



# BIULETYN



Październik 2016

53

## Członkowie wspierający

TAURON DYSTRYBUCJA  
ODDZIAŁ W TARNOWIE  
ul. Lwowska 72-96b  
33-100 Tarnów  
tel. 14 631 10 00  
[www.tauron-dystrybucja.pl](http://www.tauron-dystrybucja.pl)



HURTOWNIA MATERIAŁÓW ELEKTRYCZNYCH



HURTOWNIA:

33-100 Tarnów,  
ul. Kryształowa 1/3  
tel. 14 630 10 30  
tel. 14 630 10 40

SPRZEDAŻ HURTOWA I DETALICZNA

# B i u l e t y n

## Oddziału Tarnowskiego

### Stowarzyszenia Elektryków Polskich

Nr 53

Tarnów

Październik 2016

do użytku wewnętrznego



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

#### Kolegium redakcyjne:

Red. Naczelny  
mgr inż.  
A. Wojtanowski,

Red. działów:  
mgr inż.  
A. Liwo,  
mgr inż.  
Jerzy Zgłobica

Za treść ogłoszeń  
Redakcja nie ponosi  
żadnej  
odpowiedzialności

#### Do czytelników

Biuletyn rozpoczyna Prezes Oddziału Tarnowskiego SEP przedstawiając informacje z życia Oddziału. W ramach współpracy z NOT w Tarnowie prezentujemy osiągnięcia naukowców z Ukrainy dotyczące wykorzystania energii wiatru.

Szeroko prezentujemy tematy pierwszego dnia Tarnowskich Dni Elektryki. W szczególności były to zagadnienia związane z energetyką zawodową, technologie ładowania pojazdów elektrycznych oraz zagadnienia związane z rynkiem energii i wytwarzaniem energii z paneli fotowoltaicznych. Prelekcje drugiego dnia TDE w znacznym stopniu zostały przedstawione w poprzednim Biuletynie jednak zachęcam do zapoznania się z artykułem dr Lamży, który w ciekawy sposób opisał zjawisko zlodowaceń ziemi.

Na łamach Biuletynu prezentujemy skrót pracy dyplomowej wyróżnionej w tegorocznym *Konkursie prac dyplomowych SEP "System wizyjny do rozpoznawania znaków języka migowego"* Daniela Kutya, opiekun pracy: dr inż. P. Pawlik.

Przedstawiciele SEP relacjonują Jubileuszowe uroczystości rocznicy zamordowania Profesorów Lwowskich i inteligencji polskiej na Ukrainie.

Prezentujemy materiały z ciekawej wycieczki naukowo-technicznej do CERN w Genewie.

Kontynuujemy tematykę z zakresu elektroniki w samochodzie {czujniki identyfikujące numer cylindra). Aby ułatwić czytelnikom przeglądanie naszego Biuletynu wprowadziliśmy po raz pierwszy spis treści. Zapraszamy do lektury.

*Kolegium Redakcyjne*  
*Andrzej Wojtanowski*

## **Z życia Oddziału**

### **18 – 19 maja 2016 TARNOWSKIE DNI ELEKTRYKI**

18 maja w siedzibie Tauron Dystrybucja Oddział w Tarnowie wykłady nt.

- Dynamiczna obciążalność linii napowietrznych WN w TD S.A.
- Nowoczesne konstrukcje transformatorów i procesy starzeniowe układu izolacyjnego papier-olej oraz przyrządy i systemy pomiarowe temperatury oleju i uzwojeń w transformatorze energetycznym,
- Współczesne metody projektowania transformatorów dystrybucyjnych średniej mocy,
- Energia dla zrównoważonej mobilności miejskiej – technologie ładowania pojazdów elektrycznych,
- Dlaczego fotowoltaika?

19 maja – w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Tarnowie sesja „Nie tylko dla elektryków”:

- Fiński system innowacyjny - CENTRIA University of Applied Sciences
- Radio RDN nadaje cyfrowo w DAB+:- radio cyfrowe od studia do nadajnika i prezentacja odbiorników DAB+,
- Z miarami i wagami przez stulecia,
- Złodowacenia na Ziemi,
- Zdjęcia lotnicze, skaning laserowy,
- Urządzenia produkcji ZPUE S.A. Włoszczowa w systemie inteligentnych sieci elektroenergetycznych Smart Grid,
- Ograniczniki przepięć, przekładniki.

W trakcie sesji naukowych miało miejsce uroczyste wręczenie nagród laureatom corocznego SEP-owskiego „Konkursu na najlepszą pracę dyplomową wyższych szkół technicznych regionu tarnowskiego”.

**20 - 27 maja 2016 r.** Oddział zorganizował wyjazd techniczny do CERN Szwajcaria. Podstawowy program wyjazdu zakładał zapoznanie się z trzema zagadnieniami technicznymi w obszarach tematycznie związanych z badaniem zjawisk fizyki i zachowaniem cząstek, hydroenergetyką oraz motoryzacją. Program wyjazdu obejmował następujące zagadnienia:

- Badania naukowe prowadzone w Ośrodku CERN w Genewie.
- Sposób wykorzystania potencjału energetycznego gromadzonego w formie śniegu, lodu i wody na stokach alpejskich szczytów, w jeziorach i sztucznych zaporach wodnych na przykładzie zespołu zapór w miejscowości Barrage d'Emosson.
- Poznanie innowacyjnych rozwiązań i technologii wdrażanych w Fabryce BMW w miejscowości Dingolfing, w tym obserwacja udziału robotów w procesie przygotowania i montażu samochodów osobowych na linii produkcyjnej.

Korzystając, iż w pobliżu trasy przejazdu znajdowały się inne ciekawe miejsca i atrakcje uczestnicy zwiedzili: Strasburg i dwa miasta olimpijskie Garmisch Partenkirchen ze skoczniami narciarskimi, Chamonix – Mont Blanc, a także szczyt **Aiguille du Midi** (3842 m) w masywie Mont Blanc oraz pokonali karkołomny podjazd i zjazd autokarem na wysokość 1800 metrów pod zaporę wodną na rzece Drancy w miejscowości Barrage d'Emosson, a także przejazd przez przełęcz Forclaz do Martigny. Wreszcie w drodze powrotnej zwiedzono zamek Neuschwanstein Ludwika II Bawarskiego. W trakcie wycieczki miała miejsce także pielgrzymka do Alpejskiego Sanktuarium Maryjnego w La Salett. W wycieczce wzięło udział 46 osób.

**09.06.2016 r.** Koło SEP przy Grupie Azoty S.A. zorganizowało konferencję „Innowacyjne rozwiązania w Energetyce Przemysłowej”, która odbyła się w sali Restauracji Kasyno w Tarnowie – Mościcach. Głównymi tematami obrad były rozdzielnice pierścieniowe RMB oraz automatyzacja sieci dla poprawy jakości wskaźników SAIDI i SAIFI.

**1-3.07.2016 r.** przedstawiciele Tarnowskiego Oddziału SEP kol. Andrzej Liwo i Janusz Czarnik wraz z delegacjami kilku Oddziałów SEP i środowisk akademickich Wrocławia, Rzeszowa i Lublina oraz wykładowcami największych lwowskich uczelni - Politechniki i Uniwersytetu oddali hołd Polakom zamordowanym 75 lat temu na Wzgórzach Wuleckich we Lwowie, gdzie 4 lipca 1941 roku Niemcy rozstrzelali 37 osób, głównie wybitnych profesorów Uniwersytetu Jana Kazimierza i Politechniki, również członków ich rodzin.

W dniu następnym tj. 3. lipca delegacje SEP udały się do Iwanofrankowska - dawniej Stanisławowa. Tam w sierpniu 1941 roku w tzw. Czarnym Lesie gestapo rozstrzelało ponad 250 przedstawicieli polskiej inteligencji. Przy pomniku ofiar odbyły się uroczystości upamiętniające te tragiczne wydarzenia.

**27.09.2016 r.** odbyło się kolejne posiedzenie Prezydium Zarządu Tarnowskiego Oddziału SEP, na którym między innymi rozpatrzono wnioski kol. Antoniego

Maziarki aby OT SEP sfinansował odnowienie grobu Henryka Ziemnickiego, założyciela i pierwszego Prezesa Oddziału Tarnowskiego. Wszyscy jednogłośnie zgodzili się tą propozycją i zobowiązali Prezesa Oddziału do przeprowadzenia wszystkich formalności z tym związanych i doprowadzenie do renowacji grobu, o ile będzie to możliwe, jeszcze przed świętem zmarłych.

*Jerzy Zgłobica*

### **Kolejna rocznica Koła Nr 1 Oddziału Tarnowskiego SEP przy TAURON Dystrybucja S.A.**

W tym roku mija kolejna rocznica powstania Koła Nr 1 Oddziału Tarnowskiego SEP. Historia tego koła została dotychczas opisana w kilku publikacjach, które w różny sposób są obecnie dostępne dla czytelników. Wiele informacji o Kole Nr 1 można znaleźć na stronie internetowej Oddziału Tarnowskiego SEP <http://www.sep-tarnow.com.pl/> [10], gdzie znajdują się na zakładce *Monografie* dwie zasadnicze pozycje dotyczące jego historii. Są to „50 lat Koła Nr 1 SEP przy Zakładzie Energetycznym Tarnów S.A.” [ 6 ] opracowana przez tarnowskiego historyka Antoniego Sypka przy współpracy redakcyjnej Andrzeja Wojtanowskiego i „60 lat Koła nr 1 SEP przy Zakładzie Energetycznym Tarnów obecnie Turon Dystrybucja S.A. Oddział w Tarnowie - suplement za lata 2001-2011” [ 9 ] autorstwa Jerzego Zgłobicy.

I wszystko byłoby jasne, że mija kolejna 65 rocznica powstania Koła Nr 1, gdyby nie kolejne pytania postawione przez dwóch członków koła dotyczące jego początków, Prezesa Koła Nr 1 kol. Andrzeja Liwo i autora tego artykułu. Wnikliwość i dociekliwość doprowadziła te osoby do rewelacyjnego wniosku, że początki Koła Nr 1 są wcześniejsze i sięgają roku 1950, a nie jak dotychczas sądzono roku 1951. Poparte są zresztą materialnymi dowodami, o których piszę poniżej. Dzięki najnowszym ustaleniom okazuje się, że w tym roku obchodzimy tak naprawdę 66 rocznicę jego powstania i kolejne jubileusze będą zbieżne z obchodzonymi przez Oddział Tarnowski SEP, który jest młodszy od naszego koła o 20 lat. Oddział Tarnowski SEP powstał 22 stycznia 1970 roku dzięki przyjętej w tym dniu uchwale przez ZG SEP tworzącej nasz oddział. Natomiast Koło nr 1 kiedy powstało o tym piszę poniżej.

Z mało dostępnych materiałów, które należy uznać za źródłowe, a którymi są *Informacja o działalności Oddziału Tarnowskiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich* [ 1 ] opracowana na dzień 18 lutego 1980 roku przez wieloletniego Prezesa Koła Nr 1 i Oddziału Tarnowskiego SEP mgr inż. Henryka Ziemińskiego i *Kronika Tarnowskiego Oddziału Stowarzyszenia Elektryków Polskich* [ 2 ] tworzona przez kol. mgr inż. Bolesława Kurowskiego i kol. Alinę Kłosowicz jasno wynika, że Koło Nr 1 powstało w 1950 roku.

W swojej pracy mgr inż. Henryk Ziemiński wyraźnie napisał, że „W związku z tym [ chodzi o konieczność podjęcia intensywnej działalności naukowo-technicznej - wtrącenie własne autora ] przy Okręgowym Zakładzie Energetycznym w Tarnowie utworzone zostało w 1950 r. Koło SEP Nr 1, liczące 32 członków, z dyr. inż. Jakusem jako Przewodniczącym” ... [ 1 ].

Natomiast *Kronika* [ 2 ] podaje, że ... „Konieczność konsolidacji pracy społecznej spowodowała utworzenie w 1950 r. przy O.Z.E.T. koła SEP liczącego 32 osoby. Przewodnictwo nad tym kołem objął inż. Leon Jakus.” ... [ 2 ].

Dostępna na stronie internetowej Oddziału Tarnowskiego SEP monografia „50 lat Koła Nr 1 SEP przy Zakładzie Energetycznym Tarnów S.A.” [6] zawiera w tym zakresie nieścisłości. Na stronie siódmej opracowania Antoni Sypek pisze, że ... „Pierwsze sepowskie koło w Tarnowie powstało przy Zakładzie Sieci Elektrycznych [ dziś ZET S.A. ] w 1951. Członkami założycielami było 26 techników i inżynierów, zaś pierwszym prezesem koła został ówczesny naczelny dyrektor Zakładu Leon Jakus.”... [ 6 ]. Również w innym miejscu na stronie ósmej ... „20 X 1976 r. Koło nr 1 obchodziło bardzo uroczyście 25-lecie działalności.”... [ 6 ], co niejako potwierdzałoby datę założenia koła w 1951 roku. Z kolei w Zarysie Monograficznym Energetyki Tarnowskiej „60 lat Zakładu Energetycznego Tarnów 1937-1997” [ 4 ] Antoni Sypek podaje na stronie 119, że ... „Stowarzyszenie Elektryków Polskich jest organizacją wyższej użyteczności publicznej o profilu techniczno-naukowym. W powojennej historii Zakładu Energetycznego Tarnów zapisało piękna kartę. Powstało w samym środku nocy stalinowskiej, w 1951 r., z inicjatywy inżynierów i techników Zakładu Sieci Elektrycznych w Tarnowie, za czasów dyrekcji Leona Jakusa.”... [ 4 ], a dwie strony dalej na stronie 121 pisze ... „20 października 1975 r. Koło obchodziło uroczyście 25 - lecie swojej działalności.”... [ 4 ], co kłóci się z wcześniej podaną informacją w tej monografii.

W opracowaniu „30 lat Oddziału Tarnowskiego Stowarzyszenia

Elektryków Polskich” [ 5 ] Antoni Sypek na stronie siódmej pisze ... „W związku z tym [ tj. *chodziło o intensyfikację pracy społecznej i działalności naukowo-technicznej wśród tarnowskich elektryków - wtrącenie własne autora* ] w 1950 r. powstało w Tarnowie pierwsze koło Stowarzyszenia Elektryków Polskich przy OZET, liczące 32 członków, z ówczesnym dyrektorem Zakładu Leonem Jakusem na czele.” ... [ 5 ], co jest zgodne z tym co podaje *Kronika* [ 2 ] i o czym pisze mgr inż. Henryk Ziemnicki. Jednak występuje tu pewna niekonsekwencja tego opracowania, gdzie na stronie 28 autor podaj, że ... „Pierwsze koło Stowarzyszenia Elektryków Polskich powstało w Tarnowie w 1951 r. przy ówczesnym Zakładzie Sieci Elektrycznych.” ... [ 5 ].

Te same informacje zostały również powielone w monografii „100 lat Energetyki Tarnowskiej 1910-2010” [ 7 ] na stronach 274 i 276 opracowanej przez Antoniego Sypka.

Natomiast w monografii „40 lat Oddział Stowarzyszenia Elektryków Polskich w latach 1970-2010” [ 8 ] na stronie ósmej podano, że ... „W ten sposób powstało w Tarnowie w 1950 r. pierwsze koło Stowarzyszenia Elektryków Polskich przy OZET liczące 32 członków z ówczesnym dyrektorem Zakładu Leonem Jakusem na czele.” ... [ 8 ], co jest zgodne z zapisami w opracowaniu [ 1 ] mgr inż. Henryka Ziemnickiego i w *Kronice* [ 2 ]. Również i tu nie ustrzeżono się błędu dotyczącego daty powstania koła, gdzie na stronie 54 napisano ... „Pierwsze koło Stowarzyszenia Elektryków Polskich w Tarnowie powstało w 1951 r. przy ówczesnym Zakładzie Sieci Elektrycznych ( dawny OZET).” ... [ 8 ], lecz dalej na sąsiedniej stronie 55 monografia podaje, że ... „Podczas jubileuszu 25-lecia Koła nr 1 w 1975 r. wielu spośród członków koła zostało nagrodzonych za swoją działalność najwyższymi odznaczeniami SEP-owskim.” ... [ 8 ], co potwierdzałoby datę powstania koła w 1950 roku.

Analiza przytoczonych materiałów upoważnia do przesunięcia daty powstania Koła Nr 1 za opracowaniem [ 1 ] mgr inż. Henryka Ziemnickiego i za *Kroniką* [ 2 ] Oddziału Tarnowskiego SEP na rok 1950. Prawdopodobną ścisłą lub zbliżoną datą powstania Koła Nr 1 jest 22 październik 1950 roku, ale wymaga to dalszej kwerendy materiałów historycznych.

Bez względu na wszystko, tegoroczna rocznica nastraja do pewnych refleksji dotyczących upływającego czasu i prowadzonej działalności, która jest coraz trudniejsza z powodu powolnego, ale nieuniknionego odchodzenia wieloletnich jego członków, którzy swoją inwencją i pracą w kole stanowili



o jego obliczu. Wiosną ubiegłym roku pożegnaliśmy znaczącą postać naszego koła, zmarłego kol. mgr inż. Anatola Wesołowskiego. Również kilka osób odeszło już na zasłużone emerytury, co jest powodem braku codziennego kontaktu także w sprawach dotyczących działalności w kole. Zmieniają się także ciągle warunki zewnętrzne i wewnętrzne naszego środowiska pracy, które rzutują na działalność koła, tak bardzo przez wiele lat związanego z tarnowską energetyką. Warunki te są coraz mniej sprzyjające prowadzonej działalności.

Koło Nr 1 OT SEP obecnie liczy 176 członków w tym 136 pracujących w TAURON Dystrybucja S.A., 28 w TAURON Obsługa Klienta, 4 w TAURON Pomiar, a 8 osób to emeryci.

W okresie ostatnich pięciu lat Prezesem Koła był i jest nadal kol. mgr inż. Andrzej Liwo, którego jest to już druga kadencja. W kadencji trwającej od 2010 do 2014 roku członkami Zarządu Koła byli koledzy mgr inż. Paweł Bartecki, inż. Adam Dychtoń, mgr inż. Zbigniew Gniadek, mgr inż. Krzysztof Janusz, mgr inż. Paweł Marek, mgr inż. Krzysztof Mikulski, mgr inż. Roman Szymkowiak, Janusz Śliwiński, Janusz Wach i mgr inż. Piotr Wardzała. W obecnej kadencji na lata 2014-2018 członkami Zarządu Koła są Elżbieta Bielatowicz, inż. Adam Dychtoń, mgr inż. Aleksander Gawryał, mgr inż. Zbigniew Gniadek, mgr inż. Krzysztof Janusz, mgr inż. Krzysztof Mikulski, mgr Elżbieta Obszarska, mgr Jolanta Palczewska-Kozioł, Janusz Wach, mgr inż. Piotr Wardzała i Stanisław Woźniak.

Jak to było również we wcześniejszych latach, Koło Nr 1 dominowało również w tym ostatnim pięcioleciu w Oddziale Tarnowskim SEP. Wielu jego członków pełniło lub nadal pełni różne, zazwyczaj istotne dla Oddziału Tarnowskiego SEP funkcje. Również Biuletyn Oddziału Tarnowskiego SEP prowadzony jest w większości siłami naszego koła. Także wiele różnorodnych prowadzonych już cyklicznie od wielu lat imprez organizowanych jest przy współudziale naszych członków. Mam tu na myśli chociażby Tarnowskie Dni Elektryki, spotkania elektroinstalacyjne, wyjazdy na ENERGETAB do Bielska Białej, czy organizowane różnego rodzaju wyjazdy szkoleniowo-turystyczne, gdzie udział naszych członków w organizacji jest zdecydowanie dominujący. Również członkowie koła brali aktywny udział w imprezach okolicznościowych jak chociażby w pracach związanych z ogłoszonym przez Zarząd Główny SEP „Rokiem prof. Romana Dzieślewskiego”, urodzonego w Tarnowie pierwszego polskiego profesora elektrotechniki i w realizacji tablicy pamiątkowej

zabudowanej na tarnowskim rynku na kamienicy Rynek 9 poświęconej jego pamięci, czy w końcu jako reprezentanci naszego tarnowskiego środowiska w centralnych uroczystościach we Lwowie ku czci pomordowanych profesorów Politechniki Lwowskiej i w Stanisławie kolejnym miejscu kaźni naszych rodaków.

Ten kolejny „mały” jubileusz można powiedzieć, że przeszedł dla wielu osób niezauważony, chociaż koło przygotowuje się do jego świętowania w listopadzie tego roku. Ale pomimo tego należy o nim wspomnieć i odnotować ten fakt, aby przygotować się do kolejnego już większego jubileuszu 70-lecia koła. Co prawda nasze kołowe jubileusze żyją zawsze w cieniu jubileuszy Oddziału Tarnowskiego SEP, ale tego już nie można zmienić, bo taka jest historia tego koła.

Z okazji tego „małego” jubileuszu w imieniu Prezesa Koła Nr 1 kol. Andrzeja Liwo chciałbym podziękować wszystkim zaangażowanym osobom w prace na rzecz naszego koła i prosić o dalsze uczestnictwo w naszych pracach, o tworzenie dobrej i rzeczowej atmosfery sprzyjającej naszej działalności.

Jerzy Zgłobica  
Członek Kolegium Redakcyjnego Biuletynu OT SEP  
Przewodniczący Komisji Historycznej OT SEP  
i członek Koła nr 1 SEP

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Informacja o działalności Oddziału Stowarzyszenia Elektryków Polskich - opracował mgr inż. Henryk Ziemiński - Tarnów 1980
- [2] Kronika Tarnowskiego Oddziału Stowarzyszenia Elektryków Polskich
- [3] Oddział Tarnowski Stowarzyszenia Elektryków Polskich w latach 1970-1995 - autor nieznany - Tarnów czerwiec 1995
- [4] 60 lat Zakładu Energetycznego Tarnów 1937-1997 - zarys monograficzny energetyki tarnowskiej - Antoni Sypek - Tarnów 1997
- [5] 30 lat Oddziału Tarnowskiego Stowarzyszenia Elektryków Polskich - Antoni Sypek - współpraca Alina Kłosowicz i Andrzej Wojtanowski - Tarnów wrzesień 2000
- [ 6 ] 50 lat Koła Nr 1 SEP przy Zakładzie Energetycznym Tarnów S.A. -

- [6] 50 lat Koła Nr 1 SEP przy Zakładzie Energetycznym Tarnów S.A. - Antoni Sypek - redakcja Andrzej Wojtanowski - Tarnów listopad 2001
- [7] 100 lat Energetyki Tarnowskiej 1910-2010 - Antoni Sypek - Tarnów 2010
- [8] 40 lat Oddział Tarnowski Stowarzyszenia Elektryków Polskich w latach 1970-2010 - zespół redakcyjny Bolesław Kurowski, Antoni Sypek, Jerzy Zgłobica - kierownik Andrzej Wojtanowski - Tarnów październik 2010
- [9] 60 lat Koła nr 1 SEP przy Zakładzie Energetycznym Tarnów obecnie Turon Dystrybucja S.A. Oddział w Tarnowie - suplement za lata 2001-2011 -Zgłobica Jerzy - Tarnów 2012
- [10] Strona internetowa Oddziału Tarnowskiego SEP  
<http://www.sep-tarnow.com.pl>

*Stanisław Gusak*  
*Ukraina*

## **Energia wiatru: wczoraj, dziś i jutro**

### **Trochę z historii**

Od niepamiętnych czasów ludzie wykorzystywali energię wiatru. Przede wszystkim człowiek nauczył się zamieniać kinetyczną energię strumienia wiatru w energię mechaniczną. Pojawiła się ogromna różnorodność wiatrowych młynów ułatwiających życie ludziom tamtych czasów. Idea siłowni wiatrowej dla produkcji energii elektrycznej z wykorzystaniem energii wiatru pojawiła się ponad 100 lat temu.

Pomysły wynalazców stworzyły wielką różnorodność konstrukcji instalacji wiatrowych.

Różnych ze względu na:

- położenie osi obrotu skrzydeł wiatraka (pozioma, pionowa lub nachylona),
- liczbę skrzydeł wiatraka (1, 2, 3 lub więcej),
- moc generacji (od dziesiątków wat do kilku, kilkunastu megawat),
- kształtu skrzydła, konstrukcji generatorów itd. itd.

Pogoń za zwielokrotnieniem mocy przywiodła do pojawienia się nowych problemów.

