie kilka czujników, które mają wpływ na pracę silnika. W obecnych konstrukcjach od ich wskazań zależy jego poprawna praca. Jakie czujniki spotkamy w samochodzie i za co one odpowiadają?

Czujniki kontrolujące pracę coraz większej ilości układów w samochodzie mają bezpośredni wpływ na parametry spalania mieszanki w cylindrze. Od ich wskazań zależy czas otwarcia wtryskiwaczy kąta przesunięcia zapłonu oraz ewentualnej zmiany faz rozrządu. Priorytetowe wskazania pochodzą z czujników położenia wału korbowego oraz wałków rozrządu. Producenci stosują najczęściej jedno z dwóch rozwiązań, montując w silnikach czujnik Halla lub czujnik indukcyjny. Położenie wałka kontrolowane jest za pomocą kół impulsowych, które na swym obwodzie nie posiadają jednego „zęba” - w tym miejscu koła znajduje przerwa, która dla czujnika jest znakiem pełnego obrotu wału. Jeżeli czujnik nie podaje sygnału do jednostki sterującej (ECU), nie możliwe jest określenie położenia tłoków w poszczególnych cylindrach i silnik nie zostanie uruchomiony.

Oprócz danych pochodzących z wału korbowego oraz wałków rozrządu, (jeżeli taki czujnik występuje), do płynnej pracy silnika niezbędne są parametry dotyczące powietrza dostarczanego do cylindrów. Pomiar ilości zasysanego powietrza odbywa się w kolektorze dolotowym za pomocą przepływomierza (m.in. czujnik dokonujący pomiaru masy przepływającego powietrza) lub czujnika ciśnienia (MAP Sensor). Sterownik na podstawie dodatkowych informacji o temperaturze zasysanego powietrza oraz temperaturze cieczy chłodzącej silnika, reguluje czas otwarcia wtryskiwaczy, co ma przełożenie na ilość paliwa w mieszance paliwowo-powietrznej. Przykładowo, gdy temperatura powietrza i cieczy chłodzącej jest niska

– mieszanka jest wzbogacana, aby silnik poprzez wyższe obroty szybciej osiągnął właściwą temperaturę pracy. Zwiększenie obrotów może być również podyktowane za sprawą sygnału z czujnika z układu wspomagania, w momencie, gdy na postoju kręcimy kołem kierownicy.

Następnym czujnikiem dostarczającym sygnał do jednostki sterującej jest czujnik otwarcia przepustnicy. W samochodach z elektronicznie sterowanym pedałem przyspieszenia możemy spodziewać się także czujnika informującym o położeniu pedału. Dane z tych czujników powodują wzbogacenie mieszanki i ewentualne przesunięcie faz rozrządu, np. podczas przyspieszania, w celu uzyskania wysokiej mocy. Nad bezpieczeństwem procesu spalania i ewentualną korektą parametrów czuwa piezoelektryczny czujnik spalania stukowego. Innym zabezpieczeniem przed uszkodzeniem silnika jest czujnik ciśnienia doładowania, który chroni go przed zbyt dużym ciśnieniem powietrza doprowadzanego do cylindra. Czyni to zmieniając charakterystykę turbiny o zmiennej geometrii łopatek.

Tu w zależności od modelu auta spodziewać możemy się minimum jednej sondy lambda (w modelach z katalizatorem), która mierząc ilość tlenu w spalinach analizuje parametry spalania. W przypadku nieprawidłowego składu spalin, mieszanka paliwowo-powietrzna zostanie również zubożona lub wzbogacona. Innym sensorem będzie termistorowy czujnik temperatury spalin, potencjometryczny czujnik kontrolujący otwarcie układu recyrkulacji spalin (EGR) oraz czujniki ciśnienia w układzie DPF (filtra cząstek stałych). Ostatni z wymienionych czujników kontroluje zapelnienie filtra cząstkami sadzy, ale również w pewnych przypadkach ma wpływ na pracę silnika. Za sprawą jego sygnału przekazywanego do jednostki sterującej, zwiększona zostanie dawka paliwa wtryskiwana do cylindrów. Jest to niezbędne do uzyskania wyższej temperatury spalin, potrzebnej do regeneracji filtra.

