

BIULETYN



czerwiec 2003 r.

18

Zakład Energetyczny Tarnów Spółka Akcyjna

ul. Lwowska 72/96b, 33-100 Tarnów
tel. 21-36-81, fax 21-61-17
tłx 066403 ZSTA PL

Realizując swoją podstawową działalność statutową, dodatkowo świadczy usługi w zakresie:

- montażu przyłączy do budynków mieszkalnych, komunalnych i handlowych na terenie woj. tarnowskiego,
- przeglądów i badań transformatorów grupy III,
- lokalizacji uszkodzeń w kablach energetycznych i telefonicznych,
- badań i sprzedaży oleju transformatorowego,
- wykonawstwa specjalistycznych pomiarów na urządzeniach elektroenergetycznych,
- badań sprzętu elektroizolacyjnego.



Zapraszamy także do korzystania z usług Spółek:

- "Energo-Market" B.H.U. Sp. z o.o. ul. Kryształowa 1/3, Tarnów handel hurtowy i detaliczny artykułami branży elektrycznej i pochodnymi
- "Autozet" B.U.M. Sp. z o.o. ul. Kryształowa 1/3, Tarnów, obsługa pojazdów i usługi przewozowe,
- "Jaga" O.S.W. Sp. z o.o. ul. Jasna 5, Muszyna, organizacja wypoczynku, imprez okolicznościowych i szkoleń.

Wysoka jakość - konkurencyjne ceny!

Biuletyn

Oddziału Tarnowskiego

Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

Nr 18

Tarnów

czerwiec 2003

do użytku wewnętrznego



Do czytelników

Wydawca:
Zarząd Oddziału
Tarnowskiego SEP
Tarnów ul. Rynek 10
tel. 621-55-29

KOLEGIUM
REDAKCYJNE:
Red. Nacz. mgr inż.
A. Wojtanowski,
Redaktorzy działów:
mgr inż. B. Kurowski
A. Liwo,

Zdjęcia wykonuje:

Za treść ogłoszeń
Redakcja nie ponosi
żadnej
odpowiedzialności

Na stronach naszego Biuletynu chcemy się z Państwem podzielić w artykule o bezpieczeństwie elektrycznym w zakładach opieki zdrowotnej problemami i zagrożeniami wynikającymi ze specyfiki pracy w tego typu ośrodkach.

Rozszerzeniem naszych horyzontów dotyczących możliwości przesyłu energii będzie artykuł o liniach przesyłowych prądu stałego. Zachęcamy również do lektury artykułu o wielowymiarowości mocy.

W Biuletynie zamieszczono również notatkę nt. Nestora tarnowskich elektryków i skautów inżyniera Franciszka Sumery.

Zbliżają się coroczne Tarnowskie Dni Elektryki i Telekomunikacji, które odbędą się w dniach 2-3 czerwca. Serdecznie zapraszamy do wzięcia udziału w ciekawych referatach jak również zobaczenia wystawy tematycznej. Bliższa informacja znajduje się na ostatniej stronie niniejszego Biuletynu.

Zbliżają się wakacje czas odpoczynku i relaksu. Życzymy więc Państwu miłej lektury i odpoczynku.

*Zarząd Tarnowskiego Oddziału SEP
Kolegium Redakcyjne Biuletynu*

Z życia oddziału /od kwietnia do maja 2003 r/

1. W związku z wpływaniem pierwszych prac dyplomowych PWSZ na konkurs „Najlepsza praca dyplomowa PWSZ z zakresu elektryki” rozpoczęła działania komisja konkursowa w składzie:
 - Bolesław Kurowski - przewodniczący
 - Jan Sznajder
 - Antoni Maziarka
 - Jerzy Niedojadło
 - Jan Koziół
 - Andrzej Jaglarz

W sumie do konkursu zgłoszono 8 prac, które zostały podzielone na prace w dziedzinie elektroenergetyki i informatyki.
2. Ogłoszono, że w dniach 12.06 do 15.06.2003 r. odbędzie się wycieczka techniczno-krajoznawcza na Ukrainę. W programie między innymi zwiedzanie elektrowni Lwowskiej. Organizację wycieczki podjął się kol. Bogusław Chmura
3. W dniu 23.04. 2003 r w Zakładzie Energetycznym Tarnów SA odbyło się otwarte przesłuchania uczestników konkursu „Najlepsza praca dyplomowa PWSZ z zakresu elektryki”. Autorzy prac dyplomowych w swoich wystąpieniach - prezentowali treść prac i główne wnioski. Komisja konkursowa w oparciu o sprawdzone prace oraz po wysłuchaniu wystąpień poszczególnych autorów prac dokonała oceny. Wyniki prac Komisji znajdują się wewnątrz niniejszego biuletynu.
4. W dniach 25.04.-26.04. w Częstochowie miało miejsce posiedzenie Rady Prezesów Oddziałów SEP. W posiedzeniu udział wziął Kol. Antoni Maziarka. Tematami spotkania były:
 - problematyka związana z zakończeniem kadencji Komisji Kwalifikacyjnych SEP i konieczność wystąpienia do Urzędu Regulacji Energetyki z wnioskami o powołanie KK na następną kadencję,
 - sprawa wykonania budżetu centralnego SEP,
 - informacja o bieżącej sytuacji finansowej Stowarzyszenia i przygotowaniach do opracowania planu oszczędnościowego,
 - działania SEP na rzecz pozyskiwania nowych członków,
 - współpraca SEP z Polską Izbą Inżynierów Budownictwa.

W miesiącu maju zaczęły napływać do Oddziału prace dyplomowe ze średnich szkół technicznych na kolejną edycje konkursu „Najlepsza praca dyplomowa z zakresu elektryki średnich szkół technicznych regionu tarnowskiego”. Rozwiązanie konkursu w czerwcu.

KONKURS

NA NAJLEPSZĄ PRACĘ DYPLOMOWĄ Z DZIEDZIN ELEKTROENERGETYKI, ELEKTRONIKI I INFORMATYKI PAŃSTWOWEJ WYŻSZEJ SZKOŁY ZAWODOWEJ W TARNOWIE 2003 ROK
ROZSTRZYgniĘTY.

Oddział Tarnowski Stowarzyszenia Elektryków Polskich podobnie jak w roku 2002 rozstrzygnął konkurs na najlepszą pracę dyplomową i ustalił nagrodę dla absolwentów PWSZ w Tarnowie.

Po wstępnej weryfikacji w uczelni na konkurs wpłynęło 8 prac. Ze względu na znaczne zróżnicowanie tematyki prac dyplomowych Komisja podzieliła prace na dwie grupy:

- grupę elektroenergetyczną /sześć prac/
- grupę elektroniczno-informatyczną /dwie prace/

Komisja konkursowa w oparciu o ocenę prac dyplomowych i odbytego w dniu 23.04.2003 r przesłuchania (prezentacji) absolwentów referujących swoje prace ustaliła:

1) W grupie elektroenergetycznej:

a/ dwie drugie nagrody po 300 zł dla absolwentów

- inż. Marek Bąk i inż. Ernest Kapka za pracę „Analiza awaryjności kabli SN w ZE Tarnów S.A.” promotor prof.dr inż.Barbara Florkowska
- inż. Sebastian Batko za pracę „Warunki przesyłu energii elektrycznej liniami napowietrznymi i kablowymi prądu stałego” promotor prof.dr inż.Barbara Florkowska.

b/ dwie trzecie nagrody

- inż. Tomasz Drwał i inż. Andrzej Janas za pracę „Wpływ elektrowni wiatrowych na sieć elektroenergetyczną” promotor prof.dr inż. Jerzy Kulczycki
- inż. Tomasz Marszałik „Wylądowania atmosferyczne – analiza zagrożenia piorunowego obiektu” promotor prof. dr hab. inż. Romulad Włodek

2) W grupie elektroniczno-informatycznej przyznano dwie drugie nagrody po 250 zł dla absolwentów

- inż. Marcin Kowalski i inż. Edyta Kulig za pracę „System rozpoznawania twarzy” promotor dr inż. Stanisław Fuksa
- inż. Piotr Hudy i inż. Marek Cnota za pracę „Skanowania kształtów brył z oprogramowaniem 3D” promotor dr inż. Stanisław Fuksa.