1. Gabaryty współczesnych generatorów wiatrowych i dynamiczne obciążenia przejmowane przez nie, ograniczały wytrzymałościowe parametry materiałów używanych do budowy siłowni wiatrowych. Dalsze powiększanie mocy (gabarytów) siłowni wiatrowych okazywało się

możliwe tylko z zastosowaniem bardzo nowoczesnych, a zatem znacznie droższych materiałów. To odpowiednio przekłada się na wzrost i bez tego wysokich cen produkowanej przez nie energii.

2. Siłownie wiatrowe wielkiej mocy wymagają również większych prędkości wiatru. Obecnie coraz trudniej znaleźć miejsca do rozmieszczenia takich siłowni wiatrowych, a coraz większa energia potrzebna jest nowoczesnemu społeczeństwu.

Obecnie energetyka wiatrowa przeżywa okres burzliwego wzrostu. Tempo wzrostu osiąga 30% w roku. Wg entuzjastów energetyki wiatrowej winna ona w kolejnych okresach być jeszcze większa. Pojawiają się i sceptycy, co jest też zrozumiałe. Energetyka wiatrowa o takich zaletach jak ekologicznie czysta produkcja energii elektrycznej i wykorzystywanie odnawialnego źródła energii posiada również szereg rzeczywistych wad. Niska jakość produkowanej energii elektrycznej, stwarzanie możliwych zaburzeń tele i radio sygnałom, negatywne oddziaływanie na faunę w obszarze dźwiękowych częstotliwości, konieczność posiadania uzupełniających rezerw mocy generacyjnej w konwencjonalnych elektrowniach itd..

Większość ludzi zaniepokojonych negatywnymi tendencjami energetyki wiatrowej zasadnie zadaje pytania. Jaka jest perspektywa energetyki wiatrowej? Czy zajmie ona ekonomicznie znaczące miejsce w światowej energetyce? Czy usprawiedliwione są znaczne inwestycje w energetykę wiatrową? Itp. Sytuacja na światowym rynku ropy naftowej i gazu przemawia raczej za rozwojem perspektyw dla generacji wykorzystujących odnawialne źródła energii. Jednak wysoka cena tej energii elektrycznej i niska jakość jej generacji nie budzi optymizmu w ocenie perspektyw energetyki wiatrowej.

Ludzkości nadzwyczaj niezbędnym jawią się nowe niezawodne źródła energii elektrycznej odpowiadające potrzebom naszych czasów o cechach takich jak:

1. niska cena wytwarzania energii elektrycznej,
2. wysoka jakość wytwarzania energii,
3. wielkość wytwarzanej energii, która pozwoli zaspakajać stale rosnący popyt na energię,
4. ekologiczna czystość wytwarzania energii elektrycznej.

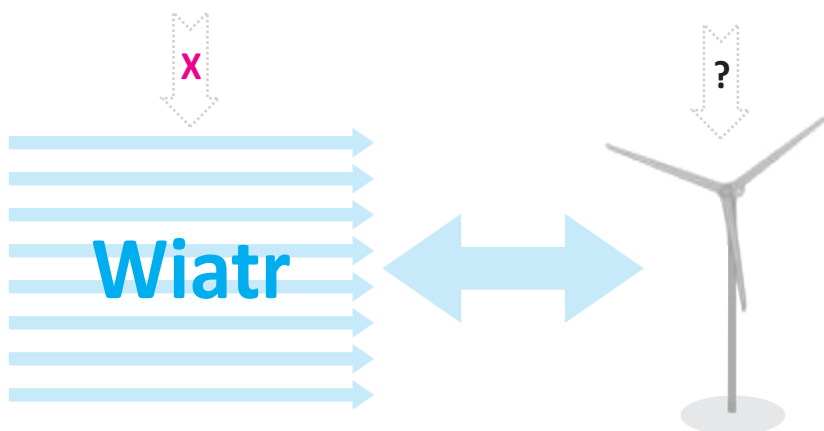
Jeden z wariantów wytwarzania energii elektrycznej, w tych aspektach i większości potrzeb przedstawiony jest poniżej.

### **„Wszystko co nowe – to dobrze zapomniane stare”**

Przykładowo cała energetyka wiatrowa zbudowana jest na 2 elementach: źródło energii (wiatr) i odbiornik energii (wiatrowy generator).

Od pierwszych kroków wykorzystywania energii wiatru po nasze czasy budowniczości (twórcy) zajmowali się udoskonaleniem odbiornika energii, a źródło energii (wiatr) jawił się im jako nadany przez przyrodę i nie poddający się sterowaniu.

W wielkim zakresie – wywołało to większość niedostatków przypisanych współczesnej energetyce wiatrowej.



Rysunek 1 – Techniczny system „wiatr – turbina wiatrowa”

W technicznym systemie (schemacie) „wiatr – turbina wiatrowa” oba składowe elementy są jednak ważne. Tylko zarządzanie wszystkimi elementami systemu pozwala uzyskać wysoką efektywność jego pracy.

Doskonaląc odbiornik energii, ludzie pominęli ideę sterowania strumieniem powietrza – odrzucili ją jako nieistotną. A dlaczego! Przy współczesnym stopniu technicznego rozwoju sterowania takimi systemami może być to zrealizowane bardzo efektywnie.

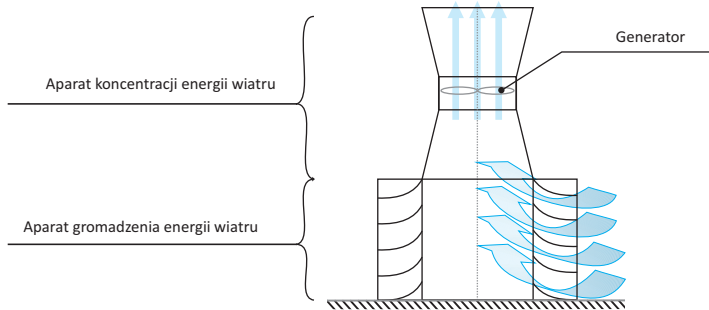
Rozwój energetyki wiatrowej poszedł jednak inną drogą. W obecnym czasie praktycznie wszystkie siłownie wiatrowe pracują wg jednej zasady - przejścia energii od swobodnie napływającego strumienia wiatru.

Postanowiliśmy opracować nowy technicznie system, który pozwala sterować tak źródłem energii, jak i jej odbiornikiem. W ten sposób wykorzystując doświadczenie i wiedzę pozyskaną dotychczas w obszarze budowy i eksploatacji turbin wiatrowych, możemy znacząco powiększyć ich efektywność pracy poprzez zastosowanie sterowania parametrami strumienia powietrza (źródła energii).

Jednym z rezultatów naszych wieloletnich badań stała się konstrukcja turbiny wiatrowej typu wieżowego. Pozwala ona z różnym stopniem efektywności sterować wszystkimi elementami systemu „wiatr – turbina wiatrowa”.

**Turbina wiatrowa typu wieżowego** składa się z następujących podstawowych elementów:

Aparatu gromadzenia energii, generatora, aparatu koncentracji energii i systemu sterowania.



Rysunek 2 – Przykładowy schemat konstrukcji wieżowego generatora wiatrowego

**Aparat gromadzenia energii** wykonany jest w postaci pionowego cylindra, ściany którego ściany zmontowane są z profilowanych powierzchni tworzących „kanały wlotowe”, łączące zewnętrzne powierzchnie cylindra z jego wewnętrznym pionowym kanałem (zweżające się konfuzorowe kanały). Ich zadaniem jest zbieranie do wnętrza nadchodzącego strumienia powietrza i skierowanie go w górę wzdłuż pionowej osi urządzenia i kierowanie na łopatki turbiny generatora.

**Generator z łopatkami turbiny** umiejscowiony jest wewnątrz aparatu koncentracji energii. Generator przemienia energię kinetyczną powietrznego strumienia w energię elektryczną.

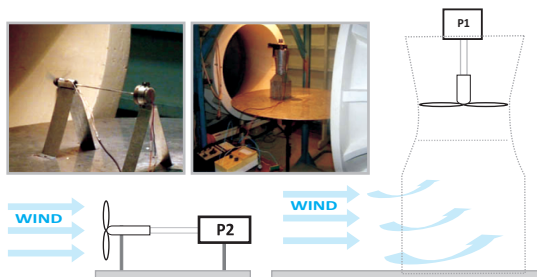
**Aparat koncentracji energii** konstrukcyjnie wypełnia pionową rurę, której przekrój wewnętrzny płynnie zmniejsza swą średnicę ku jej środkowi, tam umieszczony jest generator. Wewnętrzna przestrzeń tej rury jest przedłużeniem pionowego kanału aparatu gromadzenia energii. Taka konstrukcja tego węzła pozwala zwiększać koncentracje energii kinetycznej strumienia powietrza kierowanego na łopatki turbiny generatora.

**Systemy sterowania** (nie pokazany na rysunkach) zapewniają we właściwym czasie otwarcie konfuzorowych kanałów wieży od strony nawiewu zewnętrznego strumienia powietrza i jednocześnie zamknięcie wszystkich pozostałych kanałów konfuzorowych.

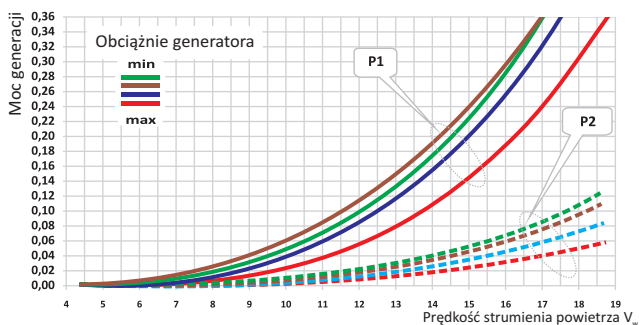
Czym zasadniczo różni się wieżowa konstrukcja od turbin wiatrowych porównujących energię swobodnego przepływu strumienia powietrza?

1. Konstrukcja ta pozwala kierować energią strumienia powietrza, drogą jej koncentracji na łopatkach turbiny generatora.
2. Odpada konieczność sterowania, ukierunkowania łopatek turbiny generatora „na wiatr”. Generator z pionową osią obrotu stacjonarnie umieszczoną w górnej części urządzenia ma ukierunkowany na generator strumień powietrza, dzięki odpowiedniej konstrukcji aparatu gromadzenia energii.
3. Znacząco podwyższa się moc strumienia powietrza kierowanego na łopatki turbiny generatora. Konstrukcja aparatu koncentracji energii

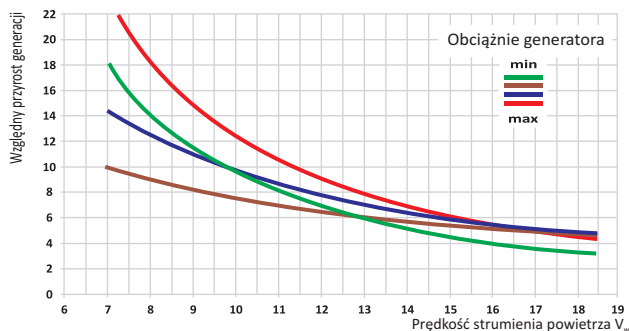
pozwala na zwiększenie prędkości strumienia powietrza w pionowym wewnętrznym kanale urządzenia, powiększając odpowiednio jego moc. Prowadzone eksploatacyjne badania modeli tej generacji wiatrowej w aerodynamicznym kanale (rys. 6) odnotowały zwiększenie produkcji energii generatora, uzyskaną w wieży więcej niż 4-krotnie, a dla małych prędkości strumienia powietrza więcej niż 10-krotnie (rys. 7 i 8).



Rysunek 6 – Schemat porównawczych laboratoryjnych pomiarów generatorów wiatrowych typu wieżowego



Rysunek 7 – Produkcja energii elektrycznej generatorów wiatrowych

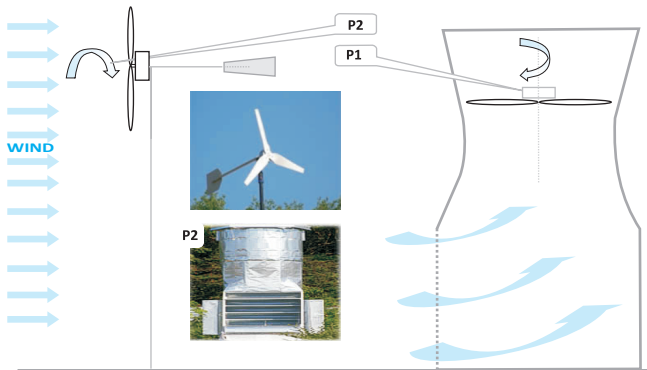


Rysunek 8 – Względny przyrost produkcji energii dla generacji wiatrowej w wieży

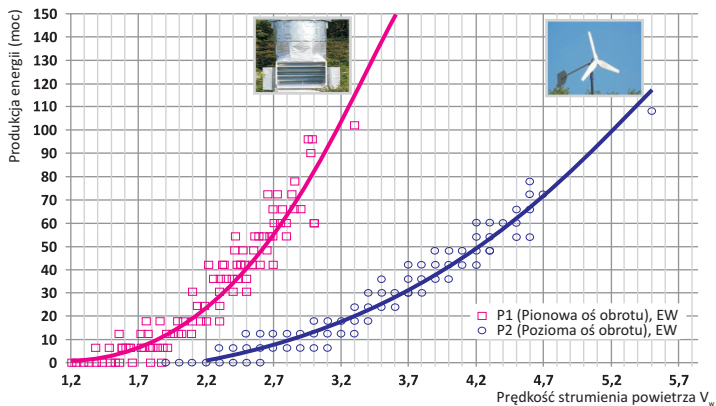
Dla potwierdzenia otrzymanych laboratoryjnie rezultatów został wykonany optymalny dla eksperymentu model w skali 20:1. Schemat pomiaru porównawczy (analogicznie do wykonywanych w laboratorium) przedstawia rys. 9.

W porównawczych badaniach na poligonie wykorzystywany był generator na stałych magnesach CB-1.2/30.

Średnica turbiny wiatrowej	1,2 m
Startowa prędkość wiatru	3 m/s
Maks. eksploatacyjna prędkość wiatru	35 m/s
Nominalna częstotliwość obrotów	800 obrotów/min
Nominalne napięcie generatora	12 V
Nominalna moc generatora przy 8 m/s	150 W
Masa	9 kg

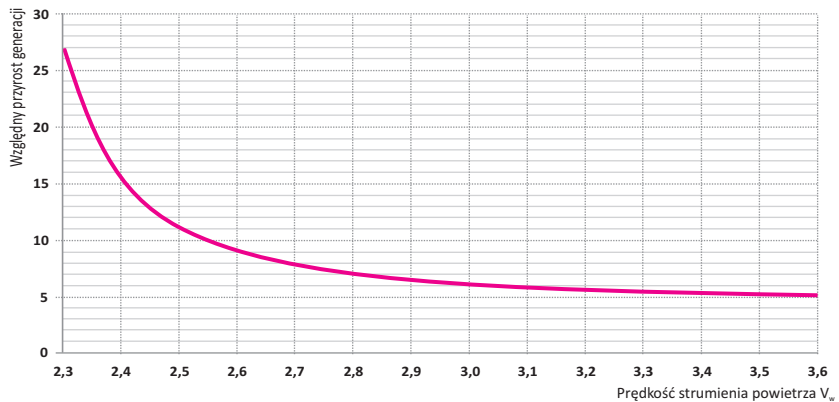


Rysunek 9 – Schemat porównawczy pomiarów w warunkach poligonowych



Rysunek 10 – Produkcja energii elektrycznej: w wieżowym i tradycyjnym generatorze



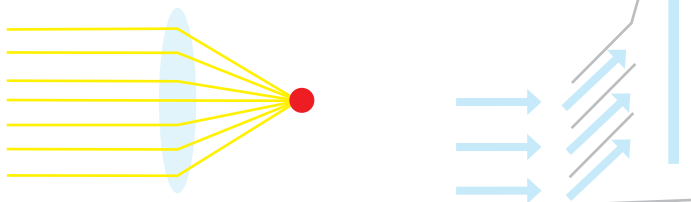


Rysunek 11 – Względne zwiększenie generacji energii w generatorze wieżowym

Analiza otrzymanych rezultatów pokazuje znaczący wzrost efektywności produkcji energii przez generator przy jego umiejscowieniu w konstrukcji wieżowej - w koncentratorze.

- Startowa prędkość wiatru jest dwukrotnie niższą od uzyskanej w generatorach tradycyjnej konstrukcji.
- Prędkość wiatru, przy której generator pracuje z nominalną mocą (w nominalnym reżimie pracy) jest 2 razy niższa.
- Współczynnik wykorzystania znamionowej mocy generatora może sięgać wartości 0,6...0,7 (otrzymany drogą obliczeniową).
- Uzyskano 2-3 krotnie wyższą wartość wyprodukowanej energii.
- Zakres wyprodukowanej energii z jednostkowej powierzchni omiatanej wirnikiem turbiny, dla wszystkich przedziałów prędkości strumienia powietrza wzrósł 5-krotnie, a w przedziale niskich prędkości – więcej nawet niż 10-krotnie.
- Zajęta powierzchnia terenu na pojedynczo ustawioną generację wiatrową dla wieżowej konstrukcji jest zdecydowanie niższa od innych typów generacji wiatrowych.

Podobnie do soczewki ogniskującej promieniowanie słoneczne, urządzenie siłowni wiatrowej typu wieżowego koncentruje (ogniskuje) energię wiatru na łopatkach rotora turbiny generatora



Konstrukcyjne innowacyjności turbiny wieżowej pozwalają uniknąć wielu niedostatków przypisanych turbinom wiatrowym tradycyjnych konstrukcji:

1. Emisja hałasu szkodliwa dla człowieka, która może powstawać podczas pracy siłowni wiatrowej w pracy generatora typu wieżowego, praktycznie nie wychodzi poza konstrukcyjne gabaryty urządzenia. Uzyskujemy to dzięki umiejscowieniu generatora z łopatkami turbiny wewnątrz pionowego kanału siłowni wieżowej. Współczesne materiały pozwalają efektywnie tłumić lub wygaszać wytwarzanie szkodliwego hałasu i wibracji. Z tej przyczyny generator i łopatki turbiny w wieżowej instalacji wiatrowej nie będą również przeszkodą dla propagacji tele- i radio-sygnatów.
2. Urządzenia te nie zagrażają ptakom. Zapobieżeniem wpadania ptaków na łopatki generatora może być zabudowanie ochronnych siatek na wlotach do konfuzorowych kanałów. Dla zapobieżenia zderzeniom ptaków z konstrukcją wieżową w czasie nocy, jej zewnętrzne powierzchnie oświetla się. Pozwala to poprawiać wzrokowe postrzeganie wieży dla podobnych wymogów.

### **Uwagi na przyszłość**

Wieżowa konstrukcja instalacji wiatrowej technicznymi charakterystykami znacznie przewyższa wszystkie współczesne instalacje wiatrowe tradycyjnej konstrukcji pracujące w swobodnie napływającym strumieniu powietrza.

Instalacje wiatrowe typu wieżowego są godną zamiarą, wobec tradycyjnych konstrukcji.

- One mogą pracować przy znacznie niższej prędkości wiatru.
- Pozwalają znacznie zwielokrotnić produkcję energii elektrycznej.
- Ich uzyskiwana efektywność nie jest niższa od tradycyjnych elektrowni wykorzystujących węglowe paliwa: gaz, węgiel, mazut, ropa, a ekologiczna czystość procesu wytwarzania energii jest nieporównywalna.
- Instalacje wiatrowe typu wieżowego mogą bardzo efektywnie pracować w rejonach o małych prędkościach wiatru.
- Powierzchnie terenu zajęte na instalacje jednakowych mocy wiatrowej generacji są dla wieżowego typu niższe od wszystkich innych.
- Dzięki swojej budowie, takie instalacje wieżowe służyć mogą jako autonomiczne lub samowystarczające źródła energii.

Konstrukcje wiatrowe wieżowego typu dziś – to światowa energetyka jutra: niski koszt i wysoka jakość produkowanej ekologicznie energii.

*Artykuł jest autorstwa i własnością p. Stanisława Gusak (Ukraina) – przekazany z wyłączeniem tarnowskiemu NOT do przygotowywanej konferencji w Domu Technika w Tarnowie.*

*Tłumaczenie Jacek Sumera.*

## **Tarnowskie Dni Elektryki 2016**

Tegoroczne Tarnowskie Dni Elektryki rozpoczęły się 18 maja 2016 roku w znanej zapewne wielu osobom Sali Niebieskiej TAURON Dystrybucja S.A. mieszczącej się w budynku przy ul. Lwowskiej w Tarnowie. Wszystkich przybyłych powitał w imieniu Prezesa Oddziału Tarnowskiego SEP kol. inż. Antoniego Maziarki V-ce Prezes kol. mgr inż. Aleksander Gawryał. W sposób szczególny zostali powitani przedstawiciele dyrekcji Oddziału Tauron Dystrybucja w Tarnowie w osobach - Dyrektora Dystrybucji Pawła Marka, Dyrektora Serwisu Andrzeja Ziarkowskiego i jego Z-cy Janusza Onaka. Powitani zostali również ogólnie przedstawiciele z firm zewnętrznych tj. z Grupy Azoty i firm z branży elektrycznej, przedstawiciele Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Tarnowie i studenci tej uczelni, jak również nauczyciele i uczniowie szkół technicznych Tarnowa, prelegenci i przedstawiciele Małopolskiej Izby Inżynierów Budownictwa kol. inż. Antoni Kawik.

Następnie zabrał głos dyrektor Paweł Marek, który w krótkich słowach powitał przybyłych w imieniu TAURON Dystrybucja S.A. zachęcając wszystkich do udziału również w kolejnym dniu TDE w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej.

### **O obciążalności dynamicznej linii napowietrznych WN**

Dr inż. Tomasz Sierociński z Biura Dyspozycji Sieci WN w Oddziale Gliwice TAURON Dystrybucja S.A. prelekcją „System dynamiczny obciążalności linii 110 kV w TAURON Dystrybucja S.A.” zainaugurował tegoroczny pierwszy dzień TDE. System ten został wdrożony dla sieci 110 kV w Oddziale Gliwice i w latach 2016-2017 obejmie całą sieć 110 kV w firmie TAURON Dystrybucja S.A. W swoim wystąpieniu prelegent omówił obciążalności linii WN - dobową termiczną statyczną i quasi dynamiczną - opisał funkcje systemu Dynamicznej Obciążalności Linii DOL i przedstawił metodykę postępowania przy wyznaczaniu obciążalności, strukturę systemu i doświadczenia z jego wdrożenia w Oddziale Gliwice oraz dalsze perspektywy rozwoju tego systemu w całej firmie TAURON Dystrybucja S.A. Do 2012 roku dyspozytorzy posługiwali się tabelą obciążalności statycznej linii WN, która podawała dwie wielkości obciążalności linii tj. dla okresu letniego od kwietnia do października i dla okresu zimowego od listopada do marca. Wynosiły one odpowiednio 325 A i 625 A i odnosiły się do temperatury granicznej roboczej przewodów wynoszącej 40 °C. Jak widać obciążalność letnia stanowiła około 50 % obciążalności zimowej linii, co w okresie letnim powodowało trudności związane z przesłaniem mocy w systemie energetycznym. Stosując tylko te dwie wielkości obciążalności, powodowało to, że w okresie letnim malały bardzo zdolności przesyłowe dla linii WN.

Stan ten doprowadził do wniosku, że konieczne jest przeprowadzenie ponownej analizy obciążalności dla linii przesyłowych WN bardziej odpowiadającym ich rzeczywistym możliwościom przesyłowym. W związku z tym zaczęto poszukiwać nowego modelu obciążalności linii przesyłowych. W tym celu opracowano i wdrożono tabele tzw. quasi obciążalności, w których obciążalność linii zależała od jednego parametru, którym była temperatura otoczenia. Temperatura ta na danym obszarze jest znana w danej chwili czasu i można ją uznać na tym obszarze za stałą. Opracowano liniowe charakterystyki dla linii przesyłowych w zależności od ich klasy temperaturowej, tj. temperatury granicznej roboczej przewodów wynoszących 40 °C, 60 °C, czy 80 °C i na ich podstawie dyspozytorzy byli w stanie szybko wyznaczyć obciążalności danej linii przy danej temperaturze otoczenia. I tak przykładowo dla linii 240 mm<sup>2</sup> przy zastosowaniu metody obciążalności quasi termicznej, obciążalność ta dla temperatury mniejszej od 10 °C wynosiła 622 A, w zakresie temperatur 10 °C do 20 °C wynosiła 553 A, w zakresie temperatur 20 °C do 25 °C wynosiła 519 A, a powyżej temperatury 25 °C wynosiła 485 A. Jak widać z porównania powyżej przedstawionych wartości z metodą termiczną obciążalności statycznej, ustalone nowe obciążalności w zależności od zakresu temperatury są większe o co najmniej 50 % w stosunku do poprzednio stosowanych. Nowe podejście stanowiło znaczne udogodnienie w prowadzeniu eksploatacji linii WN. Zmiana obciążalności miała miejsce bez żadnej technicznej ingerencji w budowę linii i wynikała jedynie z odmiennego, bardziej dokładnego podejścia do problemu obciążalności linii napowietrznych WN.