Wcześniej wspomnieliśmy już o czujniku pedału przyspieszenia, ale samochód może być wyposażony też w czujniki pedału hamulca i sprzęgła. Odegrają swoją rolę m.in. podczas pracy tempomatu i mają wpływ na odcięcie wtrysku paliwa do cylindrów, gdy użyjemy jednego z tych pedałów. W skrzyni biegów lub przy piaście samochodu zamontowany będzie też czujnik prędkości auta, z którego sygnał również jest uwzględniany przy obliczaniu prawidłowego czasu otwarcia wtryskiwaczy. Czasem przygasanie silnika po odjęciu nogi z pedału gazu może świadczyć o jego uszkodzeniu. Także czujniki związane z systemami bezpieczeństwa ingerują w pracę silnika. Czujnik prędkości kątowej koła (niezbędny do działania ABS, ESP, ASR, MSR), wykrywając zbyt dużą prędkość koła lub jego poślizg oprócz wpływu na zawory systemu ABS może poprzez jednostkę sterującą wymusić zmianę parametrów pracy w układzie zasilania.

Liczba czujników w naszych samochodach jest stale zwiększana, a stare rozwiązania ustępują nowszym-dokładniejszym technologiom. Wszystko po to, by silniki osiągały jak najwyższą sprawność, a samochody wykazywały się wysokim wskaźnikiem ekologiczności i bezpieczeństwa. Niestety właściciel samochodu cieszy się z ich obecności tylko do momentu, w którym dowiaduje się, że jego samochód przestał jeździć właśnie za sprawą małego, ale za to drogiego czujnika.

Każdego z nich opiszemy w następnych artykułach.

\*<http://pl.wikipedia.org/wiki/Czujnik>

\*<http://mojafirma.infor.pl/moto/eksploatacja-auta/naped-i-skrzynia-biegow/293873.Czujniki-w-samochodzie--jak-wplywaja-na-prace-silnika.html>

## **Oddział Tarnowski SEP poleca zeszyty o tematyce: „EGZAMIN Kwalifikacyjny ELEKTRYKÓW ( D i E ) w pytaniach i odpowiedziach”.**

Zeszyty zawierają tematykę z zakresu wiedzy dla przystępujących do egzaminu kwalifikacyjnego D i E . Zeszyty są rodzajem kompendium wiedzy na tematy wymagane w czasie egzaminu. Znajomość odpowiedzi na pytania zawarte w zeszytach jest egzekwowana od wszystkich osób przystępujących do egzaminu stosownie do zakresu zawartego w zgłoszeniu.

### **ZESZYT PIERWSZY**

#### **Antoni Lisowski – Wymagania ogólne (dotyczą wszystkich egzaminowanych)**

*Tematyka zeszytu:*

*Ogólne zasady BHP,  
Organizacja bezpiecznej pracy przy eksploatacji sieci, instalacji i urządzeń elektroenergetycznych,  
Postępowanie w przypadku awarii, pożaru lub innego zagrożenia w pracy urządzeń,  
Sprzęt ochronny,  
Ochrona przeciwporażeniowa w sieciach, instalacjach i urządzeniach elektroenergetycznych,  
Sposoby udzielania pierwszej pomocy w szczególności osobom porażonym prądem elektrycznym i poparzonym.*

### **ZESZYT DRUGI**

#### **Jan Strojny - Podstawowe zasady eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych**

*Tematyka zeszytu:*

*Ogólne Zasady Eksploatacji i Ruchu Sieci, Urządzeń i Instalacji Elektroenergetycznych,  
Służby Eksploatacyjne i Uprawnienia Kwalifikacyjne,  
Dokumentacja Techniczno-Eksploatacyjna Urządzeń, Instalacji i Sieci Elektroenerget.,  
Przylączenie Urządzeń i Instalacji Do Sieci Elektroenergetycznej,  
Racjonalne Użytkowanie Energii i Programowanie Pracy Urządzeń Elektroenergetycznych,  
Zasady Dysponowania Mocą Urządzeń Przylączonych Do Sieci,  
Ochrona Środowiska a Eksploatacja Urządzeń i Instalacji Elektroenergetycznych.*