Zarząd Oddziału SEP i Komisja Konkursowa serdecznie gratuluje zdobytych nagród oraz dziękuje za udział w konkursie pozostałym P.P. absolwentom prezentującym swoje prace.

Śp. FRANCISZEK SUMERA



W dniu 20.10.2002 r. odszedł na Wieczną Wartę Nestor tarnowskich elektryków i skautów inżynier – druh Franciszek Sumera.

Jak zwykle w takich momentach pragniemy jak w procesie fotograficznym przywołać do naszych serc, zatrzymać i utrwalić w naszej pamięci Jego życie, sukcesy i porażki.

Śp. inż. F. Sumera urodził się 29.03.1913 r. w Trzebini. Wybuch pierwszej wojny światowej zaznacza się tragicznie na rodzinie PP. Sumerów. W działaniach wojennych śmiercią żołnierza ginie jego ojciec. Po wojnie rodzina państwa Sumerów osiedla się w Tarnowie. Śp. inż. F. Sumera uczęszcza do szkoły powszechnej im. K. Brodzińskiego. Tu spotyka wielu zasłużonych działaczy i pedagogów, którzy właściwie ustawili charakter i skalę wartości życiowych młodego człowieka.

Kolejny etap edukacji to ukończenie Państwowego Gimnazjum im. Hetmana Jana Tarnowskiego.

Od 1924 r. należy do III Drużyny Harcerzy im. M. Włodzjowskiego, gdzie w latach 1937 – 39 był członkiem Komendy Hufca. Ideałom przysięgi harcerskiej pozostał wierny do końca swego życia.

Wybitnie uzdolniony w zakresie nauk ścisłych, w 1934 r. ukończył Śląskie Techniczne Zakłady Naukowe w Katowicach.

Pracę zawodową rozpoczął w Bielsku-Białej gdzie istniał przemysł elektroenergetyczny – fabryka Szwabego (Indukta).

Po wybuchu drugiej wojny światowej ucieka z Bielska-Białej i wraca do Tarnowa. Pracuje w miejscowych Warsztatach Kolejowych. Mundur kolejarza i dobra znajomość języka niemieckiego umożliwia Mu współpracę z grupą partyzancką AK – szczególnie w trakcie zaciętego boju pod Jamną. Podejmuje ryzyko pomocy koledze żydowskiego pochodzenia. Zaangażował się też w skuteczną pomoc dla byłego dyrektora fabryki Szwabe inż. Inesa zesłanego do Oświęcimia. Udało Mu się również uratować osadzonego Oświęcimiu brata „załatwiając” skierowanie do prac poza obozem. Po wojnie w 1950 r. na Politechnice Śląskiej zdobywa dyplom inżyniera – elektryka.

Po założeniu rodziny mieszka w Tarnowie ale pracuje w Bielsku-Białej, gdzie do odbudowy zdewastowanej fabryki Szwabego wzywa Go zaprzyjaźniony inż. Ines.

W trakcie przygotowania materiału do Planu Trzyletniego p. inż. F. Sumera wysuwa projekt budowy nowej fabryki silników elektrycznych w Tarnowie, ponieważ zdolność produkcyjna fabryki Indukta była już ograniczona. Dnia 16.08.1948 r. inż.

Franciszek Sumera przekazał Zjednoczeniu Przemysłu Maszyn Elektrycznych w Katowicach opracowany przez siebie projekt wstępny nowego zakładu produkcyjnego.

12.05.1949 r. Zarząd m. Tarnowa przekazuje teren tzw. „Piaskówki” pod budowę nowej fabryki.

23.05.1949 r. projekt wstępny budowy fabryki zostaje zaakceptowany przez Centralny Zarząd Przemysłu Elektromaszynowego.

Projekty pierwszych trzech budynków FSE „Tamel” a więc: administracyjnego, magazynowego, i hali fabrycznej oraz stację prób i pierwszą zautomatyzowaną taśmę produkcyjną realizowano pod merytorycznym nadzorem i kierownictwem inż. Sumery. Fabryka została uruchomiona w maju 1952 r. Mimo propozycji objęcia stanowiska dyrektora zbudowanego przez siebie zakładu nie przyjął tego awansu wiedząc, że będzie to jednoznaczne z koniecznością wstąpienia w szeregi PZPR, czego jako człowiek prawicy i głęboko wierzący nie mógł zaakceptować. Aż do przejścia na emeryturę w 1978 r. pracował na stanowisku Głównego Konstruktora FSE Tamel. Projektowana w zakładzie produkcja 120 tys. szt. silników rocznie osiągnęła wkrótce ponad milion. Produkowane serie silników były stale ulepszane i zdobywały rynek również zagraniczny (między klientami FSE Tamel był potentat przemysłowy Siemens).

W uznaniu zasług za opracowanie silników serii „f” inż. F. Sumera z zespołem otrzymuje nagrodę państwową I-go stopnia.

Pomimo przejścia w 1976 r. na emeryturę, pracował nadal na pół etatu w dziale Głównego Konstruktora, aż do 20.04.1999 r.

Służył młodym kolegom swoją głęboką wiedzą, doświadczeniem, uczył także „sztuki współżycia społecznego”, którą to cechę wyniósł z pracy harcerskiej. Prócz pracy koncepcyjnej, posiadał wyjątkową zdolność podejmowania trafnych decyzji. Znając dobrze język niemiecki zajmował się zagadnieniami związanymi z eksportem.

Był człowiekiem niezwykłym. Jego twórcza pasja wynikała z patriotyzmu pokolenia II RP i świadomości, iż Polska potrzebuje Jego wiedzy, doświadczenia i pracy. Zawsze elegancki, wysoce kulturalny, prawy i szlachetny w swoich działaniach, niesłychanie rzetelny, precyzyjny, uczciwy, odpowiedzialny, wrażliwy na wszystko, co Go otaczało. „Tatus” starał się na miarę swoich możliwości pomagać innym w załatwianiu również codziennych spraw bytowych. Ciągłe się dokształcał, Sam bardzo skromny, nie podnoszący swoich zasług, z szacunkiem i życzliwością odnosił się do innych. Cieszył się, gdy Jego wychowankowie osiągalni sukcesy.

Działa także w Stowarzyszeniu Elektryków Polskich oraz w środowisku pszczelarskim. To ostatnia pasja dawała mu możliwość odprężenia, którego jako pracochliw bardzo potrzebował.

Był niekwestionowanym autorytetem moralnym dla wszystkich, którzy Go znali i cenili.

Ze środowiskiem harcerskim czuł się bardzo związany. Podkreślał też, że jest najstarszym harcerzem w Tarnowie. Był zdecydowanym abstynentem. Prawu i przyrzeczeniu Harcerskiemu pozostał wierny do końca swoich dni, przestrzegając ich solennie.

Wybitne zasługi inż. Franciszka Sumery zostały nagrodzone licznymi odznaczeniami. Otrzymał: Medal X-lecia w 1954r., Złoty Krzyż Zasługi w 1954 r., Medal XXX-lecia w 1974 r., Krzyż Kawalerski Orderu Odrodzenia Polski w 1965 r., Krzyż Oficerski Orderu Odrodzenia Polski w 1983 r.

Do historii przemysłu elektromaszynowego przejdzie sposób załatwiania reklamacji pewnej partii silników FSE Tamel. Jak podają byli pracownicy Min. H.Z. i C.H.Z. wysłany do Szwajcarii w celu załatwienia reklamacji inż. F. Sumera załatwił problem w sposób oryginalny. Mianowicie wynajął na jedną dobę garaż, wypożyczył spawarkę i zamknął się z reklamowaną partią silników. Nazajutrz praca i parametry tych silników wykluczały sens dalszej reklamacji. A inż. Sumera nie zdradzając tajemnicy swojego zabiegu odjechał w glorii czarodzieja (oczywiście z Polski).