Dr inż. Tomasz Sierociński omawia metodykę wyznaczania obciążalności linii energetycznych WN (foto J.Z. )

Faktyczna temperatura przewodów zależy również i od innych czynników takich jak choćby nasłonecznienie, czy kierunek i prędkość wiatru. Dlatego też kolejnym krokiem było wdrożenie systemu Dynamicznej Obciążalności Linii DOL, który umożliwił zwiększenie zdolności przesyłowych wykorzystując dynamiczne rezerwy obciążalności linii. Opracowano specjalne dedykowane oprogramowanie, które na podstawie zebranych automatycznie parametrów pogodowych pozwala wyznaczyć odrębnie maksymalny dopuszczalny prąd obciążenia dla każdej linii objętej monitoringiem. Prąd ten jest podawany w systemie dyspozytorskim SCADA. Jest on również wizualizowany w formie mapy synoptycznej on line, a także w formie raportów pozwalających na analizę historii i stanu linii.

W związku z tym, że na potrzeby systemu konieczne było dostarczanie danych meteorologicznych, zlecono Instytutowi Meteorologii i Gospodarki Wodnej opracowanie siatki stacji pogodowych. Instytut stwierdził, że wystarczy zamontowanie jednej stacji pogodowej na każde 15 km<sup>2</sup>. Na obszarze Gliwic wymagało to zainstalowanie 19 stacji pogodowych. W kolejnym kroku tworzenia systemu DOL określono profile linii napowietrznych tj. parametry mechaniczne poszczególnych przęseł takich jak rozpiętość, długość, konstrukcje izolatorów. W związku z trudnościami utworzenia bazy danych profili, ze względu na dezaktualizację tych danych, posłużono się tzw. metodą scaningu laserowego. Następnie określono tzw. przęsła krytyczne dla poszczególnych linii. Przęsła krytyczne są to takie przęsła, dla których przy danych obciążeniach parametry skrzyżowaniowe z obiektami terenowymi są spełnione dla wszystkich przęseł w całej linii. W dalszej kolejności przęsłom krytycznym zostały przyporządkowane stacje pogodowe. Na koniec przeprowadzono weryfikację parametrów obliczeniowych linii dokonując w terenie pomiarów wysokości zawieszeń przewodów i najmniejszych odległości przewodów od ziemi.

W dalszym kroku tworzenia systemu DOL na podstawie wybranych różnych kryteriów takich jak np. okresowe obciążalności linii, ustalenie linii pracujących w pobliżu wartości obciążalności statycznej, przeciążeniach linii określonych na podstawie obliczeń i możliwości przeciążeń przewodów w przypadku zwiększenia poboru mocy lub zwiększonego przepływu mocy związanego z pracą elektrowni wiatrowych, dokonano wyboru poszczególnych odcinków linii, które zostały włączone do systemu DOL. W ten sposób zasadniczo do systemu włączono główne ciągi i niektóre odgałęzienia. Tak zaprojektowany system objął 80 % długości całkowitej sieci 110 kV w Gliwicach.

Struktura systemu DOL składa się z punktów pomiarowych tj. stacji pogodowych wyposażonych w moduły komunikacji GPRS montowanych na słupach WN około 3,5 m poniżej istniejących przewodów, serwerów systemu, które mają za zadanie archiwizowanie i zarządzanie danymi z punktów pomiarowych, stacji roboczych, których zadaniem jest wizualizacja danych on line i dokonywanie raportów analitycznych i historycznych oraz z systemu SCADA, gdzie następuje wizualizacja na komputerach systemu dyspozytorskiego danych pochodzących z systemu DOL.

Stacje pogodowe są zasilane z akumulatorów, które są ładowane z solarów i mikrogeneratorów wiatrowych.

Mapa synoptyczna systemu DOL składa się ze punktów pomiarowych, również zapasowych, które podają parametry w przęsłach krytycznych, którymi są nazwa linii i numer słupa identyfikującego dane przęsło, temperatura przewodów, bieżący prąd w linii i procentowa obciążalność przewodów, temperatura otoczenia i prędkość wiatru.

Raporty w układzie wykresów podają zmieniającą się temperaturę otoczenia, prędkość wiatru, prąd rzeczywisty obciążenia linii i jej obciążalność prądową. W systemie dyspozytorskim SCADA prezentowane są wszystkie parametry on line dla poszczególnych punktów pomiarowych.

Zastosowany w systemie DOL teoretyczny model obliczeniowy linii WN podlega weryfikacji poprzez określenie rzeczywistego jej stanu. W tym celu zostało wytypowanych 100 przęseł, spośród których dla 95 przęseł w 65 liniach wykonano bezpośrednie pomiary odległości przewodów od ziemi.

Zastosowanie systemu DOL poprawiło wiarygodność obliczeń dopuszczalnej obciążalności linii, oraz ujawniło pewne niezgodności wynikające z błędnych danych przyjętych w modelu linii, bądź ujawniło zmianę parametrów mechanicznych linii wynikających z przeprowadzonych prac remontowych, awaryjnych czy inwestycyjnych, a które nie zostały zarejestrowane w dokumentacji technicznej linii WN. Cenną praktyczną uwagą podaną przez prelegenta jest ta, że służby techniczne lub wykonawcy, którzy dokonują zmian na liniach powinni podawać nowe parametry dla obiektów, w których dokonywane są te zmiany. Przykładem takich wydaje się na pozór nieistotnych zmian mogą być choćby regulacje zwisów, czy wykonanie wstawek w przęsłach. Aktualizacja danych jest gwarancją, aby obliczenia dokonywane przez system DOL były poprawne. W przypadku zaniechania aktualizacji danych linii WN, stan ten prowadzi do zakłócenia w działaniu systemu, gdyż inne dane znajdują się w modelu, a inne są w rzeczywistości. Dane do obliczeń dla systemu DOL są zbierane w Systemie Zarządzania Majątkiem Sieciowym ZMS.

Prelegent podał również pewne rekomendacje związane z poprawnością działania systemu DOL. Do takich rekomendacji należy ponowne wykonanie doboru przęseł krytycznych - spowodowane jest to poprzez relokację przęseł krytycznych wynikających ze zmian parametrów mechanicznych przęseł, związanych z ciągłymi zmianami w liniach spowodowanych między innymi przeprowadzanymi zabiegami eksploatacyjnymi, czy rekomendacja polegająca na opracowaniu nieskomplikowanego raportowania zmian umożliwiająca proste przeniesienie danych do systemu.

W związku z rozwojem systemu przewiduje się w najbliższym czasie zakup stacji pogodowych wraz z stosownym oprzyrządowaniem dla całego TAURON Dystrybucja S.A. - około 200 stacji. Prace prowadzone są w kierunku objęcia systemem DOL wszystkich linii WN 110 kV. Metoda systemu DOL jest pośrednim sposobem wyznaczania obciążeń. W przypadkach szczególnie ważnych obiektów zapewne będzie stosowana metoda bezpośredniego pomiaru

obciążeń poprzez zabudowę urządzeń pomiarowych. Istnieją różne metody wyznaczania pośredniej odległości przewodów od ziemi. Jedną z nich jest metoda termowizyjna proponowana przez profesora Tomaszewskiego z Politechniki Opolskiej.

### **O procesach starzenia w transformatorach**

Kolejnymi prelegentami byli dr inż. Bolesław Bródka i dr inż. Radosław Łopatkiewicz, przedstawiciele firmy Power Engineering S.A. z Czerwonka pod Poznaniem. Firma ta była znana kiedyś pod nazwą Zakłady Produkcyjno-Remontowe Energetyki Poznań „Energetyka-Czerwonak” S.A.



Wiceprezes OT SEP Aleksander Gawryał przedstawia prelegentów dr inż. Radosława Łopatkiewicza i dr inż. Bolesława Bródkę ( foto J.Z. )

Dr inż. Bolesław Bródka wystąpił z prezentacją „Nowoczesne konstrukcje transformatorów”. W pierwszej części swojego wystąpienia dr inż. Bolesław Bródka mówił o procesach starzeniowych układu izolacyjnego papierolej. Stosowany powszechnie w układzie izolacji papier i preszpan izolacyjny powstaje w procesie przetworzenia drewna iglastego o długich włóknach. Innymi materiałami stosowanymi w tym celu są włókna bawełniane, pochodzące z lnu i konopi, również można spotkać włókna syntetyczne. Dobrym drewnem naturalnym jako surowiec jest drewno iglaste pochodzące ze stref klimatycznych chłodnych, z krajów o ostrym i suchym klimacie, np. pochodzące z lasów kanadyjskich. Drewno posiada w swoim składzie celulozę, hemicelulozę i ligninę. W produkcji papieru i preszpanu elektroizolacyjnego pozyskuje się z drewna celulozę. Włókna celulozy są podstawowym składnikiem papieru elektroizolacyjnego i preszpanu. Posiadają one skomplikowaną

strukturę o pustej wewnątrz włókna przestrzeni, będących kapilarami. Celuloza składa się ze skręconych włókien zwanych fibrylami, a te z kolei z mikrofibryli (mikrowłókien). Dłuższe włókna celulozy posiadają dłuższe fibryle i mikrofibryle, co daje większą wytrzymałość mechaniczną papieru. Pozostałe składniki drewna tj. hemiceluloza i lignina nie są pożądanymi składnikami materiałów elektroizolacyjnych ze względu na mniejszą odporność na czynniki zewnętrzne takie jak choćby temperatura i ich mniejszą wytrzymałość mechaniczną.

Celuloza i hemiceluloza są materiałami podlegającymi ze względu na swoją chemiczną budowę utlenianiu do aldehydów i wody, która jest niepożądana w materiałach izolacyjnych. Z kolei aldehydy również się utleniają. Powstające wtedy reszty kwasowe również pogarszają własności izolacyjne olejów transformatorowych - dlatego są badane oleje transformatorowe pod kątem zawartości wody i zakwaszenia.

Obecność wody w układzie izolacyjnym papier-olej powoduje zmniejszenie jego wytrzymałości elektrycznej, jest również powodem powstawania coraz krótszych łańcuchów podczas procesu rozkładu celulozy, co skutkuje zmniejszeniem wytrzymałości mechanicznej papieru.

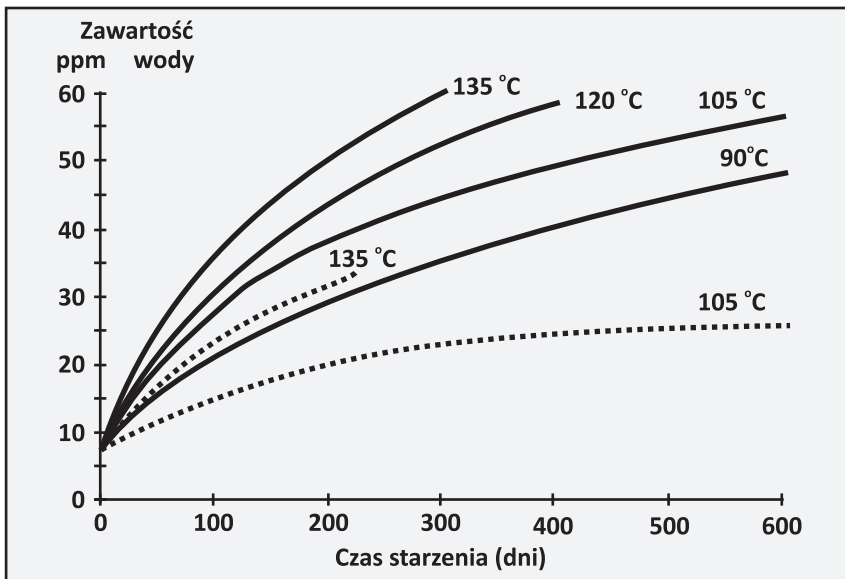
Celuloza ulega pod wpływem temperatury rozkładowi. Proces przyspieszonej depolimeryzacji celulozy jest zapoczątkowany już w temperaturze 120 °C, w temperaturze 160 °C następuje rozkładu celulozy, a w temperaturze 240 °C następuje jej dehydratacja polegająca na wydzielaniu się z niej dużych ilości wody, zaś w temperaturze 275 °C następuje egzotermiczny rozkład celulozy tzw. piroliza. W temperaturze 400-450 °C celuloza przestaje istnieć i jej produktami rozpadu są gazy i tzw. węgiel celulozowy.

Efektom ubocznym rozkładu celulozy jest woda, która znacznie pogarsza własności izolacji. Procesy starzenia oleju są zależne od temperatury. Czym wyższa temperatura tym następuje szybciej proces starzenia oleju, bo tym więcej wydziela się wody z izolacji stałej tj. papieru lub preszpanu do materiału izolacyjnego transformatora jakim jest olej.

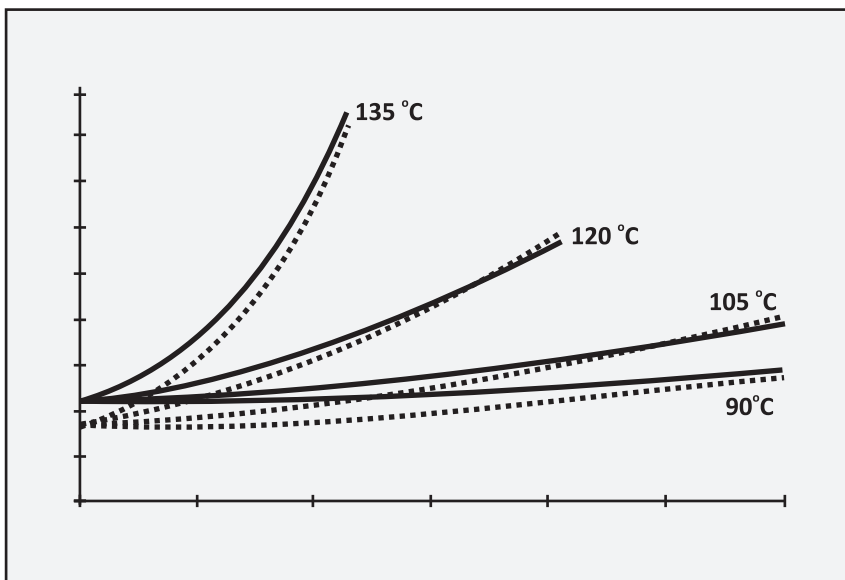
Pojawienie się wody w oleju transformatorowym powoduje z kolei zawilgocenie izolacji stałej jaką stanowi papier, czy preszpan. Proces ten zależny jest również od temperatury - czym wyższa temperatura oleju tym następuje szybsze zawilgocenie izolacji stałej.

Przedstawione poniżej wykresy ukazują procesy zachodzące w izolacji transformatorów.



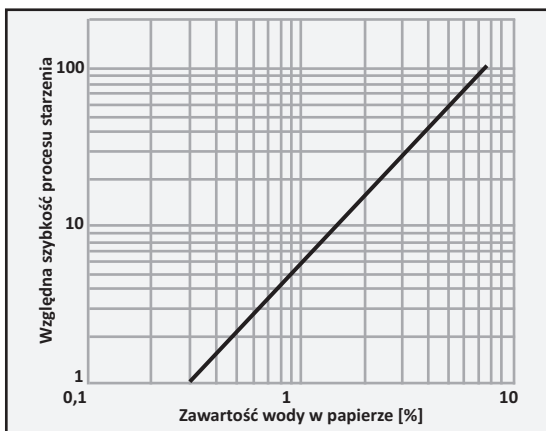


Rys. 1 Zawartość wody w oleju w zależności od czasu starzenia i temperatury



Rys. 2 Procentowe zawilgocenie izolacji stałej w zależności od czasu starzenia i temperatury

Temperatura oleju zależy od obciążenia transformatora i rośnie przy jego przeciążeniu. Przyjmuje się statystycznie, że transformatory są cyklicznie przeciążane do 29 %. Zawilgocenie papieru powoduje jego starzenie.



Rys. 3 Względna szybkość procesów starzenia izolacji papierowej w zależności od zawartości w niej wody

W Polsce powszechnie stosowanym sposobem ochrony układu izolacyjnego przed dostępem powietrza i wilgoci z atmosfery w transformatorach jest urządzenie zwane konserwatorem. Nie jest to jedyny system ochrony przed zawilgoceniem. Innym sposobem nie spotykanym w naszym kraju są transformatory z poduszką gazową azotową w kadzi połączonej z pośrednim zbiornikiem oleju posiadającym kolejną poduszkę gazową, który dalej jest połączony ze zbiornikiem olejowym stanowiącym ostateczny stopień wyrównawczy z ciśnieniem atmosferycznym.

### Pomiary temperatury w transformatorach

Następnie dr inż. Radosław Łopatkiewicz w drugiej części wystąpienia przedstawicieli firmy Power Engineering S.A. z Czerwonaka omówił „Przyrządy i systemy pomiarowe temperatury oleju i uzwojeń transformatorów energetycznych”. Czas życia transformatora zależy od temperatury transformatora, która zależy od stopnia jego obciążenia, stąd tak ważnym parametrem kontroli podczas jego pracy jest pomiar wewnętrznej temperatury. Zgodnie z normą, mierzy się temperaturę w górnej warstwie oleju, której wzrost nie powinien przekraczać temperaturę otoczenia nie więcej niż o 60 °C. Temperaturę tę mierzy się w tzw. kieszeniach termometrycznych.

Również w transformatorach mierzy się temperaturę uzwojeń, której średni wzrost zgodnie z normą nie powinien przekraczać temperaturę otoczenia

transformatora o  $65^{\circ}\text{C}$ , zaś maksymalnie temperatura ta nie może być większa od temperatury otoczenia więcej niż o  $75^{\circ}\text{C}$ . Temperaturę uzwojeń można mierzyć metodami bezpośrednimi z zastosowaniem światłowodów, gdzie sonda pomiarowa jest umieszczana pomiędzy ostatnim, a przedostatnim uzwojeniem, gdzie temperatura jest największa, lub metodami pośrednimi.

Pomiaru temperatury dokonuje się także dla rdzenia transformatora. Tutaj sonda pomiarowa umieszczona jest w takim miejscu rdzenia, gdzie temperatura jest najwyższa.

Czasami również w transformatorach mierzy się temperaturę oleju w komorze przełącznika zaczeów, kiedy transformator ma pracować w temperaturze  $-30^{\circ}\text{C}$  lub niższej. Powodem tego jest to, że przełączniki zaczeów są projektowane do temperatury  $-25^{\circ}\text{C}$  i w tak niskich temperaturach może nastąpić zablokowanie przełącznika z powodu zgęstnienia oleju. Wtedy pokrywa przełącznika zaczeów posiada podobną kieszeń termometrową jaka jest w kadzi transformatora.

Pomiaru temperatury dokonuje się za pomocą termometrów oporowych, termometrów maksymalnych i termometrów manometrycznych z zastosowaniem systemu światłowodów.

Zasadniczym elementem termometru oporowego jest czujnik Pt100 z głowicą przyłączeniową typu J, gdzie pomiar dokonuje się metodą pośrednią polegającą na pomiarze zmiany rezystancji czujnika wraz ze zmianą temperatury. W oparciu o znaną charakterystykę temperaturową czujnika wyznaczana jest temperatura oleju transformatora. Materiałem oporowym stosowanym w czujnikach jest platyna, a w przypadku niższych zakresów pomiarów temperatury stosowane są nikiel lub miedź. Czujnik ten charakteryzuje się czułością temperaturową rezystancji wynoszącą  $0,4\ \Omega/^{\circ}\text{C}$ . Czasami w badaniach laboratoryjnych stosowane są bardziej czułe czujniki Pt500 o czułości temperaturowej rezystancji wynoszącej  $2\ \Omega/^{\circ}\text{C}$  lub czujniki Pt1000 o czułości temperaturowej rezystancji wynoszącej  $4\ \Omega/^{\circ}\text{C}$ . Pomiaru temperatury dokonuje się w układach dwu lub najczęściej trójprzewodowych umożliwiających kompensację temperaturową rezystancji przewodów doprowadzających napięcie do czujnika temperatury z przyrządu pomiarowego. Do pomiaru temperatury rdzenia wykorzystuje się czujnik oporowy Pt100 typu 383 firmy Czaki o bardzo małej grubości umożliwiający umieszczenie go w rdzeniu transformatora.

W starszych transformatorach do pomiaru temperatury stosowane są termometry maksymalne posiadające dwie wskazówki, z których czerwona wskazówka pokazuje temperaturę maksymalną, zaś czarna temperaturę aktualną. Są to termometry bimetaliczne, gdzie taśma bimetaliczna wykonana jest w kształcie sprężyny ze stali i miedzi. Termometry te cechują się małą dokładnością. Przykładem takiego termometru jest termometr maksymalny TB-80 firmy Terman. Innym typem termometrów to termometry manometryczne ( ciśnieniowe ), które składają się z czujnika cieczowego, parowego lub gazowego w postaci rurki stalowej, kapilary i rurki Bourdona.

Zasada działania tych termometrów opiera się na zjawisku rozszerzalności czynnika cieczowego, parowego lub gazowego oddziałującego poprzez kapilarę na rurkę Bourdona, która przekazuje swoje odkształcenie na dźwignię napędzającą wskazówkę umieszczoną na tle temperaturowej skali pomiarowej. Termometry te produkowane są przez wielu producentów i posiadają wskazówkę wleczoną, która pokazuje temperaturę maksymalną. Termometry te budowane są jako dwukontaktowe i czterokontaktowe, tj. posiadają one dwa lub cztery styki umożliwiające uzyskanie dwóch lub czterech nastaw temperatury przekazywanych w postaci sygnału elektrycznego do układu sterowania lub układu rejestratora. Mogą one być stosowane do pomiaru temperatury oleju i temperatury uzwojeń transformatora. Termometry do pomiaru temperatury uzwojeń są wyposażone dodatkowo w przekładnik prądowy i posiadają element grzewczy w tzw. miechach pomiarowych. Wzrost prądu obciążenia transformatora powoduje wzrost prądu wtórnego przekładnika, a tym samym wzrost prądu nagrzewającego element grzewczy termometru i wzrost jego temperatury. Ten układ pomiarowy wymaga kalibracji temperatury. Odmianą takich termometrów są termometry posiadające element grzewczy umieszczony w kapilarze.

Transformatory, w których dokonuje się pomiaru temperatury wyposażone są w system światłowodowy, który składa się z światłowodów pomiarowych zakończonych sondą pomiarową, skrzynki przyłączeniowej zabudowanej na boku kadzi transformatora służącej do połączenia światłowodów wychodzących z transformatora ze światłowodem przedłużającym układ pomiarowy do systemu monitoringu temperatury. Światłowody są zabezpieczone opłotem z teflonu, chroniącym je przed uszkodzeniem. Skrzynka przyłączeniowa składa się z trzech elementów - płyty montażowej, przepustów światłowodowych wyprowadzających je z kadzi transformatora do skrzynki pomiarowej i obudowy. System światłowodowy cechuje się m.in. odpornością na zakłócenia elektromagnetyczne generowane w transformatorze. System monitoringu temperatury służy do zbierania i przetwarzania danych, prezentowania temperatury, zapisywania danych i wysyłania sygnału do systemu dyspozytorskiego.