### **ZESZYT TRZECI**

#### **Antoni Lisowski - Ochrona przeciwporażeniowa i przeciwprzepięciowa**

*Tematyka zeszytu:*

*Ochrona przeciwporażeniowa,  
Ochrona przeciwprzepięciowa.*

### **ZESZYT CZWARTY**

#### **Jan Strojny - Urządzenia prądowórcze i urządzenia w wykonaniu przeciwwybuchowym**

*Tematyka zeszytu:*

*Urządzenia prądowórcze przylączone do krajowej sieci elektroenergetycznej bez względu na wysokość napięcia znamionowego,  
Zespoły prądowórcze o mocy powyżej 50kW,  
Urządzenia elektryczne w wykonaniu przeciwwybuchowym.*

### **ZESZYT PIĄTY**

#### **Jan Strojny - Urządzenia, instalacje i sieci elektroenergetyczne o napięciu nie wyższym niż 1 kV**

*Tematyka zeszytu:*

*Elektroenergetyczne linie napowietrzne o napięciu do 1kV,  
Elektroenergetyczne linie kablowe o napięciu do 1kV,  
Instalacje elektroenergetyczne w budynkach i obiektach budowlanych,  
Elektryczne instalacje przemysłowe,  
Instalacje elektryczne w budownictwie mieszkaniowym,  
Zasady eksploatacji instalacji elektrycznych,  
Elektryczne urządzenia napędowe.*

## **ZESZYT SZÓSTY**

### **Jan Strojny - Urządzenia, instalacje i sieci elektroenergetyczne o napięciu znamionowym powyżej 1 kV**

*Tematyka zeszytu:*

*Elektroenergetyczne linie napowietrzne o napięciu powyżej 1kV,*

*Elektroenergetyczne linie kablowe o napięciu powyżej 1kV,*

*Stacje elektroenergetyczne,*

*Transformatory elektroenergetyczne,*

*Elektryczne urządzenia napędowe,*

*Baterie kondensatorów na napięciu ponad 1kV,*

*Elektrofiltry.*

## **ZESZYT SIÓDMY**

### **Jan Strojny - Urządzenia elektrotermiczne, urządzenia do elektrolizy, elektrofiltry i sieć trakcyjna**

*Tematyka zeszytu:*

*Sieci elektrycznego oświetlenia ulicznego,*

*Elektryczna sieć trakcyjna,*

*Urządzenia elektrotermiczne,*

*Elektryczne spawarki i zgrzewarki,*

*Urządzenia do elektrolizy,*

*Urządzenia prostownikowe i akumulatorowe.*

## **ZESZYT ÓSMY**

### **Jan Strojny - Aparatura kontrolno-pomiarowa oraz urządzenia i instalacje automatycznej regulacji, sterowania i zabezpieczeń urządzeń elektroenerget.**

*Tematyka zeszytu:*

*Układy aparatury kontrolno-pomiarowej w energetyce,*

*Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa,*

*Automatyka przemysłowa i montaż aparatury,*

*Zasady eksploatacji.*

## **ZESZYT DZIEWIĄTY**

### **Fryderyk Łasak - Prace kontrolno-pomiarowe dotyczące sieci, urządzeń i instalacji elektroenergetycznych**

*Tematyka zeszytu:*

*Pomiary w instalacjach elektrycznych:*

*Uprawnienia do wykonywania pomiarów ochronnych,*

*Zasady, zakres i dokumentowanie wykonania pomiarów odbiorczych i okresowych oraz częstość wykonywania pomiarów okresowych,*

*Sprawdzanie ciągłości przewodów ochronnych i pomiar ich rezystancji,*

*Wykonywanie pomiarów rezystancji izolacji,*

*Sprawdzenie oddzielenia obwodów, pomiar rezystancji podłogi i ścian oraz próba wytrzymałości elektrycznej,*

*Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej,*

*Pomiar rezystancji uziomów,*

*Pomiary eksploatacyjne urządzeń elektroenergetycznych do 1kV:*

*Zasady wykonywania pomiarów podstawowych wielkości elektrycznych,*

*Badanie spawarek, zgrzewarek, agregatów prądotwórczych, elektronarzędzi i elektrycznych urządzeń napędowych,*