Panie Inżynierze, Druhu! Wiemy, że po tamtej stronie Wieczności, organizujesz zastępy inżynierów naszej branży i pilnie podglądasz pracę pozaczasoprzestrzennej maszynierii. Gdybyś jednak mógł nam przesłać trochę nowych wiadomości?

Panie Inżynierze, Kolego, Druhu, w pamięci i sercach tarnowskiej braćci elektryków masz trwale miejsce!

Żegnaj Panie Franciszku!

mgr inż. Jerzy Zgłobica

Sekcja instalacji i urządzeń elektrycznych

Zarys problemów w zakresie bezpieczeństwa elektrycznego w zakładach opieki zdrowotnej.

1. Wstęp.

Zakłady opieki zdrowotnej są specyficznymi miejscami, gdzie przebywają ludzie zarówno tam pracujący jak i osoby, którym jest udzielana pomoc medyczna lub dokonywane są badania przy użyciu specjalistycznego sprzętu medycznego. Minęły czasy doktora Judyma i doktora Wilczura, którzy dokonywali nawet bardzo skomplikowanych operacji przy użyciu prostych narzędzi chirurgicznych i przy zastosowaniu prostego oświetlenia. Obecnie nawet nieskomplikowane zabiegi i rutynowe badania są przeprowadzane z zastosowaniem skomplikowanej aparatury i sprzętu, podczas których ingeruje się w ciało człowieka. Skóra, która stanowi główną „izolację ciała” podczas takich badań i zabiegów nie ma żadnego znaczenia, gdyż ingerencje dotyczą wnętrza ciała człowieka. W związku z tym zachodzi niewątpliwa konieczność zastosowania specyficznych środków przeciwporażeniowej ochrony, aby nie dopuścić do porażenia nie tyle personelu, co pacjentów, gdyż personel znajduje się w o wiele lepszej „sytuacji” i dla niego „zwykłe” środki ochrony w większości przypadków są zupełnie wystarczające.

Jednak z ubolewaniem należy powiedzieć, że w Polsce jak do tej pory nie opracowano stosownych norm lub przepisów. Istnieje projekt normy IEC 60364-

710, który opatrzone roboczym tytułem Instalacje elektryczne w szpitalach i innych pomieszczeniach dla potrzeb medycznych, ale jak dotychczas norma ta nie ukazała się pomimo tego, że zachodzi taka pilna potrzeba. Pomijam tu fakt stanu normalizacji w Polsce, który wynika między innymi z totalnego bałaganu prawnego wynikającego z przyjętego a priori założenia dostosowania polskiej normalizacji do przepisów zachodnioeuropejskich, co niewątpliwie odbija się na tym stanie. Na dzień dzisiejszy nie ma przecież norm, które w świetle jasno sformułowanego prawa ma się obowiązek uznawać jako tzw. „obowiązujące normy”.

Dlatego też nasi specjaliści posługują się projektem tej normy lub wzorują się na różnych przepisach zagranicznych. Jedną z nich jest niemiecka norma DIN VDE 0107, która jest zgodna z założeniami projektu normy IEC 60364-710. Jednak oba te źródła nie są dostępne powszechnie.

2. Zagrożenie dla ciała pacjenta.

Zagrożenia, z którymi mogą się spotkać pacjenci mogą wynikać z wielu czynników. Wymienię je poniżej skrótowo, aby następnie nieco rozszerzyć. Do tych zagrożeń zaliczymy:

- podatność ciała pacjenta na działanie prądu elektrycznego
- pola elektromagnetyczne
- elektryczność statyczna
- wybuchowość

Podatność ciała pacjenta na działanie prądu elektrycznego wynika między innymi z:

- podwyższonej ciepłoty ciała i możliwości pocenia się
- niemożności zareagowania na działanie prądu elektrycznego z powodu braku przytomności
- zmniejszenia się jego naturalnych możliwości obronnych na skutek osłabienia organizmu i stresu działającego na niego
- możliwość wystąpienia mikroporażeń mięśnia sercowego podczas zabiegów cewnikowania, zabiegów na otwartej klatce itp.

Na marginesie należy podać, że graniczna wartością prądu pod wpływem, którego następuje mikroporażenie wynosi $50 \mu\text{A}$. Dlatego też graniczna wartość upływu dla aparatów elektromedycznych przeznaczonych do zabiegów na otwartym sercu została określona na $10 \mu\text{A}$, zaś dla innych aparatów elektromedycznych, które nie mają kontaktu z sercem na $50 \mu\text{A}$.

Pole elektromagnetyczne jest jednym z czynników zagrożenia, które może oddziaływać na ludzi (zwrócili na to uwagę Rosjanie w latach 60-tych), jak i na sprzęt medyczny. W zależności od danego kraju przyjmuje się różne wartości natężenia pola elektrycznego i magnetycznego zmiennego i stałego. W Polsce przyjęto, że w strefie przeznaczonej dla osób na pobyt stały natężenie pola o częstotliwości 50 Hz nie powinno być większe niż 1 kV/m , zaś indukcja magnetyczna nie powinna przekraczać $0,1 \text{ mT}$ dla pola o tej częstotliwości, a dla pola stałego 10 mT . Szwajcarskie normy ustanowione w 1997 r. są w tym zakresie znacznie bardziej rygorystyczne i zmniejszają podane pola

elektryczne 100 razy, zaś pola magnetyczne 1000 razy.

Pola elektromagnetyczne mogą powodować obniżenie poziomu uczulenia na typowe alergeny, mogą również wywoływać stres, zwany elektrostresem, które objawia się zwiększonym wydzielaniem adrenaliny i kortykosteroidów.

Pola elektromagnetyczne mogą oddziaływać również pośrednio na pacjenta, poprzez zakłócanie pracy urządzeń elektromedycznych. Ma to szczególnie duże znaczenie w Oddziałach Intensywnej Opieki Medycznej, gdzie występuje nieraz wielodniowe kontrolowanie i utrzymywanie funkcji życiowych człowieka takich jak oddychanie, krążenie krwi, praca serca i.t.p. Pola te mogą również zakłócać pracę aparatów EKG i EEG, co może prowadzić do błędnych diagnoz lub wręcz uniemożliwić przeprowadzenie badań.

Pola elektromagnetyczne mogą pochodzić od aparatów medycznych takich jak jeszcze eksploatowane w szpitalach diatermie krótkofalowe, czy diatermie chirurgiczne, linie zasilające aparaty rentgenowskie, transformatory, wentylatory i inne urządzenia elektryczne jak chociażby powszechnie używane dźwigi czy odkurzacze.

Ostatnie z wymienionych zagrożeń to pole elektrostatyczne. Zgromadzone ładunki mogą być niebezpieczne zarówno dla pacjentów jak i personelu. Podczas przeprowadzania operacji na skutek wyładowań iskrowych może dojść do zapalenia podawanych środków anestetycznych takich jak eter. Wyładowania iskrowe mogą zaciemniać materiały otrzymywane podczas wykonywania zdjęć rentgenowskich. Groźna dla pacjenta może być sytuacja, gdy podczas skomplikowanego zabiegu nagle drgnie ręka chirurga, przez którego ciało przepłynęły ładunki elektryczne. Przykładem tego, że elektryczności statycznej nie należy lekceważyć, jest przypadek podawany chyba już jako klasyczny, gdy na oddziale porodowym jednego ze szpitali pielęgniarka przenosiła do inkubatora wcześniaka. Gdy próbowała otworzyć łokciem inkubator nastąpiło wyładowanie iskrowe, na skutek czego dziecko upadło na podłogę i poniosło śmierć na miejscu.

3. Klasyfikacja pomieszczeń użytkowanych medycznie.

Wszystkie pomieszczenia medyczne zostały sklasyfikowane pod kątem zagrożenia porażeniem prądu do trzech grup G0, G1 i G3.

Do grupy G0 zaliczono te pomieszczenia, gdzie pacjenci nie stykają się z aparatami elektromedycznymi lub gdy te urządzenia posiadają własne wbudowane źródła zasilania (ogniwa).