### **O nowoczesnych konstrukcjach transformatorów**

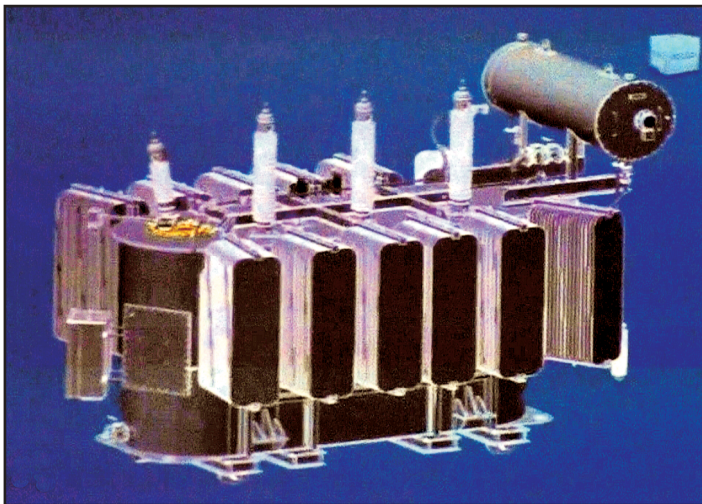
W drugiej części swojego wystąpienia dr inż. Bolesław Bródka przedstawił „Współczesne metody projektowania transformatorów dystrybucyjnych średniej mocy”. Największą grupą transformatorów dystrybucyjnych średniej mocy produkowanych przez firmę Power Engineering S.A. z Czerwonaka są transformatory o mocach od 10 do 40 MVA, które są wytwarzane przez fabrykę od 2008 roku. Do największych konkurentów swojej firmy prelegent zaliczył firmy - ZREW Transformatory, Fabrykę Transformatorów w Żychlinie, ETD z Czech, Siemens Trento z Włoch, Ethos Energy, Koncar z Chorwacji, ABB Łódź i Imefy z Hiszpanii. W 2014 roku firma Power Engineering S.A. wyprodukowała 27 szt. transformatorów średniej mocy, a w grudniu 2015 roku wyprodukowała setny transformator.

Podczas projektowania firma wykonuje obliczenia techniczne oparte na literaturze technicznej i na zdobytym doświadczeniu własnym. Firma opracowała autorskie oprogramowanie, które służy do obliczania najważniejszych parametrów elektrycznych budowanych transformatorów.

Wytrzymałość układu elektroizolacyjnego sprawdza się poprzez wykonanie obliczeń pola elektrostatycznego w uzwojeniach transformatora w środowisku programowym Maxwell Ansoft. Obliczenia te mają wykazać, że w uzwojeniach nie występują miejsca o znacznych natężeniach pola elektrycznego, gdzie mogłoby dochodzić do przebicia izolacji. Wykonuje się je każdorazowo i są one potwierdzaniem wykonania prawidłowości geometrii uzwojeń.

Przy projektowaniu transformatorów wykonywane są również obliczenia sił dynamicznych w uzwojeniach transformatora. Firmy produkujące transformatory posiadają własne programy sprawdzające, albo korzystają z komercyjnych aplikacji takich jak np. RALE Engineering lub Odd'a Andersen'a.

Kadzie transformatorów projektowane są na podstawie przygotowanych modeli trójwymiarowych. Dzięki temu narzędziu można sprawdzić, czy nie występują kolizje konstrukcji w transformatorze. Rdzeń transformatora podlega parametryzowaniu tak, aby jego wymiary pasowały do kadzi transformatora. Procesowi temu podlegają również radiatory, pokrywa i cała kadź transformatora. Proces parametryzacji ułatwia prace projektowe i samą produkcję transformatora, a przede wszystkim skraca cykl produkcji danego transformatora.



Widok trójwymiarowej parametryzacji modelu transformatora (foto J.Z. )

Obliczenia wytrzymałości mechanicznej kadzi i konstrukcji stalowych prowadzone są przy zastosowaniu metody elementów skończonych. W wyniku zastosowania obliczeń otrzymuje się tzw. mapę dla kadzi, gdzie kolorami pokazane są miejsca o zwiększonych naprężeniach, które należy dodatkowo wzmocnić lub usztywnić.

W Europie istnieje wielu producentów radiatorów. Żebra radiatorów mogą być usytuowane w stosunku do kadzi transformatora w różny sposób, ich kolektory mogą być również usytuowane w różny sposób w stosunku do radiatora i kadzi transformatora. Firma Power Engineering S.A. również produkuje sama różnorodne radiatory. Wydajność cieplna radiatorów zależy od ich długości i usytuowania w stosunku do źródła ciepła jakim jest transformator. Czym dłuższa jest radiatora jest większa i czym wyżej zabudowany jest w stosunku do kadzi transformatora, to jego wydajność cieplna jest większa dzięki lepszej konwekcji ciepła. Praktycznie próby nagrzewania nieznacznie odbiegają od obliczeniowej wydajności cieplnej radiatorów. Za temperaturę obliczeniową przyjmuje się przyrost temperatury oleju w granicach 50-55 °C, co w konsekwencji daje małe prawdopodobieństwo przekroczenia dopuszczalnego przyrostu temperatury oleju, który wynosi 60 °C. Wydajności cieplne radiatorów mogą być określane dla obiegów naturalnych oleju i dla obiegów wymuszonych.

Przyrost temperatury w uzwojeniach transformatora wyznacza się na podstawie geometrii uzwojeń, poprzez wyznaczenie powierzchni chłodzącej. Korzystając z typowych wartości współczynników przejmowania ciepła przez czynnik chłodzący jakim jest olej, określa się przyrost temperatury uzwojeń. Podczas próby nagrzewania transformatora dokonuje się pomiaru rezystancji jego uzwojeń przed i po nagraniu i na tej podstawie wyznacza się temperaturę uzwojeń transformatora. Producenci transformatorów mogą do wyznaczania przyrostów temperatury w uzwojeniach transformatorów stosować komercyjne narzędzia pomiarowe.

Prace rozwojowe rozpoczęte w Power Engineering S.A. zmierzają do doskonalenia metod pomiarowych rozkładu temperatur w transformatorach, podczas których wykorzystuje się sondy światłowodowe.

Wystąpienia obu prelegentów zostały nagrodzone gromkimi brawami. Po swoim wystąpieniu dr inż. Bolesław Bródka jeszcze kilkanaście minut w luźnej rozmowie z uczestnikami spotkania opowiadał o różnych szczegółach dotyczących pracy i zjawisk występujących w transformatorach, również mówił o blachach stosowanych do wyrobu rdzeni transformatorów - fabryka korzysta w większości z zimnowalcowanych blach produkcji amerykańskiej ze względu na ich zalety jakimi jest m.in. niska stratność.

### **Samochody elektryczne w TAURON Dystrybucja S.A.**

Andrzej Szyp z Biura Innowacji i Nowych Technologii TAURON Dystrybucja S.A. przedstawił prezentację „Energia dla zrównoważonej mobilności miejskiej - technologie ładowania pojazdów elektrycznych”. Samochody elektryczne w nowoczesnych inteligentnych sieciach energetycznych zaczynają być uznawane za jednym z wielu jej elementów

aktywnych. Uważane są one również za jeden z elementów prowadzących do ograniczenia emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Na marginesie należy zaznaczyć, że istnieją środowiska naukowe kwestionujące wpływ tej emisji do środowiska. Ale jak na razie trendy są takie, że w UE Komisja Europejska opracowała w 2011 roku Białą Księgę Transportu według której postawiono sobie za cel ograniczenie emisji dwutlenku węgla do atmosfery w transporcie aż o 60 %, zmniejszenie aż o połowę natężenia ruchu pojazdów napędzanych konwencjonalnie tj. napędzanych za pomocą pochodnych ropy naftowej do 2030 roku, uwolnienie od emisji dwutlenku węgla ruchu miejskiego w głównych ośrodkach miejskich również do 2030 roku i całkowite wyprowadzenie ruchu pojazdów o napędzie konwencjonalnym z miast do 2050 roku. W dniu 22 października 2014 roku wydano dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady Europy w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych, która wymusza podjęcie określonych działań przez państwa członkowskie, w tym również Polskę. Zgodnie z dyrektywą państwa członkowskie poprzez prowadzoną przez nie politykę w swoich krajach mają do 2020 roku zapewnić utworzenie odpowiedniej liczby publicznie dostępnych punktów ładowania w aglomeracjach miejskich, zapewnić dostęp do środków wspierających i ułatwiających tworzenie dostępnych publicznie punktów ładowania dla pojazdów elektrycznych, zapewnić aby punkty ładowania oddawane do użytku po 18 listopada 2017 roku winny być wykonane zgodnie z określonymi w dyrektywie normami technicznymi, punkty ładowania powinny zapewnić również swobodę kupowania energii elektrycznej od dowolnych dostawców działających na rynku unijnym i ładowanie elektrycznych pojazdów w publicznie dostępnych punktach ładowania winno odbywać się jeśli jest to technicznie i ekonomicznie uzasadnione z zastosowaniem inteligentnych systemów pomiarowych.

Niektóre kraje europejskie poszły znacznie dalej i tak np. Holandia wprowadziła całkowity zakaz rejestracji pojazdów o napędzie spalinowym od 2025 roku.

To w jaki sposób będą funkcjonować publiczne stacje ładowania nie jest jeszcze określone. Każdy kraj wypracuje zapewne jakiś odpowiedni dla niego model. W Polsce mówi się o dwóch modelach. Jednym z nich to model infrastruktury zintegrowanej polegający na tym, że dystrybutorzy energii elektrycznej budują stacje dostępne ładowania i udostępniają możliwość ładowania i dostarczania energii elektrycznej odbiorcom i podmiotom sprzedającym energię elektryczną. Drugi to model infrastruktury niezależnej, gdzie wszystkie podmioty zainteresowane mogą taką infrastrukturę budować, zaś działalność ta prawdopodobnie nie będzie podlegać prawu energetycznemu, stąd nie będzie dla tej działalności wymagana концесја. Jak na razie widać, że większość krajów próbuje zastosować ten drugi model.



Andrzej Szyp z Biura Innowacji i Nowych Technologii TAURON Dystrybucja S.A. mówi o samochodach z napędem elektrycznych ( foto J.Z. )

Aby stworzyć ten nowy rynek, wiele krajów stwarza system zachęt do zakupu samochodu z napędem elektrycznym. I tak na przykład Norwegia stworzyła kilka lat temu system zachęt polegający na braku podatku VAT na samochody elektryczne, zwolniła właścicieli tych samochodów z opłat rejestracyjnych, zostały zmniejszone podatki dla samochodów firmowych z napędem elektrycznym, zapewniono właścicielom tych samochodów bezpłatne ładowanie, zwolniono właścicieli tych samochodów z opłat na drogach płatnych, obniżono opłaty promowe i zapewniono fundusze na stworzenie infrastruktury ładowania samochodów elektrycznych. Program ten miał na celu osiągnięcie 50 tyś. samochodów elektrycznych na drogach tego kraju. Został on zapoczątkowany w 2010 roku i już po dwóch latach ten cel został osiągnięty, a zakładano pierwotnie, że zostanie on osiągnięty po dziesięciu latach. Obecnie w Norwegii co piąty kupowany samochód jest samochodem elektrycznym.

W Polsce jak na razie nie ma takiego ogólnokrajowego programu zachęt, chociaż trzeba powiedzieć, że niektóre duże miasta w Polsce promują samochody elektryczne poprzez zmniejszenie dla nich opłat parkingowych.

W 2014 roku w Europie sprzedano 92 455 samochodów elektrycznych, zaś rok później tj. w 2015 już 186 170 tych pojazdów. W Polsce rynek zaczyna się dopiero rozwijać. I tak w Polsce w roku 2014 sprzedano 141 samochodów, a w kolejnym roku 259. Czołowymi producentami tych samochodów są Tesla, VW, Renault, BMW, Kongoo i właściwie można powiedzieć, że wszyscy znaczni producenci oferują swoim klientom takie samochody.



Najbardziej kosztownym elementem samochodu elektrycznego jest bateria litowo-jonowa i stanowi ona około jednej trzeciej jego kosztów produkcji. Prognozuje się, że ceny tych baterii będą spadać, a wraz z nią ceny na samochody elektryczne. Ich cena jak się prognozuje ma się zrównać z cenami samochodów spalinowych w 2022 roku, zaś w 2040 roku co trzeci sprzedawany samochód będzie samochodem z napędem elektrycznym.

Samochody elektryczne mogą być ładowane w różny sposób. Mogą być ładowane prywatnie i z publicznych stacji ładowania. Wyróżnia się z punktu widzenia technicznego tzw. ładowanie wolne, pół-szybkie i szybkie.

Ładowanie wolne polega na zasilaniu samochodu za pomocą stacji ładowania jednofazowej 230 V prądem nie większym niż 16 A co odpowiada mocy 2,3 do 3,7 kW. Czas pełnego ładowania akumulatora do energii 30 kWh koniecznej do przejechania przybliżonego dystansu 150 do 200 km wynosi przy tym trybie ładowania 8 do 13 godzin. Możliwe jest również w tym trybie niepełne ładowanie samochodu do energii 10 kWh pozwalającej na przejechanie dystansu 50 do 70 km przy czasie ładowania 3 do 5 godzin. Ten sposób ładowania już umożliwi pełne użytkowanie samochodu elektrycznego, lecz jego wadą jest jego długi czas.

Ładowanie pół-szybkie może być prowadzone z pomocą stacji ładowania jedno lub trójfazowej. W przypadku stacji jednofazowej 230 V o prądzie nie większym niż 32 A co odpowiada mocy 6,4 kW przybliżony czas pełnego ładowania wynosi 5 godzin, a w przypadku niepełnego ładowania 1 godzinę. Dla stacji ładowania trójfazowej o napięciu 400 V o prądzie 16 A co odpowiada mocy 11 kW czas pełnego ładowania wynosi 3 godziny, a czas ładowania niepełnego 1,5 godziny. W tym trybie ładowania, szczególnie przy trójfazowej stacji ładowania możliwe jest elastyczne użytkowanie samochodu przez jego użytkownika.

W przypadku ładowania z szybkiej stacji stałoprądowej, której moc może wahać się od 50 do 250 kW pełny czas ładowania nie przekracza 30 minut, zaś niepełny czas ładowania 15 minut. W takiej stacji ładowania akumulator ładowany jest do 80 % dużym prądem w stosunkowo krótkim czasie, a później do pełnej pojemności w relatywnie dłuższym czasie prądem o znacznie mniejszej wartości. Ten tryb ładowania daje możliwość praktycznie pełnego eksploataowania samochodu elektrycznego nie ograniczonego ramami czasowymi jego ładowania.

W zakresie standardów dotyczących złączy i gniazd ładowania można spotkać różne rozwiązania. Swój system ładowania posiada Japonia, Chiny, Stany Zjednoczone, zaś w Europie zaczyna dominować tzw. system niemiecki. Rozwijający się rynek samochodów elektrycznych i infrastruktura ładowania tych pojazdów będzie miała wpływ na funkcjonowanie operatorów sieci dystrybucyjnej i funkcjonowanie rynku energii elektrycznej. Ładowanie samochodów w szczycie nocnym będzie powodować jego wzmocnienie na skutek wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną. Również użytkowanie samochodów elektrycznych zmieni charakterystyki użytkowania energii

gospodarstw domowych, gdy energia zgromadzona w akumulatorach samochodów będzie użytkowana na ich potrzeby. Ważnymi parametrami, które będą decydowały o wpływie samochodów elektrycznych na funkcjonowanie sieci elektrycznej to ilość takich pojazdów, lokalizacja infrastruktury ładowania w relacji do sieci dystrybucyjnej, rodzaj tej infrastruktury, moc i profile urządzeń ładujących, w tym również sposoby zarządzania procesem ładowania.

Jak wykazały badania, użytkownicy w gospodarstwach domowych wykorzystują samochody średnio przez dwie godziny, a przez dwadzieścia dwie godziny je parkują. W czasie parkowania pojemność baterii samochodu elektrycznego może być dostępna dla systemu energetycznego wspierając go w godzinach szczytu, poprzez dostarczanie do systemu energii zgromadzonej w akumulatorze. Baterie w zależności od typu i rodzaju samochodu mogą być dostępnymi zasobnikami energii o wielkości od np. 24 kWh przy użytkowaniu samochodu Nissan Leaf, do 85 kWh przy użytkowaniu samochodu Tesla Model S. Idealnym stanem byłoby ładowanie samochodu w godzinach doliny energetycznej i wspieranie systemu energetycznego w godzinach szczytu, poprzez oddawanie energii na potrzeby gospodarstwa domowego użytkownika i sieci energetycznej. Myśli się już o zachętach ekonomicznych, aby właściciele ładowali swoje samochody wtedy, gdy w systemie energetycznym jest jej nadmiar. Generalnie we wszystkich rozważaniach chodzi o to, aby tak skójzarzyć różne źródła i odbiorniki energii elektrycznej w systemie energetycznym, aby praca systemu energetycznego była jak najbardziej stała co do poboru energii z systemu. Dostrzega się w tych rozważaniach również pewną korelację i potencjalne możliwości współpracy pomiędzy domowymi solarnymi źródłami energii, a ładowaniem samochodów elektrycznych. Również w przypadku awarii sieci energetycznej, baterie samochodowe mogą stanowić awaryjne źródło zasilania dla gospodarstw domowych.

TAURON Dystrybucja S.A. prowadzi projekt mający za cel uzyskanie doświadczeń w zakresie technicznych, ekonomicznych i ekologicznych aspektów użytkowania samochodów elektrycznych i infrastruktury ładowania, który jest nakierowany przede wszystkim na zastosowanie we własnym transporcie samochodów elektrycznych. W kwietniu 2016 roku rozpoczęto testowanie samochodów elektrycznych w dwóch lokalizacjach tj. w Krakowie i we Wrocławiu. Poddane testom samochody to samochody osobowe Nissan Leaf i samochody dostawcze Nissan e-NV200. Samochody osobowe z przeznaczeniem do ruchu miejskiego są dostępne w wypożyczalni wewnętrznej firmy, zaś samochody dostawcze są użytkowane przez służby techniczne w brygadach pomiarowych.

Samochód osobowy Nissan Leaf przy jednokrotnym ładowaniu posiada zasięg 199 km w trybie ekonomicznym, a w przypadku użytkowania pełnego np. z włączoną klimatyzacją zasięg samochodu wynosi ok. 150 km. Może on poruszać się z prędkością do 150 km/h. Jego akumulator gromadzi energię elektryczną w wielkości 24 kWh. Podczas jazdy zużywa on od 15 do 18 kWh na każde przejechane 100 km, co daje koszt od 5 do 7 złotych na przejechanych 100 km przy zasilaniu samochodu w korzystnej dla odbiorcy taryfie.

Czas szybkiego ładowania wynosi 30 minut, czas ładowania ze stacji ładowania 7 godzin, zaś czas ładowania ze zwykłego gniazdka 10 godzin.

Natomiast samochód dostawczy Nissan e-NV200 posiada zasięg ekonomiczny 170 km i może się poruszać z prędkością maksymalną 130 km/h. Zużycie energii wynosi 16,5 kWh na przejechanych 100 km. Pozostałe parametry są takie same jak poprzednio opisanego modelu.

Samochody są ładowane w układach zasilania współpracujących z licznikami pomiaru energii smart-grid, zaś samochody są wyposażone w system monitorowania pozwalający na analizę wielu parametrów użytkowych.

Projekt prowadzony jest również w obszarze autobusowej komunikacji publicznej, która ze względu na swoją specyfikę jest dużo bardziej wymagająca dla sieci zasilającej przede wszystkim z powodu dużego zapotrzebowania mocy w granicach 50 do 200 kW - w niektórych przypadkach zapotrzebowanie mocy może wynosić nawet 400 kW. Komunikacja autobusowa charakteryzuje się tym, że pojazdy poruszają się po ściśle określonych trasach. W zakresie projektu wchodzi budowa, uruchomienie stacji ładowania i wymiany baterii dla autobusów elektrycznych. Wymiana baterii będzie następowała w specjalnie do tego przystosowanej hali, gdzie czas wymiany baterii będzie wynosił około 5 minut. Ten innowacyjny system transportu miejskiego będzie jednocześnie pilotażowym systemem magazynowania energii elektrycznej, którym może być perspektywnie zainteresowane przedsiębiorstwo dystrybucyjne jakim jest TAURON Dystrybucja S.A. System jaki powstanie będzie wykorzystany do przeprowadzenia testów i również prac badawczo-rozwojowych zmierzających do optymalizacji użytkowania technicznej infrastruktury elektroenergetycznej. Miejskie przedsiębiorstwa komunikacyjne są zainteresowane prowadzeniem ruchu miejskiego w oparciu o autobusy elektryczne. Taka stacja ładowania ma pojawić się już w przyszłym roku.

Na zakończenie padły pytania m.in. jak długi jest czas użytkowania baterii? W jaki sposób dostępne są same baterie i czy TAURON będzie podejmował produkcję stacji ładujących? Z uzyskanych odpowiedzi wynika, że przewiduje się użytkowanie baterii w okresie około ośmiu lat. Same baterie mogą być dostępne w różny sposób, zależny od polityki rynkowej producenta samochodów. Mogą one być sprzedawane łącznie z samochodem, albo wdzierzawiane za opłatą. Natomiast TAURON nie będzie producentem stacji ładowania, gdyż obecnie na tym rynku jest wielu niezależnych producentów takich urządzeń.

### **Fotowoltaika i jej różne aspekty - nie tylko techniczne**

Prezentacją „Dlaczego fotowoltaika” Paweł Bień z firmy Bruk-Bet Solar zakończył ten jakże różnorodny i ciekawy dzień tegorocznych Tarnowskich Dni Elektryki. Na początek prelegent przedstawił swoją firmę. Firma ta w ubiegłym roku zainstalowała w Polsce panele fotowoltaiczne o łącznej mocy około 20 MW.

W bieżącym roku zdolności produkcyjne fabryki zostały zwiększone tak, że fabryka może dodatkowo wyprodukować panele fotowoltaiczne o mocy około 70 MW. Łączne zdolności produkcyjne fabryki sięgają mocy 100 MW. Przy współudziale firmy Bruk-Bet Solar powstała pięć lat temu jak na razie największa w Polsce farma fotowoltaiczna w Wierchosławicach pod Tarnowem o mocy 1 MW.

Energia elektryczna jest dominującą formą energii konsumowanej na całym świecie. Pochodzi ona z różnych źródeł pierwotnych. Według danych z 2014 roku z węgla zaspokajano 32,9 % zapotrzebowania na energię w skali światowej, ropa naftowa zaspokajała 30,1 % potrzeb, gaz 23,7 %, odnawialne źródła energii 8,9 %, zaś energetyka jądrowa 4,4 %. Odnawialne źródła energii, do których jest zaliczana fotowoltaika w skali całego globu pokrywają istotną część zapotrzebowania na energię i ich udział ciągle rośnie. Spośród odnawialnych źródeł energii najczęściej jest wybierana fotowoltaika. Następczynienie w pasie pomiędzy dwoma równoleżnikami Raka i Koziorożca wynosi od 1000 do 2500 W/m<sup>2</sup>. W tym też obszarze mieści się większość populacji ludzi na naszym globie, co jest dodatkową zachętą do sięgania po to źródło energii.

W 2015 roku moce wytwórcze technologii fotowoltaiki przekroczyły 200 GW. Wiodącymi krajami w tej dziedzinie są Niemcy gdzie zainstalowano urządzenia wytwórcze o mocy 35,5 GW, Chiny 19,1 GW, Japonia 14,4 GW, Stany Zjednoczone 12,4 GW, Włochy 18,1 GW, Hiszpania 6,9 GW, Francja 4,4 GW Indie 2,4 GW i Kanada 1,3 GW. Technologia ta w ostatnich latach potaniała, a jednocześnie wzrasta sprawność tych urządzeń.

Produkcji paneli fotowoltaicznych oparta jest na technologii w krzemie krystalicznym, która jest dominującą i na technologii cienkowarstwowej. Technologia krystaliczna jest technologią o największych obecnie kosztach wytwarzania, ale o wysokiej wydajności. Technologia cienkowarstwowa jest dużo tańsza, ale jej wydajność jest jak dotychczas niska. Ostatnio pojawiła się nowa technologia tzw. trzeciej generacji opierająca się o nowe materiały, która przy niskich kosztach produkcji ma zapewnić wysoką wydajność, ale nie wiadomo kiedy znajdzie praktyczne zastosowanie.

Wśród producentów produkujących swoje wyroby w oparciu o technologie krystaliczne znajdują się producenci japońscy, koreańscy, chińscy, amerykańscy, kanadyjscy i inni. Na marginesie można powiedzieć, że firma Bruk-Bet Solar zakupuje fotoogniwa do swoich paneli fotowoltaicznych z Chin i z Korei.

Największymi producentami fotoogniw cienkowarstwowych są firmy amerykańskie, tajwańskie i koreańskie.

W Europie można podzielić rynek na cztery segmenty. Pierwszy odpowiada zapotrzebowaniu urządzeń o mocy do 30 kWp i dotyczy małych instalacji często wykonanych na potrzeby domowe, drugi urządzeń o mocy od 30 do 100 kWp i dotyczy małego biznesu, który wytwarza energię elektryczną na własne potrzeby, trzeci urządzeń o mocy od 100 kWp do 1 MWp

i dotyczy większych instalacji biznesowych nakierowanych na produkcję i sprzedaż energii elektrycznej i czwarty to rynek urządzeń o mocy większej niż 1 MWp, który jest najbardziej rentowny i związany jest dużymi firmami energetycznymi - dystrybutorami i wytwórcami zawodowymi energii elektrycznej. Pod względem zainstalowanej mocy rynek migruje od małych instalacji o mocach do 10 kW w kierunku instalacji o dużej skali przemysłowej.