*Badanie instalacji i urządzeń na placach budowy,*

*Badanie elektroenergetycznych linii napowietrznych i kablowych do 1kV,*

*Badanie elektrycznych instalacji oświetleniowych,*

*Badanie instalacji i urządzeń elektrycznych w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem,*

*Badanie rozdzielnic elektroenergetycznych, transformatorów i baterii kondensatorów o napięciu do 1kV.*

## Oddział Tarnowski SEP

oferuje usługi w zakresie:

- kursy przygotowawcze do egzaminów kwalifikacyjnych (wszystkie grupy);
- egzaminy kwalifikacyjne dla osób na stanowiskach EKSPLOATACJI I DOZORU w zakresach: elektroenergetycznym, ciepłym i gazowym;
- kursy specjalistyczne w zakresie doskonalenia zawodowego w tym między innymi szkolenia praktyczne na poligonie;
- organizacja imprez naukowo-technicznych (konferencje, seminaria);
- opiniowanie wniosków w sprawie nadania rekomendacji dla wyrobów i usług w branży elektrycznej;
- sprzedaż materiałów szkoleniowych;
- usługi marketingowe;
- działalność informacyjna i doradztwo techniczne;
- reklama w Biuletynie Oddziału Tarnowskiego SEP;
- kursy przygotowawcze do egzaminu na uprawnienia budowlane we wszystkich specjalnościach i branżach zawodowych - dokładnych informacji na temat wymaganej praktyki i sposobu dokumentowania udziela Małopolska Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa Punkt Informacyjny w Tarnowie przy ul. Konarskiego 4 tel. 014 -626-47-18

### Ośrodek Rzeczoznawstwa SEP

*świadczy usługi we wszystkich dziedzinach elektryki:*

- |  |  |
|--|--|
| ✓ ekspertyzy i opinie  | ✓ opinie rekomendacyjne  |
| ✓ projekty techniczne i technologiczne   | ✓ opracowanie instrukcji obsługi i eksploatacji urządzeń elektrycznych                     |
| ✓ badania eksploatacyjne   | ✓ pomiary w zakresie elektryki   |
| ✓ badania techniczne urządzeń elektrycznych, elektronicznych i elektroenergetycznych | ✓ ocena zagrożeń i przyczyn wypadków oraz awarii powodowanych przez urządzenia elektryczne |

**Tarnowski Oddział SEP, 33 – 100 Tarnów, ul. Rynek 10**

Tel./fax. 014 621 68 13, e-mail: [sep.tarnow@poczta.tarman.pl](mailto:sep.tarnow@poczta.tarman.pl), [www.sep-tarnow.com.pl](http://www.sep-tarnow.com.pl)

**Tarnowski Oddział SEP**  
**organizuje szkolenia teoretyczno-praktyczne**  
**na Poligonie Szkoleniowym w Tarnowie**  
**w zakresie:**

1. prace pod napięciem na urządzeniach elektroenergetycznych do 1kV (kursy podstawowe lub uzupełniające),
2. budowa i eksploatacja sieci izolowanych do 1kV,
3. zabezpieczenie pracowników przed upadkiem z wysokości,
4. prace kontrolno-pomiarowe.

Zajęcia teoretyczne i praktyczne prowadzone są na Poligonie Szkoleniowym przy ul. Kryształowej w Tarnowie przez doświadczonych wykładowców i instruktorów z wykorzystaniem pełnego asortymentu narzędzi i materiałów dydaktycznych zapewniających wysoki poziom szkolenia.



Terminy kursów są dostosowane do wymagań zainteresowanych, między innymi mogą odbywać się również w godzinach popołudniowych. Istnieje możliwość korzystania z bufetu.

Szczegółowych informacji na temat czasu trwania poszczególnych kursów, wymagań stawianych kandydatom oraz kosztów udzielają:

- **tel. 014 631 13 29 p. Marta Gubernat w godz. 7-15**
- **tel. 014 621 68 13 p. Dorota Kozłara w godz. 11-15**