Do grupy G1 zaliczono te pomieszczenia, w których pacjenci stykają się z aparatami elektromedycznymi, które mają bezpośrednią styczność z ciałem pacjenta, są wprowadzane do jego ciała na przykład pod skórę lub do naturalnych albo sztucznie wykonanych otworów w jego ciele – ale pod warunkiem, że żadna z części urządzenia nie znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie serca. W przypadku przepływu prądu przez ciało pacjenta lub powstania pierwszego doziemienia musi nastąpić samoczynne wyłączenie zasilanego urządzenia zgodnie z postanowieniami normy PN-IEC 60364-4-41:2000.

Do grupy G2 należą pomieszczenia, gdzie mogą być stosowane aparaty elektromedyczne, których elementy mogą stykać się bezpośrednio z sercem lub

znajdować się w jego bezpośrednim sąsiedztwie, gdzie przeprowadzane są zabiegi, które mają na celu podtrzymanie działania życiowo ważnych funkcji organizmu. Urządzenia te muszą posiadać możliwość bezpiecznej pracy dla pacjenta pomimo styku części urządzenia będącego pod napięciem z ciałem pacjenta lub w przypadku wystąpienia pierwszego doziemienia, oraz zapewniać kontynuowanie tej pracy pomimo zaniku napięcia podstawowego źródła zasilania.

Poniższa tabelka podaje przykładowe pomieszczenia i rodzaje zabiegów medycznych dla poszczególnych grup.

| Grupa | Pomieszczenie | Rodzaj zabiegu |
|-------|---|--|
| G0 | Sale chorych, hydroterapia, fizykoterapia, masaże, gabinety badań, gabinety stomatologiczne | Zabiegi bez stosowania aparatów elektromedycznych albo przy braku bezpośredniego zetknięcia się z ciałem pacjenta |
| G1 | Sale chorych, hydroterapia, fizykoterapia, masaże, gabinety badań, gabinety stomatologiczne, diagnostyka i terapia rentgenowska, medycyna nuklearna, endoskopia, dializa wewnątrzustrojowa, sale porodowe, gabinety chirurgiczne, litotrypsja | Stosowanie aparatów elektromedycznych w ambulatoriach (mała chirurgia) i w endoskopii bez możliwości zbliżenia do serca, porody bez cesarskich cięć i narkozy, zabiegi stomatologiczne, fizykoterapia, EKG, EEG, terapia i diagnostyka rentgenowska, rezonans magnetyczny, medycyna nuklearna, brachyterapia, telegammaterapia, dializa |
| G2 | Sale operacyjne i przygotowania pacjenta, gipsownie, sale wybudzeń, intensywnej opieki medycznej, porodowe, chirurgiczne, rentgenowskie, endoskopii, badań naczyniowych | Stosowanie aparatów elektromedycznych z możliwością zbliżenia do serca, zabiegi chirurgiczne, porody z cesarskim cięciem i monitorowaniem, rentgenowskie badania naczyniowe, wzniernikowanie pod narkozą, monitorowanie i podtrzymywanie podstawowych funkcji życiowych, reanimacja, cewnikowanie serca, tomografia komputerowa stanów urazowych, wszystkie zabiegi wykonywane pod narkozą |

4. Instalacja elektryczna w pomieszczeniach użytkowanych medycznie.

a) Ogólne cechy instalacji

Pomieszczenia w szpitalach, przychodniach, gabinetach lekarskich powinny spełniać ogólnie znane i stosowane wymogi projektowania, budowy i eksploatacji instalacji elektrycznych. Można powiedzieć, że powinny być one projektowane, budowane i użytkowane, na”zasadach ogólnych”. Dla pomieszczeń użytkowanych medycznie dochodzą dodatkowe wymogi lub należy zastosować specjalne wymogi zamiast ogólnych, przy których spełnieniu możemy mówić o bezpiecznym użytkowaniu

takich pomieszczeń. Poniżej podano takie wymagania dla instalacji elektrycznej w odniesieniu do klasyfikacji pomieszczeń użytkowanych medycznie.

- instalacja elektryczna w wszystkich pomieszczeniach grupy G0, G1 i G2 powinna być wykonana przewodami miedzianymi w systemie TN-S
- instalacja obowiązkowo winna posiadać połączenia wyrównawcze, jedynie w pomieszczeniach grupy G0 i G1 można zaniechać wykonanie połączeń wyrównawczych, jeśli rezystancja pomiędzy częścią metalową obcą a strefą pacjenta (np. miejsce do leżenia, sala chorych) wynosi dla grupy G0 7 k Ω , a dla grupy G1 2,4 M Ω
- instalacja powinna być zabezpieczona przeciwprzepięciowo, przez co najmniej dwa stopnie ochrony tak, aby poziomy przepięć nie przekraczały 1,5-2 kV
- wszystkie obwody powinny być zabezpieczone przed przeciążeniami i zwarciami

b) Podstawowe kryteria dla instalacji elektrycznej w pomieszczeniach grupy G2

W pomieszczeniach grupy G2 instalacja elektryczna winna spełniać trzy kryteria:

- 1) przy pierwszym doziemieniu w instalacji lub zetknięciu się ciała pacjenta z częścią czynną nie może dojść do odczuwalnego przepływu prądu przez ciało pacjenta, ani tym bardziej groźnego dla pacjenta przepływu prądu elektrycznego i do przerwania prowadzonego zabiegu
- 2) jeśli nastąpi zanik napięcia podstawowego źródła zasilania lub obniżenie tego napięcia poniżej 10 % w czasie ponad 3 s to musi nastąpić załączenie rezerwowego źródła zasilania
- 3) zdarzenia opisane w punktach 1 i 2 powinny być sygnalizowane, a zasilanie, instalacja elektryczna i aparaty medyczne winny być na tyle pewne, aby wykluczyć kolejne uszkodzenie (zdarzenie) do czasu zakończenia zabiegu.

c) Ochrona przeciwporażeniowa

Ochrona przeciwporażeniowa w pomieszczeniach użytkowanych medycznie winna spełniać poniżej podane wymagania, które zależą od klasyfikacji pomieszczeń.

W pomieszczeniach użytkowanych medycznie grupa G0 i G1

- powinny być zachowane wymagania „ogólne” tj. powinien być spełniony warunek szybkiego wyłączenia
- powinny być stosowane wyłączniki różnicowoprądowe o znamionowym prądzie wyłączalnym 30 mA
- może być stosowana ochrona przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim przez stosowane układy zasilania SELV i PELV dla pojedynczych odbiorników o napięciu przemiennym 25 V i stałym 60 V
- przypadkowe różnice potencjałów pomiędzy częściami metalowymi (jednocześnie dostępnymi) nie powinny przekraczać 10 mV

W pomieszczeniach użytkowanych medyczne grupa G2

- należy stosować układy zasilania IT z izolowanym punktem neutralnym poprzez zastosowanie transformatorów separacyjnych z zastosowaniem stałej kontroli izolacji
- wskaźniki stanu izolacji powinny posiadać następujące cechy
 - sygnalizować spadek rezystancji poniżej 50 k Ω , ich rezystancja wewnętrzna powinna być nie mniejsza niż 100 k Ω , napięcie pomiarowe nie może przekraczać 25 V prądu stałego, a prąd pomiarowy 1 mA
- zakazuje się instalowania wyłączników różnicowoprądowych w obwodach odbiorczych pracujących w układzie IT
- wyłączniki różnicowoprądowe mogą być stosowane dla zabezpieczania obwodów aparatów rentgenowskich, odbiorników zasilanych na stałe o mocy ponad 5 kW, gniazd wtykowych dla urządzeń niemedyceńskich, opraw oświetleniowych i napędu stołu operacyjnego
- poszczególne obwody odbiorcze powinny być zabezpieczone przed zwarciami, ale nie powinny być zabezpieczone przed przeciążeniami, przeciążenia winny być sygnalizowane
- każde pomieszczenie funkcjonalne takie jak sala operacyjna i sala lub grupa takich pomieszczeń powinno być zasilane z odrębnego transformatora separacyjnego lub nawet paroma transformatorami połączonymi równolegle
- transformatory separacyjne powinny posiadać dużą przeciążalność, moc znamionową od 3,15 do 8 kVA, napięcie wtórne 230 V, napięcie zwarcia i prąd biegu jałowego mniejsze od 3 %, stosunek prąd rozruchowego (załączania) do prądu znamionowego mniejszy od 8 oraz zaleca się, aby była zapewniona kontrola temperatury uzwojeń
- w pomieszczeniach powinny być wykonane połączenia wyrównawcze, w ten sposób, aby wszystkie przewody ochronne aparatów i urządzeń elektrycznych były podłączone do szyny PE połączeń wyrównawczych, zaś wszystkie pozostałe masy metalowe do szyny EC połączeń wyrównawczych obcych mas metalowych, te zaś ze sobą połączone w sposób możliwy do rozłączenia i wspólnie uziemione
- przypadkowe różnice potencjałów pomiędzy częściami metalowymi (jednocześnie dostępnymi) nie powinny przekraczać 10 mV, a rezystancja 0,2 Ω