Paweł Bień z tarnowskiej firmy Bruk-Bet Solar wystąpił z prezentacją „Dlaczego fotowoltaika” ( foto J.Z. )

Osiągnięcie celu naszej gospodarki krajowej w postaci udziału w produkcji energii elektrycznej ze źródeł fotowoltaicznych w wielkości 4 % oprócz efektu energetycznego i ekologicznego jak się szacuje może wygenerować na naszym rynku kilka tysięcy nowych miejsc pracy.

W przypadku gospodarstw domowych optymalnym jest budowanie urządzeń fotowoltaiki o mocy dobranej do potrzeb energetycznych tych gospodarstw. Zainstalowane moce wynoszą wtedy od 2-3 kW do 10 kW. Dzięki temu koszty budowy tych urządzeń nie przerastają możliwości finansowych inwestujących w energetykę tzw. prosumentów. Koszty budowy w przeliczeniu na 1 kWp zainstalowanej ciągle maleją. W 2006 roku wynosiły one 5100 euro na 1 kWp, zaś w 2014 roku już 1300 euro. Ten znaczny spadek cen powoduje, że wiele osób fizycznych decyduje się na zainwestowanie w fotowoltaiczne źródła energii. W Polsce zdaniem autora artykułu jednak proces ten jest hamowany przez niestabilne i niedoprecyzowane przepisy, jak również mało korzystne dla prosumentów rozwiązania ekonomiczne.

Opłacalność budowy instalacji fotowoltaicznej można określić w sposób przybliżony poprzez podzielenie całkowitych kosztów instalacji przez jej moc nominalną lub w nowy sposób bardziej zbliżony do rzeczywistości,

dzieląc całkowite początkowe koszty budowy i późniejsze koszty w okresie pracy instalacji, przez ilość energii wyprodukowanej w tym okresie czasu. Do obliczeń przyjmuje się, że czas życia instalacji wynosi 25 lat. Pierwsza metoda obliczeń jest szybka i prosta, ale nie uwzględnia wielu istotnych czynników takich jak zmiana wydajności instalacji fotowoltaicznej w czasie eksploatacji, czy specyficzne uwarunkowania technologiczne, a wreszcie nie bierze pod uwagę konfiguracji systemu. Druga z metod jest bardziej wiarygodną metodą oceny i porównania inwestycji, jest jednak skomplikowana analitycznie, ale uwzględnia czynniki kapitałowe, finansowe i podatkowe w całym okresie trwania inwestycji. Jest ona stosowana przez banki udzielające kredyty szczególnie w przypadku dużych inwestycji.

Jakie są tendencje cen energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł fotowoltaicznych można zobaczyć na przykładzie wykształconego już rynku niemieckiego. W 2013 roku ceny z tych źródeł wynosiły od 8 do 14 eurocentów i przewiduje się, że w 2030 roku będą się one kształtowały w granicach 5 do 9 eurocentów. Jak widać prognozuje się tendencję spadkową tych cen, która jest skutkiem spadku cen na urządzenia fotowoltaiczne i upowszechnieniem tego źródła energii.

W krajach o stabilnych warunkach technicznych i finansowych możliwe jest w miarę dokładne oszacowanie inwestycji i na tej podstawie zawieranie długoterminowych kontraktów na dostawę energii elektrycznej. Przykładem takich krajów są Zjednoczone Emiraty Arabskie, gdzie w zawartych kontraktach długoterminowych określono cenę jednej kWh w wysokości 2 eurocenty, co odpowiada poziomowi 20 dolarów za jedną MWh - w złotych po kursie obecnym jest to około 80 zł. W krajach arabskich nasłonecznie jest co prawda w przybliżeniu dwa razy większe niż u nas, ale instalacje fotowoltaiczne napotykały tam na utrudnienia w postaci gorszych warunków chłodzenia paneli i występującego piasku, co prowadzi do zmniejszeni ich wydajności. W Polsce jesteśmy w stanie wytworzyć energię ze źródeł fotowoltaicznych pomimo mniejszego nasłonecznienia za 40 dolarów za jedną MWh, co obrazuje możliwości tego sektora energetyki.

Według opracowań największej agencji prasowej Bloomberg ze Stanów Zjednoczonych, w 2014 roku koszty pozyskiwania elektryczności ze źródeł fotowoltaicznych wynosiła 65 do 115 euro za jedną MWh. Dla porównania wg. agencji doradztwa finansowego LAZARD również ze Stanów Zjednoczonych, cena energii z siłowni jądrowych wynosiła od 97 do 136 dolarów za jedną MWh energii, cena energii z węgla wynosiła 65 do 150 dolarów za MWh, z bloków energetycznych zasilanych gazem cena ta wynosiła 96 do 183 dolarów za MWh, z bloków energetycznych zasilanych biomasą 82 do 117 dolarów za MWh, a z geotermii 82 do 117 dolarów za MWh.

Firma Bruk-Bet Solar w produkcji wykorzystuje różnego rodzaju struktury krzemowe mono i polikrystaliczne do produkcji swoich wyrobów. Sprawność ogniw opartych o krzem monokrystaliczny wynosi 19 %, a o krzem polikrystaliczny 17 %.

W technologiach cienkowarstwowych sprawności te wynoszą od 10 do 13 %, za wyjątkiem technologii opracowanej przez amerykańską firmę SunPower, w której osiągnięto sprawność 21 %.

Instalacje fotowoltaiczne mogą pracować jako autonomiczne poza siecią energetyczną, często współpracując z innymi źródłami energii, lub co występuje najczęściej w Europie są podłączone do sieci energetycznej.

Możliwości produkcyjne firmy Bruk-Bet Solar to nie tylko moduły fotowoltaiczne, firma również jest w stanie produkować dachówkę fotowoltaiczną, balkony fotowoltaiczne, czy małe moduły ogrodowe.

W końcowej części wystąpienia zostały przedstawione zdjęcia ukazujące produkty firmy i praktyczne zastosowania modułów fotowoltaicznych w budownictwie. Ciekawymi przykładami były prezentowane budynki mieszkalne z dachami, balkonami i elewacjami pokrytymi modułami, również bardzo duże budowle jakimi są stadiony sportowe.

Na zakończenie padły ze strony słuchaczy pytania dotyczące aspektów ekonomicznych związanych z budową dachów fotowoltaicznych. Jak się okazało nie można określić ceny tak wykonanego dachu nawet w sposób przybliżony, gdyż cena każdorazowo określana jest indywidualnie i zależy od wielu czynników takich jak chociażby bezpieczeństwo pożarowe. Również pytający powrócili do tematu balkonów fotowoltaicznych. Padło również pytanie dotyczące udzielanej gwarancji dla produkowanych paneli, które w materiałach reklamowych określone zostało przez firmę na dwanaście lat. Jak się okazało gwarancja ta obejmuje wady fabryczne wyrobów, natomiast gwarancja na niezmienność mocy paneli wynosi dwadzieścia pięć lat i jest dwustopniowa. W okresie pierwszych dziesięciu lat spadek mocy nie może być większy niż 90 %, zaś po dwudziestu pięciu latach nie większy niż 83 %. Padło na koniec pytanie dotyczące odporności szkła paneli na warunki atmosferyczne jakim może być grad. Jak się dowiedzieliśmy szkło solarne stosowane na panele zazwyczaj ma grubość 3,2 mm i jest szkłem hartowanym. Szkło takie poddawane jest próbie sprawdzającej wytrzymałość polegającą na wystrzeliwaniu kuli lodowej o średnicy 2,5 cm z prędkością 20 m/s. Jest to wytrzymałość gwarantująca odporność paneli na warunki atmosferyczne. Jeśli jednak inwestor uzna, że mogą zaistnieć warunki, wskutek których może dojść do zniszczenia paneli, to zaproponowano ich ubezpieczenie.

Tym ciekawym wystąpieniem zakończył się pierwszy dzień TDE.

## **„Zlodowacenia na Ziemi – kosmiczne powiązania”**

Epoka lodowcowa to, jeśli się nad tym zastanowić, absurdalne zjawisko. Ziemia wydaje się w miarę stabilnie krążyć wokół Słońca, które z kolei wydaje się ogrzewać naszą planetę z grubsza równomiernie - dlaczego więc zdarza się, że "nagle", czyli w ciągu "zaledwie" kilkuset tysięcy lat, znaczna część powierzchni Ziemi pokrywa się lodem? Cóż, cała tajemnica tkwi w zwrotach typu "w miarę" i "z grubsza". "Prawie czyni wielką różnicę". Okazuje się, że nawet niewielkie wahania mogą mieć spektakularne skutki.

Nie jest jasne, dlaczego dochodzi do zlodowaceń. Występują one na tyle nieregularnie, że wyjaśnienia odwołujące się wyłącznie do dających się przewidywać, regularnych procesów astronomicznych, należy uznać za nadmiernie uproszczone. W rzeczywistości jest raczej tak, że regularne zmiany parametrów orbity Ziemi - określane jako cykle Milankowicia - są tylko jednym z dziesiątków czynników, które wspólnie sprawiają, że Ziemia pokrywa się lodem.

W znanej historii naszej planety wystąpiło przynajmniej pięć dużych zlodowaceń; poza tymi okresami planeta nasza była niemal wolna od lodu. To, co znamy dziś ze zdjęć satelitarnych - czyli widok dwóch wielkich czap lodowych na biegunach Ziemi - to więc raczej wyjątek niż reguła. Każde z tych pięciu zlodowaceń (dla zainteresowanych, są to, kolejno: zlodowacenie hurońskie, kriogenu, andyjsko-saharyjskie, Karoo i plejstocenijskie) nastąpiło w rezultacie swojego splotu okoliczności i stanowiło jedyne w swoim rodzaju zdarzenie. Również koniec epoki lodowcowej został w każdym przypadku spowodowany przez inny zbieg czynników. Aby zdać sobie sprawę, jak złożone są to kwestie, przyjrzyjmy się kilku czynnikom typowo wymienianym jako przyczyny zlodowaceń.

Układ kontynentów to jeden z nich. Jak wiadomo, kontynenty zmieniają swoje położenie względem siebie, co w skali milionów lat oznacza całkowite "przetasowanie" obszarów oceanicznych i kontynentalnych na Ziemi. Wraz z tymi zmianami przekształca się też globalny układ prądów oceanicznych, które stanowią jeden z przenośników ciepła z obszarów równikowych ku biegunom. Istnieją więc układy kontynentów "korzystne" i "niekorzystne" ze względu na transport ciepła z dobrze nasłonecznionego pasa równikowego ku biegunom. Przykładowo, uznaje się, że jedną z przyczyn zlodowacenia kriogenu było występowanie wielkiego superkontynentu, Rodinii, zajmującego znaczną część pasa równikowego. Nie istniała więc wielka masa oceaniczna przyjmująca znaczną część ciepła słonecznego - jaką jest dziś Ocean Spokojny oraz równikowa część Oceanu Atlantyckiego. Teren równikowy pokryty był lądem, który nie może zrobić tego, co woda, czyli przepłynąć ku biegunom i oddać tam



zgromadzone ciepło. Bieguny stały się więc proporcjonalnie zimniejsze od terenów równikowych, co zainicjowało globalne zlodowacenie. Nawiasem mówiąc, nie jest wykluczone, że w okresie tym cała Ziemia (!) pokryta była warstwą lodu; jest to tak zwana hipoteza "Ziemi-śnieżki", ponieważ planeta nasza widziana z Kosmosu wyglądałaby wówczas jak wielka lodowa kula.

Innym tego typu czynnikiem jest... życie. Choć wydaje się niewiarygodne, że cieniutka warstewka biosfery jest w stanie wpłynąć na globalne procesy klimatyczne i geologiczne, tak jest w istocie. Przykładowo, pierwsze wielkie zlodowacenie na Ziemi - zlodowacenie hurońskie sprzed ok. 2,3 miliarda lat - mogło być spowodowane przez... sinice. Był to bowiem czas, kiedy sinice (inna nazwa: cyjanobakterie) "odkryły" nową ścieżkę metaboliczną powodującą intensywną emisję do atmosfery tlenu. Nagły wzrost zawartości tlenu w atmosferze spowodował względny spadek zawartości w niej gazów cieplarnianych, a więc i spadek globalnej temperatury. Przyczyną epoki lodowcowej Karoo (360-260 mln lat temu) mogła być z kolei ewolucja roślin lądowych, która zbiegła się w czasie właśnie z tym zlodowaceniem. Mechanizm miałby być ten sam - wzmożona produkcja tlenu, przy czym rośliny lądowe, będące w tym czasie prawdziwymi gigantami (mowa tu o gigantycznych paprociach i widłakach osiągających wysokość do 40 metrów), wiązały też w swoich pniach i liściach olbrzymie ilości węgla. Ten sam węgiel, który wcześniej wypełniał atmosferę w postaci dwutlenku węgla, podnosząc temperaturę planety, został więc związany w cząsteczkach ligniny i celulozy - te same cząsteczki, po ich zgnieceniu i przekształceniu pod ciśnieniem, mają dziś postać węgla, które spalamy w elektrowniach, uwalniając znów do atmosfery to, co przez 250 milionów lat spoczywało pod Ziemią.

Widać więc, jak skomplikowanym zjawiskiem są zlodowacenia - w ich powstawaniu biorą udział zjawiska tektoniczne, wulkaniczne, chemiczne, biologiczne i astronomiczne... Niektóre z tych powiązań mają zaiste charakter kosmiczny - okazuje się więc na przykład, że jeden z głównych czynników astronomicznych wpływających na dynamikę zlodowaceń nie występowałby, gdyby nie subtelne wahania w orbicie... Jowisza. Tego typu zagadnienia - na pozór proste: ot, antarktyczna czapa lodowa - pokazują w istocie, że Ziemia stanowi złożony, subtelny, czuły na zmiany organizm.

Daniel Kuta

Opiekun pracy: dr inż. Piotr Pawlik

## **System wizyjny do rozpoznawania znaków języka migowego.**

*(skrót pracy dyplomowej wyróżnionej w tegorocznym Konkursie prac dyplomowych SEP)*

### **Wprowadzenie**

Człowiek dzięki zmysłom ma możliwość precyzyjnie wpływać na otoczenie, analizować je i podejmować decyzje w czasie rzeczywistym. Wzrok jest najważniejszym ze zmysłów, za pośrednictwem którego człowiek odbiera około 90% ogółu napływających informacji. Proces myślowy człowieka, klasyfikacja, poznawanie, wnioskowanie jest bardzo trudne do odwzorowania przez maszynę. W naukach informatycznych procesem tym zajmuje się dziedzina sztucznej inteligencji.

Na co dzień w celu przekazywania między sobą informacji ludzie posługują się gestami. Gesty wykonywane przez człowieka dotyczą m.in. wyrazu twarzy, ruchu ciała lub jego części, a w szczególności rąk. W oparciu o gesty bądź znaki wykonywane rękami powstały języki migowe, którymi posługują się osoby głuchonieme. Danemu wyrażeniu, słowu bądź znakowi w językach migowych odpowiada jednoznacznie określony gest. Stworzenie systemu, który umożliwiłby tłumaczenie tych gestów lub znaków na język mówiony lub pisany zdecydowanie pomógłby w porozumiewaniu się osób niesłyszących z ludźmi nie związanymi ze środowiskiem osób z tego typu niepełnosprawnością.

Głównym celem pracy było opracowanie i implementacja aplikacji mobilnej umożliwiającej rozpoznawanie w czasie rzeczywistym znaków alfabetycznych języka migowego wykonywanych dłonią. System w założeniu miał za zadanie rozpoznać, jaki znak w danej chwili przedstawia użytkownik dłonią przed obiektywem kamery urządzenia. Wybrano amerykański język migowy (ang. American Sign Language) w skrócie ASL.

Aplikacja ma za zadanie pobrać ramkę obrazu z kamery urządzenia, przeanalizować ją i na podstawie ustawień użytkownika zlokalizować położenie dłoni na obrazie. Jeżeli system poprawnie zidentyfikuje położenie dłoni następuje proces przygotowania wycinka obrazu i tak przygotowane dane zostają poddane klasyfikacji. Wynikiem tego działania jest zaprezentowanie użytkownikowi za pomocą interfejsu graficznego wyniku, którym jest pożądana litera alfabetu.

Aplikacja została tak zaprojektowana, by użytkownik dzięki niej mógł zarówno przygotować próbki i dokonać rozpoznania znaku. Ramki obrazu zostają pobrane z kamery urządzenia mobilnego za pomocą biblioteki Open CV. W zależności od tego, czy aplikacja działa w trybie uczenia czy detekcji podejmowana jest odpowiednia akcja. Aby rozpocząć klasyfikację znaku należy wcześniej wytrenować klasyfikator. W tym celu należy przygotować

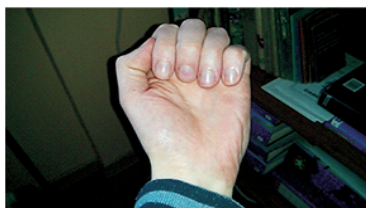
odpowiednio próbki (obrazy w formacie png). Każda ramka zostaje poddana analizie i obróbce. Jeżeli na obrazie znajdują się kontury obiektu, wówczas wykonywane są operacje pozwalające na wycięcie fragmentu obrazu, gdzie znajduje się dłoń. Wynikowy obraz musi odpowiadać zasadom, jakimi kierowano się przy przygotowaniu bazy danych. Ostatnim etapem jest klasyfikacja znaku.

## Detekcja dłoni

W trakcie prac nad implementacją aplikacji, testowano różne metody detekcji dłoni na obrazie. W związku z tym, że aplikacja działa w czasie rzeczywistym na urządzeniu mobilnym operacje wykrywania dłoni powinny być szybkie. Otoczenie gdzie użytkownik mógłby korzystać z aplikacji może być różne, np. na zewnątrz przy naturalnym świetle lub wewnątrz pomieszczeń przy sztucznym oświetleniu. W takiej sytuacji problem rozpoznawania dłoni staje się bardziej złożony, a algorytm musi być odporny na tego typu zmiany otoczenia. Dlatego zdecydowano, by użytkownik mógł dostosować jeden parametr jakim jest wartość progów w operacji progowania obrazu.

W zależności od warunków oświetleniowych i otoczenia, może pojawić się trudność z dobraniem odpowiedniej wartości progów tak, by znalazła się na nim jedynie dłoń bez żadnych obiektów.

Na rysunku poniżej zaprezentowano krok po kroku, jakie są wyniki poszczególnych operacji i jak one wpływają na wynikowy obraz. Ostatnia grafika przedstawia kontur oraz biały prostokąt obejmujący znaleziony obszar z dłonią naniesiony na obraz wejściowy w trybie RGB.



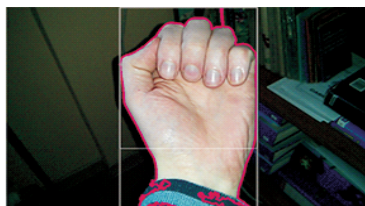
Obraz z kamery (RGB)



Obraz z kamery po progowaniu



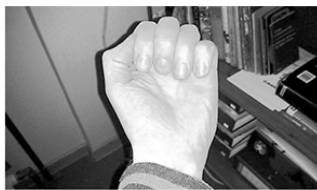
Obraz po dyfuzji



Wykryty kontur dłoni

Wyniki poszczególnych operacji

Poniżej zaprezentowano w kolejnych krokach operacje wyodrębnienia fragmentu z dłonią z obrazu wejściowego.



Po operacji wyrównania histogramu



Maska dłoni stworzona na podstawie konturu dłoni



Nalożenie maski na obraz i wycięcie dłoni



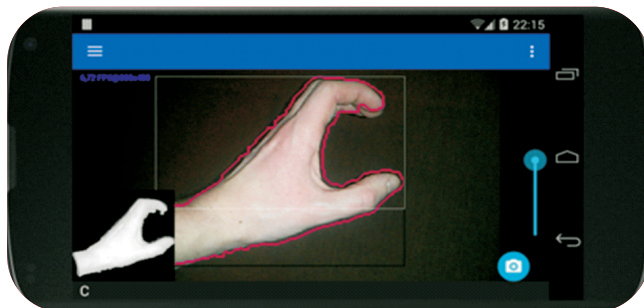
Skalowanie i ustawienie dłoni na środku obraz o rozmiarach 256x256 pikseli

Pszczegółne etapy prowadzące do wycięcia obszaru z dłonią

Tak przygotowany obraz jest gotowy do użycia w klasyfikacji. Jeżeli obraz wynikowy będzie zawierał artefakty, bądź dłoń będzie zniekształcona doprowadzi to w konsekwencji do błędnych klasyfikacji. W związku z tym etap detekcji dłoni jest bardzo ważny w aspekcie rozpoznawania znaków.

### Klasyfikacja znaku

Klasyfikacja znaku opiera się na wcześniej przygotowanej ramce. Klasyfikator kNN wymaga podania wartości  $k$  (liczba najbliższych sąsiadów). Wynikiem klasyfikacji jest liczba określająca do której klasy należy szukana próbka. Wartość ta odpowiada indeksowi tablicy użytej do trenowania, w której znajdują się etykiety, czyli litery alfabetu.



Widok ze znalezionym konturem dłoni

Aby poprawić działanie algorytmu i zwiększyć dokładność klasyfikacji danych zaimplementowano mechanizm pozwalający na kolekcjonowanie określonej liczby wyników klasyfikacji i na ich podstawie wybrać tę klasę, która powtarza się najczęściej. Uwarunkowane jest to tym, że podczas detekcji pomiędzy poszczególnymi klatkami mogą dochodzić przekształcenia, niewielkie ruchy dłonią co może wpłynąć na wyniki klasyfikacji. Pomiedzy zmianą znaku, gdzie wykonywany jest ruch ręki mogą zdarzyć się artefakty powodujące błędną ekstrakcję obszaru z dłonią. Aby temu zapobiec, dziesięć pierwszych wartości zostaje pomijanych i nie są brane pod uwagę przy wyszukiwaniu najczęściej powtarzających się wartości. Po wyliczeniu wartości indeksu na dolnej belce zostaje wypisana sklasyfikowana litera alfabetu.

Pod adresem: <https://www.youtube.com/watch?v=r6X7kMx3pmg> znajduje się krótka prezentacja działania aplikacji.

*Andrzej Liwo*

## **Czy pokolenia będą pamiętać ?**

W dniach od 1.07 do 3.07.2016 r Stowarzyszenie Elektryków Polskich Oddział Rzeszowski zorganizował wyjazd na Jubileuszowe uroczystości 75 rocznicy zamordowania Profesorów Lwowskich we Lwowie i inteligencji w Stanisławowie na Ukrainie.

Pierwszego dnia wyjazd z Rzeszowa przez Medykę do Lwowa. W przededniu uroczystości, w godzinach wieczornych odbyła się Msza Św. w intencji pomordowanych profesorów Lwowskich w Katedrze NMP we Lwowie. Mszę celebrował biskup Marian Buczek wspólnie z kapłanem SEP. W nabożeństwie uczestniczyli: profesorowie środowisk akademickich Wrocławia, Rzeszowa, Śląska, Lwowa oraz członkowie SEP reprezentujących koła z całej Polski. Został złożony wieniec pod tablicą wiszącą w katedrze na pamiątkę historycznych zdarzeń.

Następnego dnia w godzinach rannych rozpoczęły się główne obchody uroczystości upamiętniające 75 rocznicę zamordowania Profesorów Lwowskich na Wzgórzach Wuleckich. W uroczystościach wzięły udział delegacje uczelni: z Wrocławia, Lwowa, Opola, Rzeszowa, Gliwic. Oprócz nich były także delegacje: Stowarzyszenia Elektryków Polskich z Prezesem Szymczakiem, gubernator obwodu lwowskiego O. Seniutka, przewodniczący Rady Obwodowej A. Hanuszczyński i mer Lwowa A. Sadowy przedstawiciele władz miasta Lwowa, deputowani Ukrainy, Konsul Generalny we Lwowie Wiesław Mazur, Prezes Wspólnoty Polskiej na Ukrainie oraz zaproszeni goście. Po przywitaniu gości i degranii hymnów narodowych obu państw, przedstawiono w skrócie historię

i przyczyny mordu profesorów, a następnie wysłuchano przemówienia wygłoszone przez poszczególnych przedstawicieli władz, uczelni i organizacji zebranych na uroczystości. Delegacje złożyły wieńce i zapaliły znicze pod pomnikiem. Oprawę muzyczną zapewniła orkiestra uczelni lwowskiej.

Następnie udaliśmy my się na Cmentarz Łyczakowski. Tam idąc alejkami wzdłuż grobowców dotarliśmy do jednego z dwóch celów naszej wizyty na tym cmentarzu. Pierwszym z nich był grób Profesora Dzieślewskiego, na którym zostały złożone wieńce od: wszystkich członków SEP oraz od delegatów z Oddziału Tarnowskiego i zostały zapalone znicze.



Przedstawiciele OT SEP koło grobu prof. Dzieślewskiego  
(od lewej kol. Janusz Czarnik i Andrzej Liwo)

Kierując się dalej dotarliśmy do drugiego celu – kwatery z grobami Orłąt Lwowskich, gdzie również został złożony wieniec oraz zapalono znicze. Krocząc dalej po cmentarzu odwiedziliśmy groby wielkich Polaków. W godzinach wieczornych udaliśmy się do amatorskiego Teatru Polskiego we Lwowie na sztukę A. Fredro. pod tytułem „Trzy po trzy”. O działalności teatru, jego zasługach i osiągnięciach w skrócie opowiedział dyrektor i reżyser teatru przed sztuką A. Fredry – która się wszystkim podobała. Później został wyświetlony film o działalności teatru, który reżyserował i głosu jako narrator

udzielił Lwowiak Jerzy Janicki. **Polski Teatr Ludowy we Lwowie** – teatr założony na przełomie 1957-1958 we Lwowie z inicjatywy emerytowanego nauczyciela – polonisty, skrzypka, wielkiego miłośnika polskiej literatury i teatru – Piotra Hausvatera (1894-1966). Pierwsze przedstawienie odbyło się 19 kwietnia 1958 roku w Polskiej Szkole Nr 10 we Lwowie. Piotr Hausvater skupił wokół siebie młodzież, przede wszystkim absolwentów polskich szkół. Pierwsze próby Teatru odbywały się w domu Piotra Hausvatera. Spotykali się wieczorami, ponieważ każdy gdzieś pracował lub się uczył. Po śmierci Piotra Hausvatera zespołem kieruje Zbigniew Chrzanowski, zawodowy reżyser, który w 1966 roku ukończył wydział reżyserii w Moskiewskiej Szkole Teatralnej przy Teatrze im. Wachtangowa.

Obecnie Teatr skupia grono amatorów i profesjonalistów: głównie Polaków, ale także Ukraińców i Rosjan zamieszkałych we Lwowie, oraz zawodowych twórców kultury – kompozytorów, plastyków i choreografów. Teatr ma w swoim dorobku ok. 60 premier i ponad 800 występów, także w Polsce, Anglii, Szwecji. Zasłużony dla krzewienia polskiej kultury na dawnych polskich terenach odłączonych po II wojnie światowej. Teatr ma swoją siedzibę w dawnym pałacu hrabiów Bielskich (ul. Kopernika 42). W 2008, z okazji jubileuszu 50-lecia działalności artystycznej, Polski Teatr Ludowy został odznaczony Srebrnym Medalem „Zasłużony Kulturze Gloria Artis”. Takie samo odznaczenie otrzymał dyrektor artystyczny Zbigniew Chrzanowski. Aktorzy teatru: Irena Asmołowa, Andrzej Bowszyk, Krystyna Grzegocka, Bogusław Kleban, Kazimierz Kosydor, Wiktor Łafarowicz, Anatol Lewak, Kazimierz Miciński, Roksolana Sadowska, Natalia Stupko, Krzysztof Szymański i Wadim Wasiutyński otrzymali honorowe odznaki „Zasłużony dla Kultury Polskiej.” (Wikipedia).

Następnego dnia udaliśmy się w okolice Stanisławowa, a dokładnie na Cmentarz w Czarnym Lesie gdzie w nocy z 14-15 sierpnia 1941 Niemcy zamordowali około 250 osób polskiej inteligencji. Dzięki staraniom rodzin i Wspólnoty Polaków został postawiony Pomnik Pomordowanych. Wokół pomnika znajdują się kwatery pomordowanej inteligencji polskiej oraz członków diaspory żydowskiej. Po krótkich wystąpieniach okolicznościowych pod pomnikiem zostały złożone wieńce i zapalone znicze ze strony Wspólnoty Polaków na Ukrainie, członków SEP oraz przedstawicieli MSZ Polski na Ukrainie.

Po uroczystościach wyjechaliśmy do Stanisławowa a dokładnie do Centrum Kultury Polskiej i Dialogu Europejskiego. W spotkaniu udział wzięli: Konsul Generalny RP we Lwowie, Wspólnota Polska, Rektorzy uczelni Stanisławowskiej, Politechniki Opolskiej, Gliwickiej i Rzeszowskiej oraz przedstawiciele SEP.

**Iwano-Frankiwnsk, Stanisławów** – miasto na zachodniej Ukrainie, stolica obwodu iwano-frankiwnskiego; ok. 230 tys. mieszkańców (2016), prawa miejskie od 1662 roku, dawna rezydencja magnaterii polskiej.

*W 1962 Sowieci zmienili nazwę miasta na Iwano-Frankiwsk (ros. Iwano-Frankowsk). Jednakże stara nazwa Stanisławów funkcjonuje u starszych mieszkańców, a także w polskich środowiskach kresowych. Obecnie Komisja Standaryzacji Nazw Geograficznych poza Granicami Rzeczypospolitej Polskiej uznaje nazwę Stanisławów jako egzonim wariantowy polskiej nazwy tego miasta.*



Przedstawiciele OT SEP wraz z prof. Hickiewiczem (w środku) przed Pomnikiem Pomordowanych Polaków w Czarnym Lesie koło Stanisławowa.

Następnie przeszliśmy z przewodnikiem ulicami Stanisławowa zwiedzając i podziwiając zabytki centrum miasta, a zakończyliśmy mszą św. w Kościele Chrystusa Króla na górcie. Po mszy św. udaliśmy się w drogę powrotną przez Medykę do Rzeszowa gdzie dotarliśmy w godzinach wieczornych.



## Wspomnienia kresowe kol. Józefa Czarnika

Urodziłem się 23.07.1936 roku w Rakowej powiat Sambor województwo Lwowskie w rodzinie chłopskiej osadnika polskiego, który znalazł się tam po zwycięskiej wojnie z bolszewikami w latach 20. Tato mój pochodził z Żukowic Starych. Po zakończeniu wojny właściciele ziemscy na wschodzie dla zwiększenia populacji Polaków i rozładowania przeludnienia wsi w Galicji udostępnili swoje ziemie dla nowych mieszkańców. Tato wraz z kilkoma żonatymi szwagrami osiedlił się we włościach Hrabiego Kozłowieckiego. Kolonia osadników położona była w pewnej odległości od wsi na wprost okien pałacu stojącego w centrum wsi na wzgórzu. Tato po jakimś czasie ożenił się z Genowefą z domu Kwoka, córką innego osadnika i zamieszkał we wsi. Z tego związku urodziło się kilkoro rodzeństwa: Bronisław 1928 r., Stanisława 1930 r., Stefania 1933 r., Janina 1939 r., już na Syberii Maria 1944 r. i po powrocie z zesłania Helena 1946r.

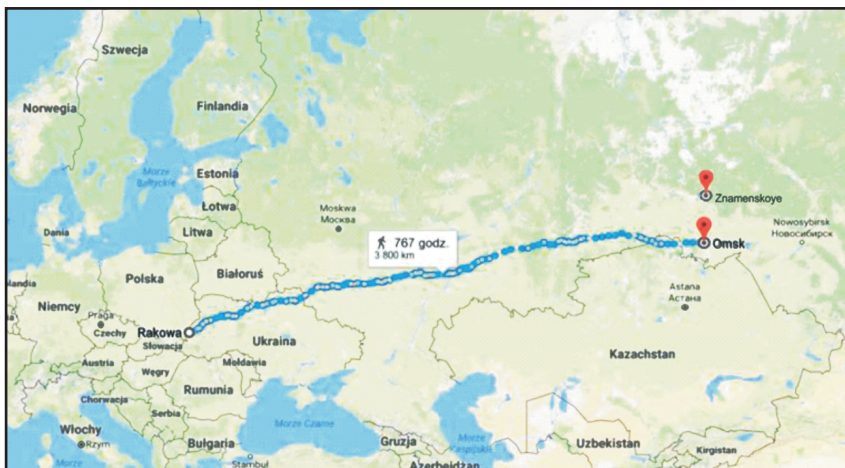
Z Rakowej zostaliśmy deportowani 10.02.1940 r. Transportem kolejowym wywieziono nas w głąb Rosji. Później przenieśli nas na sanie konne. Woźnica był w co dziesiątych saniach. Przy próbie ominięcia dołów konie nie słuchały poleceń taty. Podróż na Syberię przebiegała w sposób opisany już we wspomnieniach innych zesłanych. Zmarłych wyrzucano z pociągu w biegu. Taki los spotkał dziadka /ojca mamy/. Babcia zmarła już na zesłaniu. Mama wzięła z domu pierzynę i może dlatego przeżyliśmy do końca podróży.

Na saniach dotarliśmy do 22 baraków w tajdze ogrodzonych i po nadzorem komisarycznym żołdaków z NKWD. Nazwy tej osady nie pamiętam. Wydano nam paszporty w kolorze żółtym jako wrogom ZSRR. Posiadaczom takich dokumentów nie wolno było opuszczać miejsca osiedlenia, ani poruszać się po terenie wrogiego kraju. Przebywało tam również wielu zesłańców innych narodowości. Utkwił mi w pamięci zesłaniec nie wiadomej narodowości, który wszystkich pocieszał i rozweselał grą na harmoszce. Przebywaliśmy tam do 30.09.1940 r.

Później zostaliśmy przesiedleni do miejscowości Zagodlon nad rzeką Osza, która wpadała do szerokiego Irtysza. Miejscowość ta była w Nowosybirskim kraju, obłasti Omsk, okróg Tara, Znamienskiej rejon. Miejscowi nazywali tą miejscowość Ujśc Osza. W tej osadzie wszyscy pracowali w kołchozie o nazwie Irtyski MTS /Maszynna Traktorna Stanica/. Tato dostał posadę woźnicy i woził przewodniczącego kołchozu oraz zebrane plony z pól. Mama pracowała w polu. Jedna z ciotek została magazynierką. W magazynie trzymano najcenniejsze rzeczy. Reszta plonów była złożona w stopy na placach. Były one niezadaszone i okryciem ich stawała się ich naturalna okrywa, np. ziarno puszczało nowe źdźbła i pokrywało zielonym kożuchem grubym na pól

metra cały zgromadzony plon zboża. W 1941 r. była wielka powódź i łodziami ewakuowano nas do Nowojagodnej. Po ustąpieniu kataklizmu wróciliśmy nad Oszę. Brat Bronisław jako najstarszy pomagał w zdobywaniu żywności. Nauczył się pływać łódką po Irtyszu z jednym wiosłem metodą na „śrubę” i łowił ryby. Miał też metodę na kosz. Zapędzało się ryby do wąskiego kanału, a w wylocie czekał długi kosz do którego wystraszone ryby uciekały. Do palenia w piecu używaliśmy konopie, ukradzione z pola. Podpalało się długi warkocz i co chwilę podsuwało głębiej w palenisko. W nocy kradło się nie zebrane plony na polach: ziemniaki, buraki, brukiew i inne.

Pamiętam zimy, kiedy mróz koło  $-40^{\circ}\text{C}$  powodował rozłupywanie drzew i pękanie szyb w oknach po dotknięciu palcem. Przejście do sąsiedniego domostwa odbywało się po uprzednim uzgodnieniu przez okna, aby drzwi były otwarte w momencie dobiegania na miejsce.



Mapa z zaznaczonymi miejscami przesiedleń

Mężczyznom nie udało się ewakuacja z armią Andersa. Dopiero w momencie powstawania Armii Berlinga zostały nam wymienione paszporty na kolor różowy, które umożliwiły poruszanie się po terenie ZSRR i mężczyźni skorzystali z okazji i zaciągnęli się do wojska. Tato za kawalera służył jako żołnierz w obsłudze lotniska na Balicach. Dlatego teraz z posiadanym doświadczeniem wojskowym zaciągnął się do Dywizji Kościuszkowskiej i przeszedł z nią cały szlak bojowy aż do Berlina. Otrzymał za to medale „ Za Odrę”, „ Za Berlin” i kilka innych. Po wyjeździe mężczyzn na kobiety i same dzieci spadło wiele ich obowiązków. Pamiętam niektóre dzieci nie miały mam i zostały same. Zaopiekowały się nimi inne kobiety, aby dzieci nie trafiły do domów dziecka.

Po wygranej wojnie zostaliśmy przesiedleni 14.06.1945 r. do Znamienki i przebywaliśmy tam do czasu wyjazdu. Powrót do Polski rozpoczął

się podróżą parochodem /statkiem z napędem parowym/ po rzece Irtysz do miejscowości Tara i dalej do Omska. Dalsza podróż odbywała się pociągiem. Dotarliśmy do punktu zbornego w Drawsku Pomorskim jako repatrianci w dniu 19.06.1946 r. Tato jako weteran wojskowy po demobilizacji otrzymał gospodarstwo na ziemiach odzyskanych w miejscowości Lipki koło Brzegu, woj. Opole. Przez Czerwony Krzyż tato odnalazł nas w Drawsku Pomorskim i przyjechał aby nas zabrać. Gospodarstwo obok zajął jego brat Franciszek. Tak zakończyła się gehenna osadników z Galicji na kresach wschodnich. Zostali osadnikami na ziemiach zachodnich.

Rozpoczęło się w miarę normalne życie. Dzieci zaczęły uczęszczać na zajęcia do szkoły i na religię do salki przy kaplicy. Nowa władza zaczęła wprowadzać nowe porządki, próbowano utworzyć spółdzielnię lecz chłopcy się nie poddali. Ciężko się było wywiązać z obowiązkowych kontyngentów dostaw zboża i innych produktów dla państwa. Starsze rodzeństwo zakładało swoje rodziny i odchodziło z domu rodzinnego. Ja jako najmłodszy z synów miałem pomagać w gospodarzeniu. Tato nie chciał się zgodzić na moją dalszą naukę. W końcu przystał na to, że mogłem iść do pracy. Jako syn chłopca dostałem przydział do POM-u. /Państwowy Ośrodek Maszynowy/. Tam pełniłem rolę pomocnika elektryka. Ciekawiła mnie ta profesja. Nasza wioska była zelektryfikowana, więc podstawy wiadomości o prądzie wyniosłem z domu. W POM-ie zostałem przeszkolony w zakresie budowy sieci elektrycznych oraz instalacji w domach. Do lat 70 remontowałem ponemieckie sieci nN. W roku 1971 zostałem zatrudniony w ponemieckim zakładzie remontującym i budującym ciągniki Lanz Bulldog. Zostałem tam skierowany na kurs mistrzowski z zakresu elektryki instalacyjnej nN. Po ukończeniu kursu zatrudniono mnie jako elektryka konserwatora. W moim zakresie było utrzymanie w ruchu maszyn i sprzętu przy produkcji. W roku 1977 przeprowadziliśmy się do Tarnowa i znalazłem pracę w MZBM jako elektryk konserwator. I do emerytury byłem opiekunem instalacji w domach zarządzanych przez MZBM w Tarnowie.

## **Z wizytą w CERN – w centrum obserwacji rzeczy niemożliwych.**

Fizyka cząstek elementarnych zajmuje się zjawiskami zachodzącymi w innej skali czasu i przestrzeni niż zjawiska makroskopowe. Jak badać cząstki elementarne? Czy proton, albo inną cząstkę można zobaczyć? Wydawało by się że odpowiedź na to pytanie jest przecząca, powołując się na argument, że zdolność rozdzielcza zależy od długości fali padającego światła, która dla zakresu promieniowania widzialnego mieści się w granicach 4 do  $7 \cdot 10^{-7}$  m, podczas gdy rozmiar protonu jest o kilka rzędów wielkości mniejszy. Taka odpowiedź jednak zakłada bardzo potoczne znaczenie wyrażenia „widzieć”. Zastanówmy się nad fizyką procesu widzenia. Spójrzmy w słoneczny dzień na czerwoną różę. Jak przebiega taka obserwacja z punktu widzenia fizyka? Mamy do dyspozycji źródło kwantów promieniowania elektromagnetycznego, czyli fotonów o energiach  $3 - 5 \cdot 10^{-19}$  J (światło słoneczne w zakresie promieniowania widzialnego), co odpowiada w częściej używanych w tej dziedzinie jednostkach: od 1,8 do 3,1 eV. Doprowadzamy fotony do zderzenia z naszym celem obserwacji (różą) i rejestrujemy energię i liczbę kwantów wpadających do detektora (czyli do oka). Po analizie stwierdzamy, że w wyniku zderzenia wśród cząstek dochodzących do detektora przeważają kwanty o energii 2 eV. Pozostałe cząstki zostały pochłonięte przez nasz obiekt obserwacji. Stwierdzamy zatem, że cel odbija promieniowanie elektromagnetyczne o długości fali  $6,2 \cdot 10^{-7}$  m. Potocznie mówimy, że róża jest czerwona. W rzeczywistości to stwierdzenie charakteryzuje nie tyle samą różę co proces oddziaływania fal elektromagnetycznych o określonym zakresie długości fali z różą (która w zielonym świetle będzie czarna...). Oglądanie przedmiotu to inaczej badanie oddziaływania światła z przedmiotem. Możemy nawet przyjąć, że oglądanie to badanie dowolnego oddziaływania czegokolwiek z badanym przedmiotem. Obmacywanie po ciemku ściany też byłoby jej oglądaniem. Takie podejście do pojęcia „widzenia” pozwoli nam zobaczyć cząstki elementarne. Potrzebne jest nam tylko źródło cząstek o odpowiedniej energii, na przykład z akceleratora.

Cała wiedza fizyki kwantowej na temat cząstek oparta jest na doświadczeniu. Jest to ostateczne kryterium weryfikujące postawione wcześniej hipotezy. Zaprojektowanie doświadczenia i jego wykonanie jest w tej dziedzinie fizyki szczególnie kosztowne i skomplikowane. Aby zbadać oddziaływanie cząstek doprowadzamy do ich zderzenia. Potrzebne są przede wszystkim dwa typy urządzeń: akcelerator cząstek wraz z ich systemem naprowadzania na żadaną tarczę (cel), oraz układ detekcyjny. Ostatnim etapem jest analiza uzyskanych wyników.

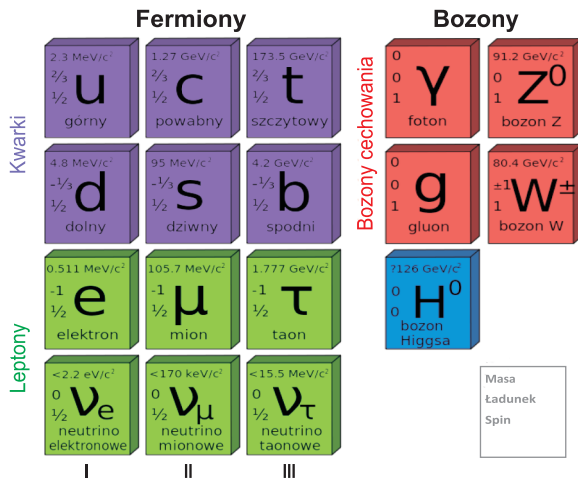
W maju 2016 przedstawiciele Tarnowskiego Oddziału Stowarzyszenia Elektryków Polskich zwiedzali europejskie centrum badawcze CERN, gdzie międzynarodowy zespół fizyków zajmuje się badaniem cząstek elementarnych. Wśród ponad 6500 osobowej ekipy naukowców ze 103 krajów świata sporą grupę stanowią Polacy i to oni byli naszymi przewodnikami. Wizyta rozpoczęła się wykładem naukowym profesora Edwarda Nowaka na temat CERNu i prowadzonych tu badań.

Zadaniem centrum badawczego CERN jest nie tylko poszukiwanie odpowiedzi na pytania o strukturę wszechświata i badanie cząstek oraz ich wzajemnego oddziaływania. Prace te są wykorzystywane w praktyce, wyniki badań współczesnej fizyki kwantowej przyczyniły się do skonstruowania tomografu komputerowego, urządzeń do detekcji substancji, urządzeń do przesświetlania przedmiotów. Centra obliczeniowe CERNu wspomagały modelowanie leków na potrzeby powstrzymania epidemii EBOLA, czy służą geologom w modelowaniu zmian powierzchni naszej planety w najbliższym stuleciu. CERN szkoli też fizyków i inżynierów różnych dziedzin. Po wykładzie w mniejszych już grupach zwiedzaliśmy centrum obliczeniowe, serwerownie, centrum analizy danych zarówno z akceleratora naziemnego zlokalizowanego w CERNie (a właściwie podziemnego), jak też danych zbieranych na bieżąco z obserwacji zderzeń cząstek elementarnych, które zachodzą samorzutnie w okołozemskiej przestrzeni kosmicznej (czyli danych przesyłanych z satelitów okołozemskich). Kolejnym etapem wizyty było zwiedzanie Hali Magnesów. Właśnie tu przygotowywane jest całe zaplecze techniczne i kontrolowane są poszczególne części stanowiące sedno akceleratora.



W hali magnesów. CERN 2016

Przed wszystkim są to urządzenia służące do wytwarzania próżni oraz rozpędzania cząstek do ogromnych prędkości poprzez wirowanie w silnym polu elektromagnetycznym akceleratora. Fizycy używają akceleratorów aby przyspieszyć wiązki elektronów lub protonów do prędkości światła, zderzają je ze sobą by uzyskać koncentrację energii podobnych do tych z początków istnienia Wszechświata. W praktyce strumień cząstek jest wstrzykiwany do akceleratora a właściwie do kolejnych akceleratorów. Najpierw w mniejszym akceleratorze np. SPS jest rozpędzany, a po uzyskaniu odpowiedniej prędkości jest kierowany do kolejnego akceleratora jakim może być LHC (Wielki Zderzacz Hadronów). LHC to kolista tor zlokalizowany na granicy Francji i Szwajcarii w 27 km podziemnym tunelu na głębokości 100 m. Praca akceleratora, urządzeń naprowadzania oraz wywołanie zderzeń cząstek wymaga ogromnych ilości energii (CERN zasilany jest z elektrowni z Francji oraz ze Szwajcarii), chłodzenia nadprzewodników do wartości bliskich zera absolutnego, utrzymania warunków próżni we wnętrzu rur stanowiących tor wirowania cząstek. Kolejnym ważnym problemem jest sprawne działanie detektorów, którymi jest obudowany tor, gdzie zachodzą zderzenia cząstek elementarnych. Najważniejsze siedem detektorów to: ALICE (A Large Ion Collider Experiment), ATLAS, CMS, TOTEM, LHCb, LHCf and MoEDAL. W Hali Magnesów wydzielone są też miejsca prezentujące fragmenty urządzeń i stanowiska przedstawiające zasadę ich działania – między innymi w formie multimedialnych prezentacji i filmów. Można zobaczyć zatem urządzenia które są zamontowane w akceleratorze pracującym pod ziemią, a dzięki przewodnikom i ich ciepłym wyjaśnieniom również można poznać ich działanie i problemy z jakimi spotykają się eksperymetatorzy.



Cząstki elementarne modelu standardowego

Trudno to sobie uzmysłowić ale w rzeczywistości przygotowania do kolejnego, krótkiego eksperymentu mogą trwać nawet miesiącami. Po eksperymencie z kolei wiele czasu poświęcane jest na analizowanie uzyskanych wyników. Jednym z prowadzonych projektów przez CERN jest stworzenie ogromnej sieci obliczeniowej GRID poprzez łączenie komputerów na całym świecie co pozwoliło uzyskać ogromną moc obliczeniową. Można do sieci włączyć również prywatny komputer domowy. W chwili gdy z niego nie korzystamy (np. w nocy) może on na potrzeby CERNu analizować wyniki eksperymentów.

Od lat 1950 czyli początków CERN-u nasza wiedza w zakresie cząstek elementarnych jak i ich oddziaływań zupełnie się zmieniła. Ostatnie lata zaowocowały między innymi odkryciem bozonu Higgs'a, czyli potwierdzone teorię o istnieniu nośnika oddziaływań odpowiedzialnego za masę cząstek. Można powiedzieć, że Wszechświat w którym nie byłoby bozonu Higgs'a byłby samą gęstą pozbawioną masy.