5. Inne wymagania.

Wymagania podane powyżej należy uzupełnić o dodatkowe wymagania, które winny być spełnione przez urządzenia zasilające, budynki czy pomieszczenia użytkowane medycznie. I tak:

- budynki powinny posiadać instalację odgromową, której zwody i inne elementy przewodzące prąd piorunowy nie powinny znajdować się w

sąsiedztwie urządzeń elektromedycznych i innych urządzeń elektronicznych tak, aby nie narażać je na zakłócenia i uszkodzenia

- wszystkie pomieszczenia medyczne muszą mieć podłogi nieprzewodzące tj. o rezystancji, co najmniej 50 k Ω
- w pomieszczeniach, których mogą gromadzić się ładunki elektrostatyczne, takich jak sale operacyjne, sale Oddziałów Intensywnej Opieki Medycznej i.t.p. podłogi należy wykonać z wykładzin antyelektrostatycznych
- stacje transformatorowe, transformatory i rozdzielnice powinny być lokalizowane tak, aby nie wprowadzały zakłóceń pola elektromagnetycznego..

6. Niezawosność zasilania szpitali i innych obiektów medycznych.

Nie trzeba specjalnie nikogo przekonywać, że brak zasilania w sytuacjach ratowania życia ludzkiego może być przyczyną śmierci pacjenta z powodu braku choćby światła, czy ustania pracy aparatów medycznych podtrzymujących życie pacjenta na sali operacyjnej czy na sali Oddziału Intensywnej Opieki Medycznej. Brak zasilania może powodować przerwanie skomplikowanych zabiegów leczniczych, czy powodować konieczność powtórzenia przeprowadzenia diagnoz i analiz i w ten sposób przyczynić się do straty pobranego materiału do badań, a w ten sposób wydłużyć czas diagnozowania. Innym obiektom niż szpitale w zależności od potrzeby, należy stosować niektóre wybrane z podanych poniżej sposobów zasilania np. dla podtrzymania pracy aparatów elektromedycznych dobrane do ich mocy UPS-y.

Poniżej podaję skrótowo wymagania, jakie powinno spełnić zasilanie:

- w doborze podstawowego źródła zasilania, jakim jest transformator należy kierować się mocą zainstalowaną, do której nie wlicza się aparatów rentgenowskich z powodu krótkiego czasu pobierania przez nie energii i współczynnikiem jednoczesności, który przyjmuje się równy ok. 0,3.
- w dużych szpitalach, które zasilane są z dwóch lub wielu transformatorów należy je dobrać tak, aby moc jakiegokolwiek z nich mogła być przejęta przez inny
- szpital powinien być wyposażony w źródło zasilania rezerwowego, jakim jest agregat prądotwórczy i źródło zasilania zapasowego, jakim są akumulatory i UPS-y, oraz rezerwowe linie zasilające
- agregat prądotwórczy powinien uruchamiać się przy zaniku napięcia zasilającego lub jego obniżeniu poniżej 10 % w czasie dłuższym niż 3 s, powinien pokrywać zapotrzebowanie mocy dla warunków awaryjnych, co stanowi zazwyczaj 35 % mocy szczytowej, uruchomienie zespołu prądotwórczego nie może być dłuższe niż 15 s, zbiorniki paliwa (oleju napędowego) powinny zapewnić pracę z pełnym obciążeniem minimum przez 24 h
- źródło zasilania zapasowego, którego zadaniem jest zasilanie światła bezcieniowych w salach operacyjnych, aparatów elektromedycznych i oświetlenia ewakuacyjnego, jeśli jest to akumulator winno się uruchamiać w przypadku przerwy w zasilaniu w czasie nie większym niż 0,5 s – w przypadku UPS-a ze względu na jego cechy techniczne nie występuje przerwa w zasilaniu obwodów odbiorczych
- rezerwowe linie zasilające powinny być doprowadzone do stacji

transformatorowych z dwóch niezależnych GPZ-tów lub co najmniej znajdować się w zamkniętej pętli w przypadku zasilania z jednego GPZ-tu

Wszystkie pomieszczenia użytkowane medycznie zostały poklasyfikowane w zależności od grupy na dwie klasy zasilania – klasę 0,5 i klasę 0,5-15. Klasa 0,5 oznacza, że dopuszczalny czas braku zasilania nie może być większy od 0,5 s, zaś klasa 0,5-15, że dopuszczalny czas braku zasilania może być większy niż 0,5 s ale nie może być dłuższy niż 15 s.

7. Kontrola i konserwacja

Wybudowane i eksploatowane urządzenia i instalacje mają to do siebie, że ulegają w miarę upływu czasu zużyciu. Dlatego winny być one poddawane badaniom kontrolnym. Prawo budowlane precyzuje, że badania kontrolne w obiektach budowlanych powinny być przeprowadzane, co pięć lat. W przypadku zakładów opieki medycznej tak długi okres czasu jest nie do zaakceptowania. Działanie wskaźnika stanu izolacji powinno być kontrolowane przed każdą operacją, zaś badania kontrolne, co 6 do 12 miesięcy, tak jak to dzieje się szpitalach krajów zaawansowanej technologii i opieki medycznej. Poniższa tabela podana za książką inż. Krzysztofa Sałasińskiego [1] przedstawia zakres badań i pomiarów przyjęty w placówkach ochrony zdrowia na terenie byłego Okręgowego Inspektoratu Gospodarki Energetycznej w Łodzi.

| Grupa 2 | | Grupa 1 | | Grupa 0 | |
|--|-------------|---|-------------|--|-------------|
| Sale operacyjne, pomieszczenia przygotowania pacjentów, Intensywne Oddziały Opieki Medycznej, sale reanimacyjne, porodowe i endoskopowi z zastosowaniem aparatury elektromedycznej | | Sale chorych, gabinety zabiegowe, fizykoterapii, rentgenowskie, stomatologiczne, USG, EKG, EEG, ambulatoria, oddziały doświadczalne | | Gabinety lekarskie bez aparatury elektromedycznej, masażu, gimnastyczne, sale opatrunkowe, pomieszczenia dla personelu | |
| Pomiary ciągłości i rezystancji przewodów ochronnych, badanie wyłączników różnicowoprądowych, nadmiarowych i wskaźników stanu izolacji | co 6 mies. | Pomiary i badania jak dla grupy 2 w zależności od stanu sieci zasilającej i jej rodzaju oraz stosowanego środka ochrony przeciwporażeniowej | co 12 mies. | Pomiary i badania jak dla grupy 1 | co 24 mies. |
| Badania ciągłości i rezystancji przewodów ochronnych i wyrównawczych, pomiary rezystancji izolacji i impedancji zwarcia w sieciach pracujących w układzie TN | co 12 mies. | Ambulans RTG i instalacja wewnątrz autobusu | | Badania i pomiary rezystancji przewodów ochronnych, badania wyłączników różnicowoprądowych | co 6 mies. |
| | | Przylącze stacjonarne zasilające autobus | | | j.w. |

| Pomieszczenia niemedyczne | Zakres badań i pomiarów | Okres badań |
|--|---|----------------|
| Pomieszczenia o II kategorii warunków środowiskowych np. kuchnie, pralnie, kotłownie, laboratoria, pracownie protetyczne | W zależności od stanu i rodzaju sieci zasilającej i zastosowanych środków ochrony przeciwporażeniowej | co 12 miesięcy |

| | | |
|-----------------------------|---|---------------|
| Wyłączniki różnicowoprądowe | Pomiar czasu zadziałania i prądu wyzwalań | co 6 miesięcy |
|-----------------------------|---|---------------|