Zdjęcie pamiątkowe - członkowie SEP w CERN w Genewie

CERN to równocześnie miejsce popularyzacji nauki zwłaszcza w dziedzinie fizyki kwantowej. W specjalnie do tego przeznaczonych budynkach mieści się muzeum CERNU prezentujące historię centrum badawczego, uzyskiwane wyniki badań, a także rozwój sposobów detekcji cząstek czy analizy wyników badań. W kinie 3D można zobaczyć filmy i specjalne prezentacje które pozwalają wręcz zagłębić się w inny wymiar, w którym bliższe wydają się prawa rządzące fizyką kwantową i cząstkami elementarnymi.

Literatura:

- Edward Nowak. Prezentacja „Witamy w CERN”. Genewa, 2016.
- Tomasz Hofmokl, Michał Święcki. „Cząstki Elementarne”. WSiP. Warszawa, 1982.
- Marcus Chown. „Teoria kwantowa nie gryzie”. Zysk i Spółka Wydawnictwo. Poznań, 2006.
- Jim Al.-Khalili. „Kwanty – przewodnik dla zdezorientowanych”. Prószyński i spółka. W-wa, 2015.
- Max Tegmark. „Nasz Matematyczny Wszechświat”. Prószyński i spółka. W-wa, 2015.

*Jan Sznajder*



## **Wyjazd techniczny CERN Szwajcaria 2016 O/T SEP**

*(Notka z podróży 20-27 maja 2016 r.)*

Podstawowy program wyjazdu zakładał zapoznanie się z trzema zagadnieniami technicznymi w obszarach tematycznie związanych z badaniem zjawisk fizyki i zachowaniem cząstek, hydroenergetyką oraz motoryzacją. Miejsca, które stały się celem naszej podróży, zlokalizowane były w trzech krajach i miastach europejskich. Dojazd i zapoznanie się z działalnością instytucji oraz prowadzonymi przez nie badaniami i procesami zajęły kilka dni. Trasa naszej podróży transportem samochodowym wynosiła ponad 4000 km. Pomysł na kierunek wyjazdu w ubiegłym roku podsunął Kolega Jerzy Łacny przy rozmowach prowadzonych w trakcie poznawania sieci przesyłowych elektrowni w Gruzji – jego syn Łukasz jest zatrudniony w Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych CERN w Genewie.

Program wyjazdu obejmował następujące zagadnienia:

- 1 Badania naukowe prowadzone w Ośrodku CERN w Genewie, zapoznanie z budową urządzeń i procesy prowadzone w Instytucie, w szczególności w obszarze badania cząstek przy użyciu Wielkiego Zderzacza Hadronów (i, jak się okazało na miejscu, kilku małych też).
- 2 Sposób wykorzystania potencjału energetycznego gromadzonego w formie śniegu, lodu i wody na stokach alpejskich szczytów, w jeziorach i sztucznych zaporach wodnych na przykładzie zespołu zapór w miejscowości Barrage d'Emonson.



- 3 Poznanie innowacyjnych rozwiązań i technologii wdrażanych w Fabryce BMW w miejscowości Dingolfing, w tym obserwacja udziału robotów w procesie przygotowania i montażu samochodów osobowych na linii produkcyjnej.



Grupa OT SEP w trakcie wykładu prof. Nowaka w Ośrodku CERN Genewa 24.05.2016 r.



W trakcie zwiedzania obiektów produkcyjnych firmy BMW w Dingolfing, 26.05.2016 r.

Oprócz tego korzystając, iż w pobliżu trasy przejazdu znajdowały się inne ciekawe miejsca i atrakcje związane z wydarzeniami o charakterze społecznym, gospodarczym, politycznym, lub miejsca z bogatą architekturą, historią, atrakcje geograficzne i przyrodnicze, staraliśmy się je zobaczyć oraz poznać i nie obyło się to bez dodatkowych wrażeń. Alpejskie serpentyny i wizyta na „Dachu Europy” dostarczyły nam niezapomnianych emocji, zaś pobyt w Alpejskim Sanktuarium Maryjnym był inspirującym przeżyciem natury duchowej.

### **Odwiedziliśmy:**

- Strasburg – stare, malownicze i pełne kanałów oraz wąskich uliczek miasto z olbrzymią Katedrą. W mieście jest także dzielnica Instytucji Europejskich, i w szczególności wart zwiedzenia zespół budynków Dzielnicy Europejskiej z okazałym Parlamentem Europejskim;
- dwa miasta olimpijskie: Garmisch Partenkirchen ze skoczniami narciarskimi, w tym Grose Olimpiaschanze, na której corocznie odbywają się zawody w ramach Turnieju Czterech Skoczni; oraz Chamonix – Mont Blanc znane we Francji jako uroczy górski kurort i centrum sportów wysokogórskich;
- Spojrzeliśmy na naszą Europę ze szczytu Aiguille du Midi (3842 m n.p.m.) w masywie Mont Blanc;



Nasz Senior Kolega Kazimierz Danko na szczycie Aiguille du Midi (3842 m n.p.m.) w masywie Mont Blanc.

- Zaliczyliśmy karkołomny podjazd i zjazd autokarem na wysokość 1800 metrów pod zaporę wodną na rzece Drancy w miejscowości Barrage d'Emosson, a także przejazd przez przełęcz Forclaz do Martigny;
- Zwiedziliśmy zamek Neuschwanstein Ludwika II Bawarskiego, będący inspiracją bajkowego świata kreskówek Walta Disneya;
- Odpoczywaliśmy we francuskiej Wenecji i miasteczku Annecy oraz w Montreux nad Jeziorem Genewskim przy pomniku Freddiego Mercury, zwiedzając przy okazji muzeum pamiątek po artyście;
- Pielgrzymowaliśmy do Alpejskiego Sanktuarium Maryjnego w La Salette.

Te atrakcje i doskonała atmosfera wśród uczestników wyjazdu pozwoliła na realizację bardzo bogatego i wymagającego programu, gdzie pobudka była wczesnym rankiem - śniadania serwowano od godz. 6:30 - a na kolację często dojeżdżaliśmy w okolicach północy.

W zwiedzanych obiektach osoby obsługujące naszą ponad 40-osobową grupę podkreślały niezwykle zainteresowanie i zaangażowanie naszych Koleżanek i Kolegów w trakcie prezentacji i zwiedzania Instytutu, bardzo głębokie i przemyślane pytania, które niejednokrotnie ze względu na szczegółowość omawianych zjawisk i zagadnień wprowadzały w zakłopotanie prelegentów i konieczność uzyskania przez nich dodatkowych informacji od specjalistów z Instytutu z danej dziedziny. Nasze Koleżanki były doskonałymi tłumaczkami językowymi i służyły nam wielką pomocą przy rozumieniu wielu technicznych zawiłości podawanych w lokalnych językach: niemieckim, francuskim, angielskim. W CERN spotkaliśmy się z synem naszego Kolegi z SEP, doktorantem Politechniki Krakowskiej, Panem Łukaszem Łacnym, który przedstawił nam zakres badań, jakie prowadzi tutaj w Instytucie jako specjalista od pomiarów drgań. Pan Łacny omówił warunki dostępności do Zderzacza Hadronów dla pracowników CERN.

Przebojem tego dnia okazał się również samochód osobowy z silnikiem elektrycznym firmy Tesla Motors z USA, którym pochwalił się jeden z oprowadzających - nasz Rodak – pracujący w CERNIE i który w zakresie technicznym został „rozebrany” przez naszych entuzjastów motoryzacji prawie na części pierwsze.

Z perspektywy moich doświadczeń ostatnich miesięcy – dwutygodniowa podróż do pozaeuropejskiego kraju przez Ukrainę w inny kulturowo świat, w którym na granicach spędza się godziny czekając na wizę lub wjazd do kraju – wielkie uznanie i chwałę należy oddać „Euroentuzjastom”, szczególnie tym pierwszym w okresie zimnej wojny – np. Robertowi Schumanowi - premierowi Francji z lat 50-tych ubiegłego stulecia - za pomysł i stworzenie możliwości dla naszego europejskiego podróżowania bez granic.

W okresie tych kilku wyjazdowych dni przekraczaliśmy granice między różnymi europejskimi krajami 23 razy, w tym między Francją a Szwajcarią 16 razy. Przejazd nie trwał dłużej niż kilka sekund za wyjątkiem jednego 5-cio

minutowego postoju na zakup szwajcarskiej winiety autostradowej.

Gdyby przyjąć obecny czas oczekiwania na odprawę autobusów na granicy polsko - ukraińskiej (tylko 3 autobusy w kolejce ) ok. 6 godzin w jedną stronę, czas przeznaczony na nasz pobyt  $23 - 26 = 180$  h, ok. 8 dni, czas, który spędziliśmy czekając na granicach trwałby długo więcej niż nasz cały planowany pobyt.

Na szczęście od jakiegoś czasu jesteśmy w Europie i wymiarze personalnym jesteśmy Europejczykami. Nie musimy myśleć o wizach, kontrolach granicznych, posiadaniu zaproszeń i potwierdzeń oraz konieczności posiadania odmiennej waluty w każdym odwiedzanym kraju.

Jeszcze raz należą się duże podziękowania dla wszystkich uczestników wyjazdu - Koleżankom i Kolegom - za dyscyplinę, doskonałą atmosferę i zrozumienie występujących niedogodności, jakie mogą dotyczyć indywidualnie poszczególne osoby w trakcie trwania wyjazdu grupowego. Uznanie za podjęcie i zrealizowanie ogromnie napiętego programu wyjazdu przekazujemy również doświadczonemu w tych kierunkach podróży organizatorowi wyjazdu, Firmie BIS-POL z Jasła. I szczególne podziękowania Pani Renacie, która była nie tylko doskonałym Pilotem, ale również 24 - godzinną organizatorką i opiekunką naszej SEP-owskiej grupy w trakcie całej naszej podróży.

*Grażyna Smolińska-Wygrzywalska*

## **Zamek Neuschwanstein**

W szóstym dniu wycieczki 25 maja zaraz po śniadaniu pojechaliśmy do Schwangau do słynnego zamku Neuschwanstein zbudowanego przez króla Ludwika II Bawarskiego w latach 1869-1886. Na stromych skałach, wysoko nad jeziorem Alpsee, wśród wzburzonych wód wąwozu Pöllat wznosi się bajeczna budowla, smukła ze strzelistymi wieżami i blankami.



Tę wzniesioną w stylu romańskim twierdzę na wzór starych niemieckich zamków rycerskich, zaczęliśmy zwiedzać od okazałego dziedzińca, z którego można było podziwiać piękno gór i dolin otaczających zamek. Po chwili znaleźliśmy się w przedsionku komnat królewskich, którego ściany zdobią sceny najstarszej legendy o Zygrydzie. Następnie marmurowy portal zaprowadził nas do sali tronowej. To pełne przepychu utrzymane w stylu bizantyjskim dwukondygnacyjne pomieszczenie. Marmurowa sala tronowa została zaprojektowana jako sala św. Grała i Parsifala. Wzdłuż sali stoją rzędy kolumn, a dziewięć stopni z białego marmuru prowadzi na podwyższenie, gdzie miał stać tron ze złota i kości słoniowej (projektu tronu nigdy nie zrealizowano), nad nim kopuła z wizerunkiem Chrystusa w towarzystwie Maryi i św. Jana oraz rząd królów, których ogłoszono świętymi, na ścianach wizerunki dwunastu Apostołów. Przepychu dopełnia drogocenny kandelabr w kształcie korony bizantyjskiej wykonany z połączanego mosiądzu oraz mozaika na podłodze przedstawia stylizowane wizerunki zwierząt i roślin.

Od zachodniej strony salę tronową otacza balkon widokowy, z którego roztacza się wspaniała panorama na bawarskie góry i jeziora. Następnie przeszliśmy do wyłożonej dębową boazerią jadalni ozdobionej licznymi malowidłami. Na stole stała wysoka na ponad metr, wykonana z połączanego brązu figura przedstawiająca Zygryda w walce ze smokiem. Królewska sypialnia to pokój ozdobiony ogromną ilością rzeźb i innych elementów dekoracyjnych. Najcenniejszymi ozdobami zostało uświetnienie łoża monarchy, dookoła obrazy przedstawiające dzieje Tristana i Izoldy. Do znajdującej się w pomieszczeniu umywalki podłączona jest bieżąca woda doprowadzana ze znajdującego się powyżej zamku źródła. Z okna balkonowego sypialni roztacza się wspaniały widok na romantyczny, dziki przełom rzeki Pöllat z 45-metrowym wodospadem.

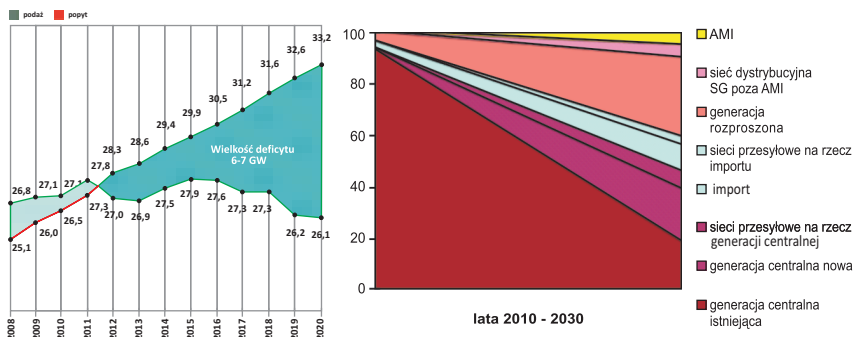
Pokój dzienny urządzony z takim samym przepychem jak zwiedzane przez nas pomieszczenia, poprzedza wykusz, tzw. Schwaneneck („łabędzi zaułek”). Wszystkie malowidła ścienne w pokoju dziennym zostały poświęcone postaci Rycerza Łabędzia, Lohengrinowi, który był dla króla bardzo ważną postacią. Motyw łabędzia pojawia się w rzeźbionych elementach boazerii, w hafcie na obiciach i zasłonach. Ludwik II sam utożsamiał się z Rycerzem Łabędziem i nosił stroje nawiązujące do tej postaci. Tragizm rycerza Lohengrina związany był z jego osamotnieniem. W podobnej sytuacji znajdował się król Ludwik II.

Ogromne wrażenie na zwiedzających wywarła sala balowa, będąca równocześnie salą śpiewaków i salą teatralną. Bogato zdobiona malowidłami przedstawiającymi średniowieczną legendę o Parsifalu, posiada scenę, na której Ryszard Wagner ukochany kompozytor króla wystawiał wszystkie swoje opery. Zwiedzanie zakończyliśmy w kuchni zamkowej, która zachowana w całości urzeka swoją funkcjonalnością, a także dość niesamowitymi jak na owe czasy rozwiązaniami technicznymi, takimi jak bieżąca gorąca i zimna woda oraz w pełni zautomatyzowane różna do obracania pieczeni.

## STANDARDY WĘZŁOWYCH STACJI TRANSFORMATOROWYCH W WYKONANIU PODZIEMNYM

### Wstęp

Krajowy System Energetyczny KSE będzie musiał, w najbliższym czasie, stawić czoło poważnym wyzwaniom. Ujawnione [1] ryzyko pojawienia się deficytu w bilansie mocy, po roku 2015, zilustrowane, wraz z perspektywą jego wypełnienia, na rys. 1, skutkuje [2] koniecznością rozwoju generacji rozproszonej, wrażliwej na zdolności przyłączeniowe sieci SN. W związku z tym w sieci SN, administrowanej zarówno przez Operatorów Sieci Dystrybucyjnej - OSD jak i Operatora Sieci Przesyłowej - OSP, stosowane rozwiązania stacji rozdzielczych SN muszą zapewnić realizację bardziej złożonych funkcji i warunków.



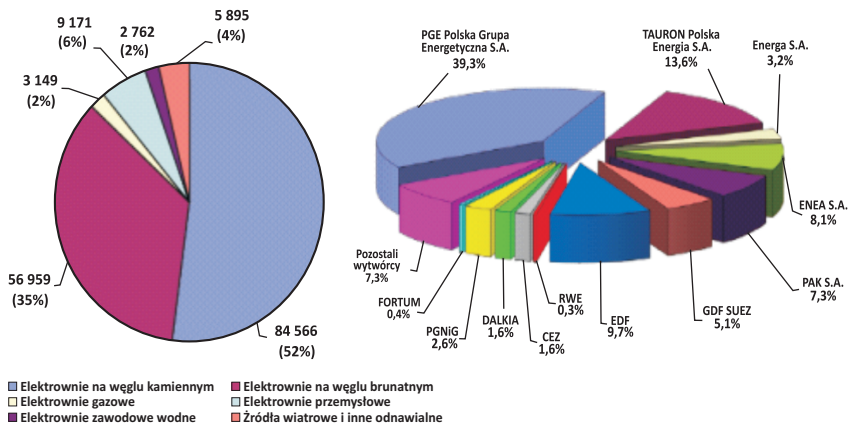
Rys. 1. Moc osiągalna w istniejących elektrowniach, a wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną [1], źródło opracowanie PGE (za: <http://www.polska2030.pl>), oraz perspektywa wypełnienia poprzez inwestycje perspektywicznego deficytu w bilansie mocy, z uwzględnieniem inwestycji sieciowych stowarzyszonych z inwestycjami w źródła wytwórcze.

Na rys. 2 zilustrowano [3] strukturę produkcji energii elektrycznej w roku 2013 [GWh], na podstawie danych PSE, oraz udział grup kapitałowych w wolumenie energii elektrycznej wprowadzonej do sieci w 2013 r., na podstawie danych Ministerstwa Gospodarki oraz URE.

Porównując aktualny udział źródeł odnawialnych z celami strategicznymi [4] polityki energetycznej kraju, znaczenie rozproszonych źródeł energii elektrycznej, często przyłączanych do KSE za pośrednictwem sieci dystrybucyjnej SN, jest oczywiste.

Zagadnienie gwarantowanego zasilania często postrzegane jest przez

odbiorców jako wyłączne zadanie OSD, a znacznie rzadziej postrzegają oni możliwość wykorzystania rozproszonych źródeł wytwarzania energii jako zasilania podstawowego własnych procesów technologicznych.



Rys. 2. Struktura produkcji energii elektrycznej w roku 2013 [GWh], wraz z udziałem grup energetycznych.

Celem zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego oraz poprawy efektywności energetycznej procesów technologicznych w przemyśle, proces wykorzystania własnych źródeł wytwarzania energii został już zainicjowany w aspekcie: wysokosprawnej kogeneracji przemysłowej i ciepłowniczej, przetwarzania odpadów na energię elektryczną, wykorzystania gazów kopalnianych, odnawialnych źródeł energii OZE, często z możliwością pracy wyspowej. Proces ten powinien również wpłynąć na większy, niż zilustrowany na rys. 2, udział drobnych wytwórców energii elektrycznej, w jej krajowej produkcji.

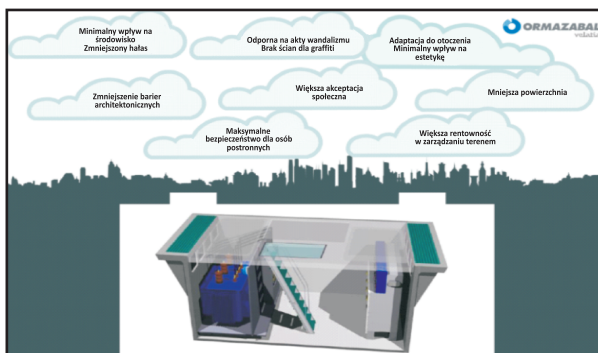
Tym samym funkcje realizowane przez stacje energetyczne SN stają się bardziej rozbudowane oraz wzrasta moc tych stacji. Kontenerowe stacje rozdzielcze SN, w obudowie betonowej posiadają zasadniczą przewagę nad indywidualnie projektowanymi obiektami, którą stanowi czas realizacji inwestycji, w obszarze rozdzielni SN. Autorzy podjęli próbę wykazania walorów systemu stacji, podziemnych, z korytarzem obsługi, w procesach inwestycyjnych, związanych z rozbudową sieci energetycznej średnich napięć, w terenie gdzie zabudowa takiej stacji jest środowiskowo lub ekonomicznie uzasadniona.

Rozproszone źródła, energii, a w szczególności OZE, przyłączane są, w dużej części, do KSE za pośrednictwem stacji elektroenergetycznych w sieci dystrybucyjnej SN, często w terenach miejskich lub o obostrzonych warunkach środowiskowych.

## System stacji energetycznych SN, w obudowie betonowej, z korytarzem obsługi.

Stacje transformatorowe z obsługą wewnętrzną typu PF-P są przystosowane do pracy w kablowej i napowietrznej sieci rozdzielczej zarówno energetyki zawodowej jak i przemysłowej. Dzięki specyficznej konstrukcji możliwe jest zaprojektowanie niemal dowolnego wariantu stacji. Stacje stanowią zatem zupełny [5, 6] system, posiadający zdolność do indywidualnej kreacji produktu, dla pełnego spełnienia indywidualnych, specyficznych dla określonej lokalizacji i funkcji obiektu, wymagań Odbiorcy. Misja Operatora Sieci znajduje odzwierciedlenie w misji Producenta. Takie podejście pozwala na zminimalizowanie ograniczeń systemowych dla zaspokojenia wymagań odbiorcy lub wytwórcy energii elektrycznej. Wielkość stacji oraz rozmieszczenie urządzeń uzależnione jest jedynie od ich ilości i typu. Staje się to możliwe [6] dzięki rozwiązaniom modułowym, które stanowią podstawę systemu, nie tylko obudów betonowych ale również aparatury rozdzielczej. Elastyczność systemu obudów stacji z obsługą wewnętrzną typu PF-P pozwala na wykonywanie niestandardowych, [5, 6] złożonych systemów zasilania, wykorzystujących również transformatory dużych mocy (do 1600kVA), agregaty prądotwórcze oraz układy automatyki SZR [7, 8, 9]. Dzięki zestawieniu kilku budynków (o szerokości modułu podstawowego 250 cm lub 300 cm) możliwe jest stworzenie odpowiedniej przestrzeni do zainstalowania całego systemu zasilania. Układy takie są projektowane indywidualnie.

Istnieją lokalizacje, w których, ze względu na specyficzne wymagania środowiskowe: 1) architektoniczne; 2) konieczność optymalizacji zagospodarowania terenu; 3) zapewnienie bezpieczeństwa osób postronnych; 4) estetykę itp.; węzeł sieci SN musi zostać zlokalizowany pod ziemią. Stacja podziemna musi [2, 8, 9, 10, 11, 12] posiadać walory funkcjonalne typowe dla sieci typu smart oraz spełniać wymagania bezpieczeństwa zasilania, obsługi oraz osób postronnych [7, 13, 14, 15 16]. Na rys. 3 zilustrowano podstawowe walory stacji podziemnej w tych aspektach



Rys. 3. Walory stacji podziemnej w aspekcie środowiskowym



Warto [9,11] podkreślić doświadczenia Producenta w zakresie produkcji i zabudowy stacji podziemnych::

- Ponad 90000 stacji transformatorowych zainstalowanych na całym świecie;
- Wyprodukowane w 100% w Europie;
- Opatentowane rozwiązania w konstrukcji stacji podziemnej;
- Własny projekt i produkcja najważniejszych elementów stacji transformatorowych: transformatora, rozdzielnic, obudowy;
- Konstrukcja, typu monoblok, o wysokiej wytrzymałości mechanicznej, wykonana z betonu odpornego na wodę morską;
- Udowodnione przez projektowanie i doświadczenie, ponad 10000 stacji podziemnych w eksploatacji;
- Wykorzystanie izolacji SF6 urządzeń SN;
- Odporność na zanieczyszczenia i ekstremalne warunki środowiskowe;
- Niższe promieniowanie słoneczne + najlepsza wentylacja naturalna;
- Wejście dla operatora wykonane z hartowanego aluminium;
- Wytrzymałość do 4500 kg;
- Opatentowany system zamykania z kluczem typu master;
- Zgodność z normami europejskimi w zakresie ewakuacji w razie wystąpienia stanów awaryjnych;
- Elastyczny i łatwy w montażu system;
- Zabezpieczenie PST przed ciśnieniem wody;

Odpowiednikami stacji kompaktowych [5] są rozwiązania stacji podziemnych zilustrowane na rys. 4., o charakterystyce technicznej:

Napięcie znamionowe: 12 /24 kV

Ilość transformatorów: 1

Moc transformatorów:  $\leq 630$  kVA

Istotny jest fakt, że minimalizacja gabarytów skutkuje drogą ewakuacyjną w postaci drabinki, a zatem [17, 18] zachodzi konieczność inspekcji stacji bez obecności napięcia, co stanowi czynnik niedogodny. Niemniej jednak wykorzystanie telemechaniki i telemetrii [2, 8, 18] pozwala na szerokie wykorzystanie takich stacji, których podstawowym walorem jest ich małogabarytowość, łatwość montażu i niższa cena.

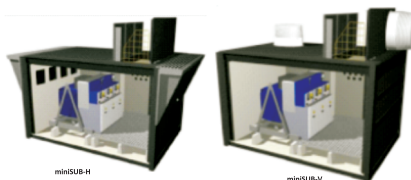
#### Kompaktowe stacje podziemne typu miniSUB



Kompaktowe wykonanie zespołu transformator, rozdzielnic SN, rozdzielnic nn na ramie pomocniczej




**ORMAZABAL**  
velatia



Rys. 4. Podziemne stacje kompaktowe

Odpowiednikiem stacji PF-P jest system stacji podziemnych zilustrowany na rys. 5.

PFS			40		62		75		93	
Typ wentylacji			h	v	h	v	h	v	h	v
Wysokość	Obudowa	[mm]	2840		2840		3200		3200	
	Wentylacja	[mm]	0	+565	0	+565	0	+565	0	+565
Długość		[mm]	6230	5140	7650	6560	9090	8000	10840	9750
Szerokość		[mm]	2460		2460		3200		4000	
Waga		[kg]	25220	23800	≤32300	≤30000	≤56000	≤56000	≤86000	≤86000

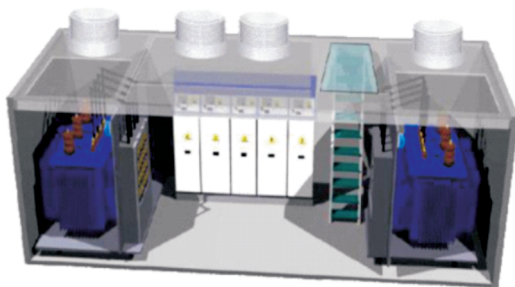


### Stacje podziemne typu PFS

- Obudowa betonowa typu monoblok
- Do 2 transformatorów
- Szeroka możliwość konfiguracji układu SN i nn



 **ORMAZABAL**  
velatia

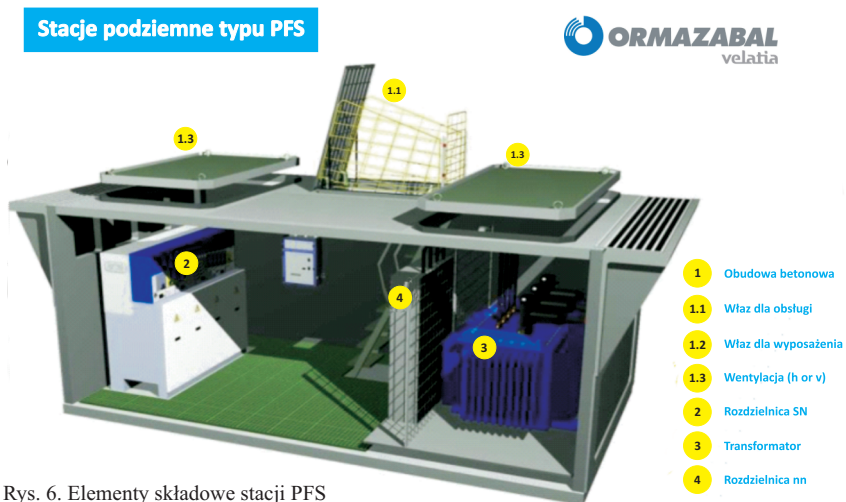


### Charakterystyka techniczna

Napięcie znamionowe: 12/24/36 kV  
 Ilość transformatorów 1 lub 2  
 Moc transformatorów: ≤ 1000 kVA lub 2

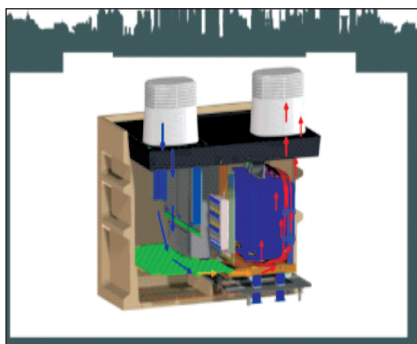
Rys. 5. System stacji podziemnych PFS, wariant stacji dwutransformatorowej z pionowym układem wentylacji.

Rozwiązania opisywanego systemu są indywidualnie dobierane do funkcji i wymagań danej lokalizacji, inny wariant stacji zilustrowano na rys. 6. Warto zwrócić uwagę na rozwiązanie i zabezpieczenie wejścia i drogi ewakuacyjnej ze stacji w tym wariantcie, oraz horyzontalny system wentylacji.

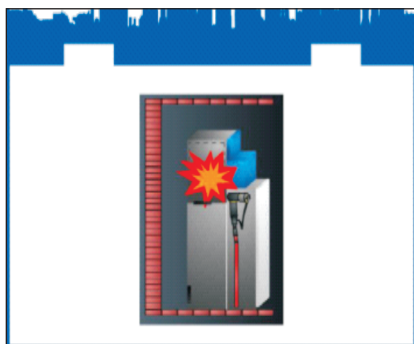


Rys. 6. Elementy składowe stacji PFS

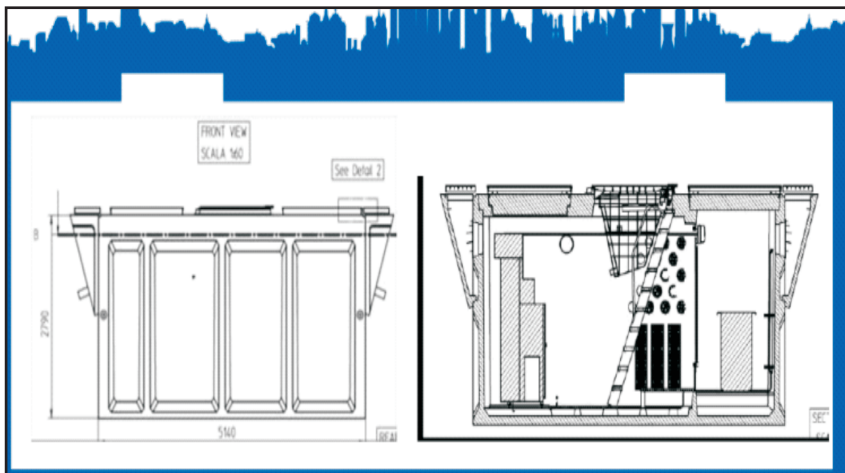
Rys. 7 ilustruje sposób naturalnej wentylacji (w tym przypadku pionowy), sygnalizuje spełnienie najwyższych standardów aspekcie łukoochronności [7, 13, 14, 15, 16] oraz system odwodnienia (w tym przypadku z wentylacją horyzontalną).



a) naturalna wentylacja



b) łukoochronność



c) odprowadzanie wody, z możliwością zabudowania pompy

Rys. 7 Odporność stacji podziemnej na cztery żywioły ziemia, woda, ogień i powietrze.

Transport stacji na miejsce posadowienia nie wymaga specjalnych środków transportu, dla stacji dostosowanych do danej lokalizacji „szytych na miarę, rys. 8.



Rys. 8. Stacje przygotowane do transportu.



Rys. 9. Sposób posadowienia stacji podziemnej.

## Podsumowanie

Rynek energetyki polskiej cechuje obecnie niewielka liczba projektów, w których stosowane są podziemne stacje transformatorowe.

Jednym z czynników ograniczających ich zastosowanie jest błędne wyobrażenie o kosztach zabudowy. Rzeczywistość kształtuje te koszty na poziomie maksymalnie 60% wyższym niż stacji „konwencjonalnych”, przy czym różnica ta maleje wraz z wzrostem gabarytów, które wynikają z mocy i funkcji obiektu. Wydaje się słuszne twierdzenie, że wykorzystanie cech, opisanego przez autorów systemu, może poprawić wskaźniki ekonomiczne nowych inwestycji, w analizowanym obszarze, jeśli uwzględni się, niestety często pomijalny koszt ingerencji stacji w środowisko naturalne.

Drugim stereotypem jest niewłaściwa ocena zagrożenia zalaniem stacji podziemnych. W warunkach normalnych takie zagrożenie nie występuje. W warunkach katastroficznych stacje podziemne, wykonane w „wodoszczelnej”, potwierdzonej badaniami, technologii, w połączeniu z „wodoodporną” instalacją SN, paradoksalnie ale jednak stanowią rozwiązanie bardziej niezawodne. Dowód stanowi powódź w 1997 r., w Katalonii gdzie najszybciej uruchomiono stacje podziemne szczelne, z założenia przystosowane do odszlamienia, po ustąpieniu powodzi.

Autorzy zachęcają administratorów sieci, inwestorów oraz projektantów do rozważenia rzeczywistych zalet stacji podziemnych, często w aspekcie niematerialnym oraz zysków ekonomicznych z ich przyjazności dla środowiska.

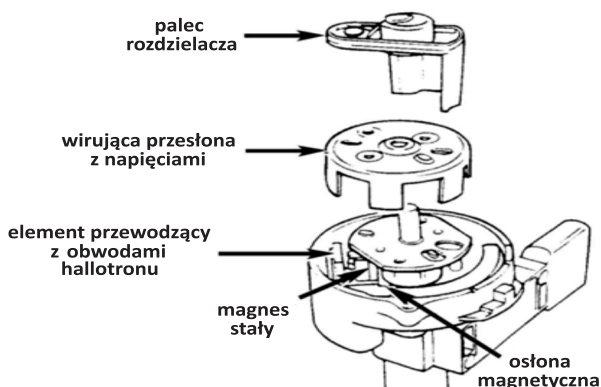
### Literatura:

- [1] Stanowisko Prezesa URE w sprawie niezbędnych wymagań wobec wdrażanych przez OSD E inteligentnych systemów pomiarowo-rozliczeniowych z uwzględnieniem funkcji celu oraz proponowanych mechanizmów wsparcia przy postulowanym modelu rynku, Warszawa, 31.05.2011 r.
- [2] Andrzej Warachim, Krzysztof Dekarz: Wybrane zagadnienia modernizacji węzłów sieci średnich napięć, *Energetyka*, nr 10/2014, październik 2014.
- [3] Sprawozdanie z działalności Prezesa URE w 2013 r., Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki NR 2 (88), 30 czerwca 2014 ISSN 1506-090X.
- [4] Energy Policy of Poland until 2030, elaborated by the Ministry of Economy; Warsaw 10<sup>th</sup> of November 2009; Appendix to Resolution no. 202/2009 of the Council of Ministers of 10 November 2009, Document adopted by the Council of Ministers on 10 November 2009.
- [5] Andrzej Warachim: Wybrane zagadnienia konstrukcji nowoczesnego systemu produkcji stacji transformatorowo-rozdzielczych średniego napięcia w obudowie betonowej, Materiały konferencyjne Konferencji Naukowo Technicznej Stacje Elektroenergetyczne WN/SN i SN/nN, Jelenia Góra 28-29 maja 2001, str. 57- 62.
- [6] Karta katalogowa stacji PF- P, oferta, materiały niepublikowane firmy ORMAZABAL Polska Sp. z o.o. <http://www.ormazabal.com/pl/>.
- [7] Marek Szadkowski, Andrzej Warachim: Bezpieczeństwo eksploatacji stacji elektroenergetycznych SN typu PF-P, *Energetyka*, nr 9/2014, wrzesień 2014.
- [8] Marek Szadkowski, Andrzej Warachim: Przekształcanie istniejących sieci SN w sieci typu Smart, *Energetyka*, nr 9/2014, wrzesień 2014.
- [9] Karty katalogowe rozdzielnic SN, oferta, materiały niepublikowane firmy ORMAZABAL Polska Sp. z o. o., <http://www.ormazabal.com/pl/>.
- [10] Materiały niepublikowane seminarium 12 stycznia 2016 r., Kół SEP przy Tauron Dystrybucja Oddziały w Krakowie i Tarnowie, prezentacje i katalogi APATOR ELKOMTECH S. A., materiały z <http://www.elkomtech.com.pl/>.
- [11] Materiały niepublikowane seminarium 12 stycznia 2016 r., Kół SEP przy Tauron Dystrybucja Oddziały w Krakowie i Tarnowie, prezentacje i katalogi, karty katalogowe rozdzielnic, oferta, materiały niepublikowane firmy ORMAZABAL, (<http://www.ormazabal.com>).
- [12] Materiały niepublikowane seminarium 12 stycznia 2016 r., Kół SEP przy Tauron Dystrybucja Oddziały w Krakowie i Tarnowie, prezentacje i katalogi, karty katalogowe rozdzielnic, oferta, materiały niepublikowane firmy Roxtec, (<http://www.roxtec.com/index.php?L=38>).
- [13] Szadkowski M., Warachim A.: *Analiza kategorii zagrożenia łukiem elektrycznym w instalacjach elektrycznych zakładów przemysłowych*, *Energetyka* nr 6, czerwiec 2015, s. 422-427.
- [14] Warachim A., Dekarz K.: *Odporność stacji kontenerowych SN na skutki zwarć łukowych*, Urządzenia dla Energetyki, nr 7/2015, TECHNOLOGIE, PRODUKTY – INFORMACJE FIRMOWE, s. 2 – 8.
- [15] Szywała P., Warachim A., *Łukoochronność aparatury średniego napięcia*, *Energetyka* nr 9, s. 612-614, 2003.
- [16] Szadkowski M., Warachim A.: *Metody zmniejszania zagrożenia porażenia łukiem elektrycznym*, *Energetyka* nr 1, styczeń 2016, s. 41-45.
- [17] Szadkowski M., Warachim A., Minimalizacja skutków zwarć łukowych w stacjach wewnętrznych SN, *Energetyka* nr 12, grudzień 2015, str. 791-797.
- [18] Janusz Juraszek, Andrzej Warachim, Modernizacja rozdzielni wewnętrznych SN, Śląskie wiadomości Elektryczne, nr 5'2015, wrzesień-październik 2015, str. 4-7

## TECHNIKA SAMOCHODOWA c.d.

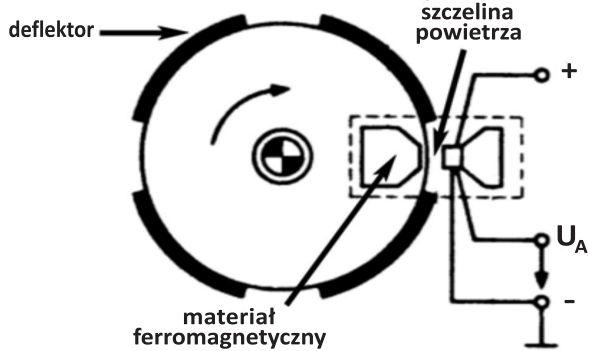
### Czujniki identyfikujące numer cylindra

Pierwsze czujniki do identyfikacji numeru cylindra były użyte już w bezstykowych układach zapłonowych. W układach tych sterowanie bazą tranzystora odbywa się na drodze elektronicznej poprzez impulsy z czujnika generowane w punktach zapłonu. Stosowano w tym celu różne rodzaje czujników generacyjnych (czujniki hallotronowe, reluktancje, fotoelektryczne, z efektem Wieganda) lub czujników parametrycznych (czujniki transformatorowe, magneto rezystancyjne). Czujnik montowany był w kopułce rozdzielacza.



Czujnik Halla w bezstykowym układzie zapłonowym

W elektronicznych układach sterowania silnikiem o zapłonie iskrowym do określenia GMP poszczególnych cylindrów (identyfikacji numeru cylindra) stosowane są przede wszystkim czujniki hallotronowe. Obracająca się osłona magnetyczna ekranuje czujnik Halla od pola magnetycznego magnesu stałego. Przerwa w osłonie powoduje swobodny przepływ pola magnetycznego przez czujnik Halla i wyindukowane w nim sygnału prądowego. Osłona musi obracać się z prędkością dwukrotnie mniejszą od prędkości obrotowej wału korbowego (rozważamy czterosuwowy silnik tłokowy). W pierwszych rozwiązaniach osłonę sprzężoną była z aparatem zapłonowym, napędzanym od wałka rozrządu. W rozwiązaniach bezrozdzielaczowych osłonę związuje się bezpośrednio w wałkiem rozrządu.

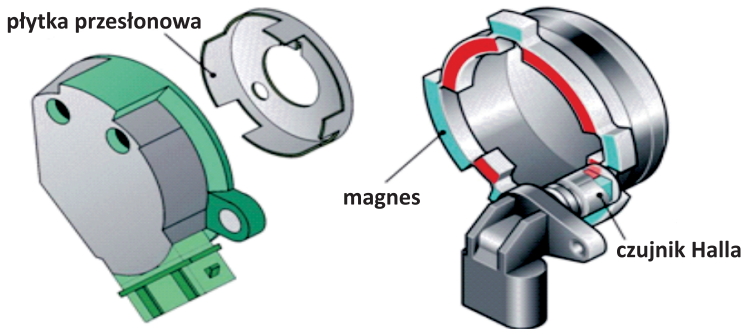


Schemat układu pomiarowego z czujnikiem Halla do identyfikacji numeru cylindra

Niektóre silniki są wyposażone w wirującą przesłonę z nacięciami, w której jeden segment ma szerokość tylko  $21^\circ$  a sąsiadujące z nim wycięcie ma szerokość  $39^\circ$ . Pozostałe pięć segmentów i luk ma po  $30^\circ$  szerokości. Ta nieregularność nacięć pozwala urządzeniu sterującemu na określenie położenia tłoka w cylindrze o numerze 1, a więc i na określenie kolejności wtrysku przy sterowaniu wtryskiem szeregowym lub grupowym.

W układzie sterowania Motronic 3.8 czujnik hallotronowy znajduje się w głowicy silnika i otrzymuje sygnał bezpośrednio od nadajnika współpracującego z krzywką dolotową.

W przypadku czterocylindrowej wersji silnika (oznaczanej V20) przetwornik składa się z czujnika hallotronowego i tarczy przesłaniającej, w której znajdują się cztery szczeliny i cztery skrzydełka. Szczeliny i skrzydełka mają różne rozmiary, po dwie duże i dwie małe. Taka konstrukcja umożliwia jednostce sterującej określenie w czasie  $90^\circ$  obrotu wału korbowego następnego cylindra wchodzącego w suw pracy.



Układ identyfikacji numeru cylindra w układzie sterowania Motronic 3.8

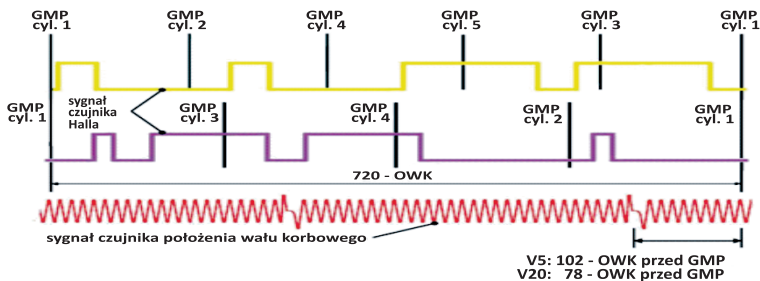


W przypadku pięciocyldrowej wersji silnika (oznaczanej V5) przetwornik jest zlokalizowany w górnej części pokrywy rozrządu i otrzymuje sygnał z kodowanego nadajnika reluktancyjnego połączonego z wałkiem krzywkowym drugiego zespołu cylindrów. Przetwornik składa się z dwóch czujników hallotronowych dokonujących odczytu w dwóch różnych położeniach nadajnika. Taki sposób pomiaru pozwala na dokładny odczyt powierzchni bocznych zębów nadajnika.

Sterownik układu Motronic w wersji silnika pięciocyldrowego (V5) pracuje w sposób analogiczny jak w silniku czterocyldrowym (V20), pierwsze zlokalizowanie spalanie ma miejsce po około 440° obrotu wału korbowego. W wielu innych rozwiązaniach, do identyfikacji wymagany jest obrót wału o więcej niż dwa obroty. Sygnał z przetwornika jest wysyłany do jednostki sterującej, aby umożliwić identyfikację następnego cylindra wchodzącego w sw pracy. Sygnał wykorzystywany jest do sekwencyjnego wtrysku paliwa, sterowania zapłonem, do kontroli spalania stukowego oraz do określenia pracy zmiennych faz rozrządu.

Jeżeli po uruchomieniu brak jest sygnału, silnik będzie pracował poprawnie. Wtrysk paliwa i zapłon będą realizowane przez jednostkę sterującą w oparciu o sygnał czujnika prędkości obrotowej. Wtrysk i zapłon będą realizowane poprawnie lub z przesunięciem w fazie o 360°. Kontrola spalania stukowego będzie nieaktywna, silnik pod obciążeniem będzie pracował ze stałymi wartościami wyprzedzenia zapłonu. W odniesieniu do wersji V20 silnik uruchomi się przy pierwszej próbie, ponieważ wykorzystuje zasadę równoczesnego zapłonu w dwóch cylindrach. W odniesieniu do wersji V5 silnik uruchomi się tylko w przypadku, gdy iskra wystąpi w suwie spalania, a więc silnik uruchomi się dopiero po kilku próbach zapłonu (kilku kolejnych GMP).

Na poniższym rysunku przedstawiono przebieg czasowy sygnału czujnika Halla dla dwóch wersji silnika (czterocyldrowego V20 i pięciocyldrowego V5) oraz sygnału czujnika położenia wału korbowego. Dzięki zróżnicowaniu szerokości szczelin w płycie przesłonowej zadanie identyfikacji numeru cylindra jest bardzo łatwe.



Przebieg sygnału czujnika Halla dla dwóch wersji silnika (czterocyldrowego V20 i pięciocyldrowego V5) oraz sygnału czujnika położenia wału korbowego

## Spis treści

1. Z życia Oddziału <i>Antoni Maziarka</i>	2 - 4
2. Kolejna rocznica Koła nr 1 <i>Jerzy Zglobica</i>	4 - 9
3. Energia wiatru: wczoraj, dziś i jutro <i>Stanisław Gusak</i>	9 - 16
4. Tarnowskie Dni Elektryki 2016 r. <i>Jerzy Zglobica</i>	17 - 37
5. „Zlodowacenia na Ziemi – kosmiczne powiązania”. <i>Lukasz Lamża</i>	38 - 39
6. System wizyjny do rozpoznawania znaków języka migowego. <i>Daniel Kuta</i>	40 - 43
7. Czy pokolenia będą pamiętać ? <i>Andrzej Liwo</i>	43 - 46
8. Wspomnienia kresowe kol. Józefa Czarnika <i>Janusz Czarnik</i>	47 - 49
9. Z wizytą w CERN-w centrum obserwacji rzeczy niemożliwych. <i>Agnieszka Lisowska-Lis</i>	50 - 54
10. Wyjazd techniczny CERN Szwajcaria 2016 O/T SEP. <i>Jan Sznajder</i>	54 - 58
11. Zamek Neuschwanstein <i>Grażyna Smolińska-Wygrzywalska</i>	58 - 59
12. Standardy węzłowych stacji transformatorowych w wykonaniu podziemnym <i>Karol Konikowski, Andrzej Warachim</i>	60 - 68
13. Technika samochodowa c.d. <i>Andrzej Liwo</i>	69 - 71
14. Spis treści	72

## **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 wyborów i usług w branży elektrycznej;
- sprzedaż materiałów szkoleniowych;
- działalność informacyjna i doradztwo techniczne;
- reklama w Biuletynie Oddziału tarnowskiego

## **Ośrodek Rzeczoznawstwa SEP** oświadczy usługi we wszystkich dziedzinach:

- |  |  |
|--|--|
| ✓ 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 |

**Oddział Tarnowski SEP, 33-100 Tarnów, Rynek 10**

Tel./fax. 14 621 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)

**Oddział Tarnowski 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,
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 narzędzi i materiałów dydaktycznych zapewniających wysoki poziom szkolenia.



Terminy kursów są dostosowane do wymagań zainteresowanych, między innymi mogą odbywać się również w godzinach popołudniowych.

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

- **Marta Gubernat - tel. 14 631 13 29 w godz. 7<sup>00</sup> - 15<sup>00</sup>**
- **Dorota Kozłara - tel. 14 621 68 13 w godz. 11<sup>00</sup> - 15<sup>00</sup>**