Instalacje piorunochronie należy badać zgodnie z normą PN-86/E-0500

8. Zakończenie.

W powyższym opracowaniu zarysowano pewne zagadnienia dotyczące poprawności projektowania, budowy, eksploatacji instalacji elektrycznych i bezpieczeństwa w zakładach opieki zdrowotnej – opracowanie to jednak nie wyczerpuje wszystkich zagadnień dotyczących bezpieczeństwa elektrycznego w tych obiektach. Mam nadzieję, że to opracowanie przybliży niektóre mało znane aspekty w tym zakresie, które jak do tej pory nie doczekały się uregulowań normatywnych, gdyż ciągle czekamy na normę PN-IEC-60364-710 „Instalacje w obiektach budowlanych. Instalacje elektryczne w szpitalach i innych pomieszczeniach dla potrzeb medycznych”.

Literatura:

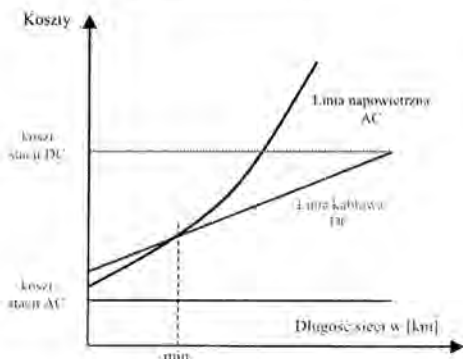
- 1) *Bezpieczeństwo elektryczne w zakładach opieki zdrowotnej – Krzysztof Salasiński*
- 2) *Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo Budowlane (t.j. Dz.U. Nr 106 poz 1126 z 2000 roku wraz z późn. zm.)*
- 3) *Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 17 czerwca 1996 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U Nr 79 poz. 513)*
- 4) *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75 poz. 690 z późn. zm.)*
- 5) *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 9 marca 2000 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać pomieszczenia, urządzenia i sprzęt medyczny, służące wykonywaniu indywidualnej praktyki lekarskiej, indywidualnej specjalistycznej praktyki lekarskiej i grupowej praktyki lekarskiej (Dz.U. Nr 20 poz. 254)*

- 6) Zeszyty normy PN-IEC 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych
- 7) Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Wymagania ogólne. - PN-86/E-05003/01
- 8) Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona obostrzona. - PN-86/E-05003/03
- 9) Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Ochrona specjalna. - PN-86/E-05003/04
- 10) Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. - PN-IEC 61024-1:2001
- 11) Ochrona odgromowa obiektów budowlanych. Zasady ogólne. Wybór poziomów ochrony dla urządzeń piorunochronnych. - PN-IEC 61024-1-1:2001
- 12) Ochrona przed piorunowym impulsem elektromagnetycznym. Zasady ogólne. PN-IEC 61312-1:2001

mgr inż. Helena Hawryluk
 ZSME Tarnów
 Koło SEP Nr 9

Przesył energii elektrycznej liniami kablowymi prądu stałego

Przesył energii elektrycznej prądem stałym jest w niektórych przypadkach korzystną alternatywą dla jej przesyłu prądem przemiennym. Stosuje się go do przesyłu dużych mocy na znaczne odległości liniami napowietrznymi, do przekraczania cieśnin morskich liniami kablowymi, oraz łączenia systemów elektroenergetycznych do współpracy. Decyzja o wyborze rodzaju prądu jest podejmowana przede wszystkim na podstawie analizy ekonomicznej. Ocenia się, że przesył prądem stałym staje się opłacalny w przypadku linii napowietrznych przekraczających długość około 550 [km], kablami ziemnymi 50 [km] kablamiorskimi 25 [km].



Szacunkowe koszty stacji i sieci przy AC i DC

Zastosowanie prądu stałego w przesyłaniu energii elektrycznej ma między innymi następujące zalety :

- przesyłanie mocy kablami morskimi, nie ma praktycznie ograniczeń w długości kabli
- przesyłanie wielkich mocy sieciami napowietrznymi opłacalne, przy bardzo dużych odległościach praktycznie powyżej 600 [km]
- brak problemów z gospodarką mocą bierną w układach DC,
- znacznie niższe straty mocy w kablach HVDC,
- większa niezawodność linii prądu stałego dla układu dwubiegunowego
- zwiększenie gęstości mocy przesyłanej przez istniejące linie przesyłowe,
- w liniach kablowych DC nie występują straty dielektryczne i napięcia mogą być kilkakrotnie większe niż w kablach AC,
- znaczne oszczędności materiałowe, głównie w izolacji, dochodzące do 30[%]
- łatwiejsze przesyłanie określonej, zakontraktowanej energii od producenta do odbiorcy

Nie należy również pominąć podstawowych wad układów przesyłowych prądu stałego takich jak:

- duży koszt budowy stacji przekształtnikowych
- konieczność stosowania filtrów wyższych harmonicznych
- dużo trudniejsze warunki wyłączenia obwodów prądu stałego w porównaniu z obwodami prądu przemiennego
- trudności w odbiorze mocy z punktów pośrednich linii ,brak ogólnie dostępnej odpowiedniej aparatury łączeniowej DC
- duży pobór mocy biernej przez stacje przekształtnikowe
- częste zakłócenia w pracy prostowników wrażliwych na przeciążenia
- transformacja napięcia może odbywać się tylko po stronie prądu przemiennego układu.

Obecnie na świecie pracuje już kilkadziesiąt układów przesyłowych prądu stałego o łącznej mocy około 50 [GW], nadal rozwija się tzw. technologia lekka – HVDC Light, podmorskich linii kablowych prądu stałego.

Linii kablowych prądu przemiennego nie można prowadzić na duże odległości ze względu na znaczne prądy pojemnościowe.

Należy też sądzić że w przyszłości częściej linie napowietrzne będą zastępowane liniami kablowymi ze względu na zabudowę terenów ,estetykę i ochrony środowiska, zapewne również liniami prądu stałego.



Ostatnio w wyniku szwedzko – polskiego przedsięwzięcia inwestycyjnego, powstał pierwszy układ przesyłowy prądu stałego Polska – Szwecja, który łączy systemy elektroenergetyczne obu krajów, tworząc tzw. „Pierścień Bałtycki”.

Układ przesyłowy prądu stałego Szwecja – Polska, to też pierwsze elektroenergetyczne połączenie naszego kraju ze Skandynawią. Ma ono na celu rozszerzenie współpracy gospodarczej pomiędzy Polską i Szwecją, oraz międzynarodową wymianę energii elektrycznej pomiędzy systemami CENTREL i NORDEL.

Połączenie to przyczyniło się do istotnej poprawy ogólnego bezpieczeństwa pracy obu systemów energetycznych.

Dzięki temu połączeniu zwiększyła się pewność zasilania północnej, deficytowej w źródła wytwórcze, części naszego kraju. Energia dostarczana ze Szwecji pozwala obniżyć straty przesyłowe, związane z przesyłem energii z południa na północ Polski.

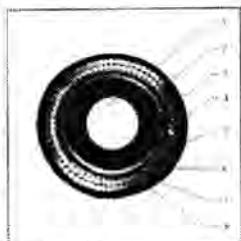
Zastosowane rozwiązania techniczne gwarantują zdolność przesyłową w obie strony na poziomie 600 [MW], kablem jednożyłowym zaś żyłą powrotną jest słona woda Bałtyku. Układanie kabla morskiego w linii Swe-Pol zakończono w grudniu 1999r. Próby napięciowe zakończono w marcu 2000r., a od sierpnia tegoż roku, datuje się komercyjne użytkowanie połączenia.

Oto niektóre dane techniczne dotyczące tej linii kablowej.

Linia kablowa prądu stałego o napięciu 450 [kV] składa się z :

- 2 kilometrowego lądowego odcinka po stronie szwedzkiej,
- 256 kilometrowego odcinka podmorskiego,
- 12 kilometrowego lądowego odcinka po stronie polskiej.

Żyła kabla morskiego posiada przekrój 1800[mm²] (obciążalność 1300[A]), a żyła kabla lądowego 2100[mm²], grubość izolacji wynosi 20[mm], średnice zewnętrzne obu typów kabli wynoszą odpowiednio: 145 i 141[mm].



Tyć.3.3.2 Konstrukcja kabla morskiego SwePol: 1) żyła miedziana wewnętrzna 2) ekran półprzewodzący 3) izolacja papier + sycwo, 4) powłoka ochronna, 5) osłona woskowa, 6) wzmacnienie z włókna stalowego, 7) pancierz z dwóch warstw drutów stalowych, 8) dwie warstwy przędzy polipropylenowej z masą białaczną [12]

Kabel lądowy posiada tylko jedną warstwę oplotu drutów stalowych stanowiących osłonę mechaniczną. Izolacja główna kabla wykonana jest ze specjalnego papieru nasyczonego lepkiem olejnym. Zewnątrz warstwy wykonano z drutów stalowych. Rozwiązanie tego kabla nie jest prototypowe obecnie na Bałtyku i w cieśninach Kattegat i Skagerrak pracuje 8 podobnych stałoprądowych, podmorskich kabli energetycznych.

Przewiduje się, że w przyszłości linie przesyłowe wysokiego napięcia prądu stałego (HVDC) będą coraz częściej budowane i doskonalone.

Z pewnością będzie zwiększać się ich niezawodność, oraz będą znajdowały coraz szersze zastosowanie.

Nie można wykluczyć że linie prądu stałego w przyszłości, mogą połączyć wszystkie kontynenty, czego nie da się wykonać przy użyciu tradycyjnych linii prądu przemiennego.

Literatura:

1. Łoziński K.; Układ przesyłowy 450 kV Polska – Szwecja /Biuletyn Miesięcznik PSE S.A. 1999 nr.5.

2. Wiadomości elektrotechniczne – nr.5/2000r. oraz nr.2/2001r.
3. Energetyka nr.11/2001r. „Tendencje rozwoju kabli morskich DC” A.Rakowska.
4. A.Rakowska „Kable podmorskie”, IV Ogólnopolskie Sympozjum n.t. „Inżynieria wysokich napięć”, Kiekrz, maj 1998r.
5. Praca dyplomowa PWSZ 2003 – Sebastian Batko „Warunki przesyłu energii elektrycznej liniami napowietrznymi i kablowymi prądu stałego”

Mgr inż. Bolesław Kurowski
 Sekcja Instalacji i Urządzeń Elektrycznych

Wielowymiarowość mocy w obwodach elektrycznych prądu zmiennego.

1. Wstęp

1.1. Moc czynna

Moc czynna wytwarza użyteczną energię mechaniczną, ciepłą możliwą do transformacji na inne rodzaje energii. I tak w przypadku przebiegów sinusoidalnych napięcia i prądu w danej gałęzi:

$$P = I^2 R = U I \cos(\angle U; I) = U I \cos \varphi \text{ [W]}$$

gdzie $\angle(U; I) = \varphi_u - \varphi_i = \varphi$ przesunięcie fazowe pomiędzy wskazami U oraz I .

1.2. Moc bierna

Jeżeli w tej samej gałęzi obwodu znajduje się element reaktancyjny X można zapisać

$$Q = I^2 X = U I \sin \varphi \text{ [VA]}$$

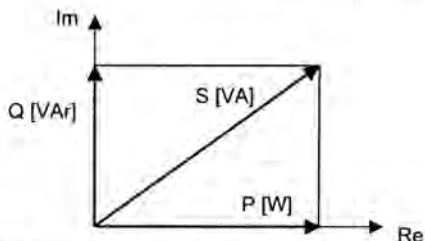
Wyrażenie Q zwane mocą bierną przez wielu autorów nie jest jednakoowo interpretowane. Aczkolwiek w danym przypadku jest to przyzwoita porcja energii zmagazynowana w polu elektrycznym lub magnetycznym.

W dalszych rozważaniach okaże się, że moc bierna może się ujawnić w obwodach bez reaktancji X .

1.3. Moc pozoma

Sumując geometrycznie moce czynną i bierną otrzymujemy moc pozomą

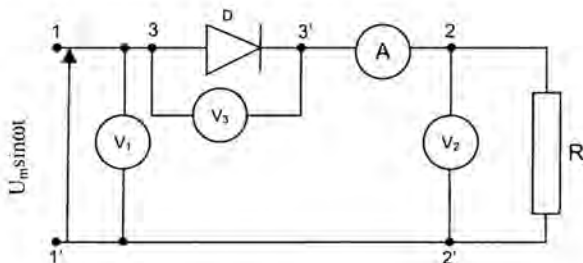
$$S = U I = \sqrt{P^2 + Q^2} \text{ [VA]}$$



Rys. 1 Trójkąt mocy dla przebiegów sinusoidalnych napięcia i prądu

2. Obwody z elementami nieliniowymi

Przeanalizujemy prosty obwód nieliniowy z diodą idealną w obwodzie obciążonym rezystancją. Dioda w kierunku przewodzenia $R=0$; w kierunku zaporowym $R=\infty$; pomijamy również pojemność diody.



Rys. 2 Prosty obwód nieliniowy. W obwodzie zastosowano przyrządy wskazujące wartość skuteczną.

Niech $u = 141,4 \sin \omega t$; $R = 10\Omega$;

Wartość skuteczna napięcia U_1 (V) $U_1 = \frac{141,4}{\sqrt{2}} = 100$ [V]

Wartość skuteczna prądu $I = \frac{141,4}{2 \cdot 10} = 7,07$ [A]

Wartość skuteczna napięcia U_2 (V) $U_2 = \frac{141,4}{2} = 70,7$ [V]

Wartość skuteczna napięcia U_3 (V) $U_3 = \frac{141,4}{2} = 70,7$ [V]

Moc zmierzona na zaciskach 2-2'

$$P_2 = I^2 R = U_2 I = 7,07^2 \cdot 10 = 70,7 \times 7,07 = 500 \text{ [W]}$$

Wartość zmierzona na zaciskach 1-1'

$$U_1 I = 100 \times 7,07 = S_1$$

Wielkość $P_2 \neq S_1$

Zatem występuje gdzieś różnica pomiędzy wartościami mierzonymi na zaciskach 1-1' i 2-2'

Wielkość mierzona na zaciskach 3-3'

$$D = U_3 I = 70,7 \times 7,07 = 500 \text{ [VA}_D\text{]}$$

D - moc deformacji w [VA_D]

$$S_1 = \sqrt{P^2 + D^2} \text{ lub } D = \sqrt{S_1^2 - P^2}$$

Obwód z przebiegami sinusoidalnymi napięcia i prądu na podstawie twierdzenia Fouriera można rozłożyć na składowe

$U_0, U_1, U_2, U_3, \dots, U_n$

$I_0, I_1, I_2, I_3, \dots, I_n$

w postaci:

$$u = U_0 + U_m \sin \psi_{U1} + U_{2m} \sin \psi_{U2} + U_{3m} \sin \psi_{U3} + \dots$$

$$i = I_{01} \sin \psi_{i1} + I_{2m} \sin \psi_{i2} + I_{3m} \sin \psi_{i3} + \dots$$

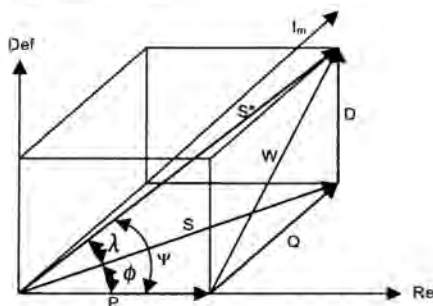
Jeżeli w obwodzie występuje reaktancja, wystąpi również moc bierna Q [V A r] wówczas

$$P = P_o + \sum U_k I_k \cos \phi_k \quad i \quad Q = \sum U_k I_k \sin \phi_k$$

A modelem wskazowym mocy może być prostopadłościan

$$S^* = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2} \text{ [V A]}$$

Gdzie S^* - modułowa moc pozorna



Rys. 3 Model geometryczny mocy dla przebiegów niesinusoidalnych napięć i prądów

Dla modelu pokazanego na rys. 3

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}; \quad \cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$S^* = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2} \quad \cos \psi = \frac{P}{S^*} \quad \cos \lambda = \frac{S}{S^*}$$

$$D = \sqrt{S^{*2} - S^2} \quad \text{oraz} \quad \cos \psi = \cos \varphi \cos \lambda$$

Istnieje różnorodność określeń poszczególnych parametrów mocy

przez różnych autorów podręczników i artykułów (S. Fryze, Z. Nowomiejski, B. Konorski, A. Handke, Rozezweig).

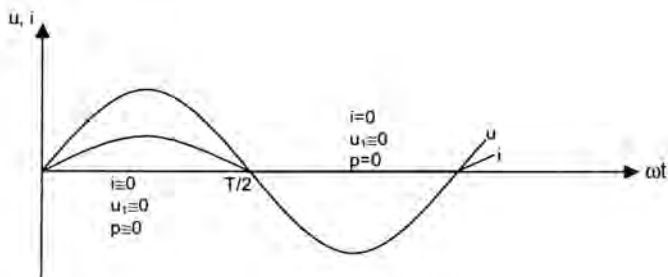
Oprócz nowej wielkości moc deformacji – D , wprowadzono modułowa moc pozorna – S^* .

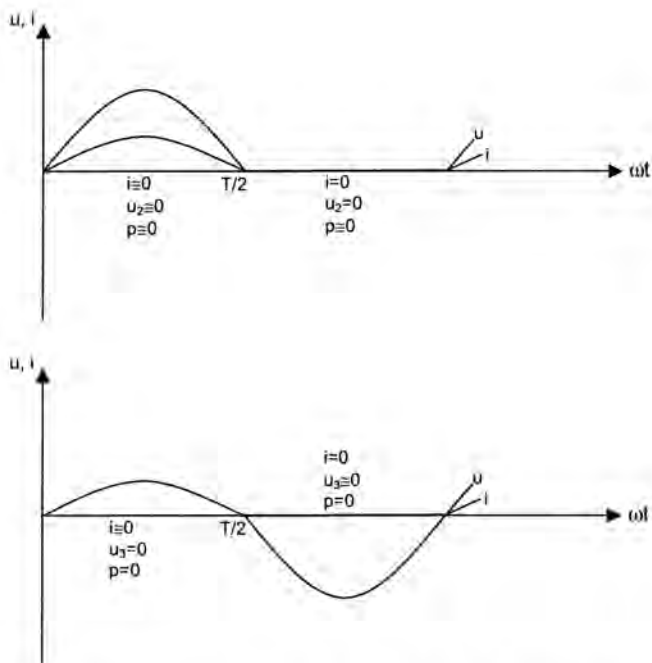
Dla oceny wpływu odbiorników nieliniowych na elektroenergetyczną sieć zasilającą, niektórzy autorzy wprowadzają pojęcie tzw. mocy biernej W

$$W = \sqrt{Q^2 + D^2}$$

zwaną też mocą dystorsji. Wprowadzono też współczynnik

$$\sin \Psi = \frac{W}{S^*}$$

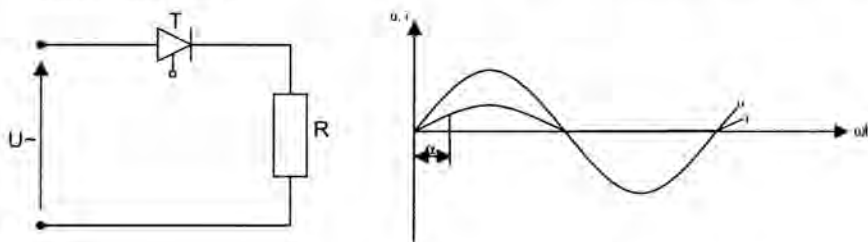




Rys. 4 Wartości chwilowe napięć, prądu i mocy (p,d) dla obwodu z rys. 2

3. Obwody z przeksztaltnikami tyrystorowymi sterowanymi fazowo.

Obwody posiadające do regulacji zawory tyrystorowe jedno i dwukierunkowe, jedno i wielofazowe generują harmoniczne napięcia i prądu, których wartości przy stałych R,L,C zależą od kąta wysterowania α .



Rys. 5 Wartości chwilowe prądu w obwodzie z zaworem tyrystorowym obciążonym rezystancją.

Wartość amplitud kolejnych harmonicznych prądu w obwodzie z rys. 5

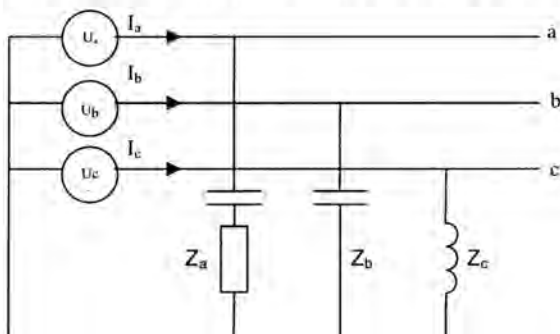
$$I(\alpha)_{lm} = \frac{U_m}{2\pi R} \sqrt{\sin^4 \alpha + \left(\pi - \alpha + \frac{1}{2} \sin 2\alpha\right)^2}$$

$$I(\alpha)_{\text{km}} = \frac{U_m}{2\pi R} \sqrt{\left[\frac{\cos(1+k)\alpha}{1+k} + \frac{\cos(1-k)\alpha}{1-k} - \frac{\cos(1+k)\pi}{1+k} - \frac{\cos(1-k)\pi}{1-k} \right]^2 + \left[\frac{\sin(1+k)\alpha}{1+k} - \frac{\sin(1-k)\alpha}{1-k} \right]^2}$$

Wartość skuteczna prądu w obwodzie z rys. 5

$$I_s(\alpha) = \frac{I_m}{2} \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{1}{2\pi} \sin 2\alpha}$$

4. Wpływ asymetrii obciążeń i harmonicznych prądu na obciążenie przewodów.



Rys. 6 Przykład obwodu z odkształconymi przebiegami napięć i prądów.

Niech:

$$U_a = \sqrt{2} \cdot 220 \sin \omega t + \sqrt{2} \cdot 80 \sin \omega t$$

$$U_b = \sqrt{2} \cdot 220 \sin(\omega t + 240^\circ) + \sqrt{2} \cdot 80 \sin 3\omega t$$

$$U_c = \sqrt{2} \cdot 220 \sin(\omega t + 120^\circ) + \sqrt{2} \cdot 80 \sin 3\omega t$$

$$Z_{1a} = (10 - j3)\Omega$$

$$Z_{3a} = (10 - j1)\Omega$$

$$Z_{1b} = -j9\Omega$$

$$Z_{3b} = -j3\Omega$$

$$Z_{1c} = j10\Omega$$

$$Z_{3c} = j30\Omega$$

Wówczas

$$I_{1a} = 22\text{A}$$

$$I_{1b} = 24,4\text{A}$$

$$I_{1c} = 22\text{A}$$

$$I_{3a} = 6,97\text{A}$$

$$I_{3b} = 23,33\text{A}$$

$$I_{3c} = 2,33\text{A}$$

$$I_{10} = 59,7\text{A}$$

$$I_{30} = 22,77\text{A}$$

$$I_0 = 63,89\text{A}$$

$$I_a = 23,1\text{A}$$

$$I_b = 33,79\text{A}$$

$$I_c = 22,12\text{A}$$

Jak z przykładu wynika (stare „pocziwe” składowe symetryczne i składowe harmoniczne), całkowity prąd \$I_0\$ jest 1,89 razy większy od najbardziej obciążonej fazy „b”.

Wartość prądu \$I_0\$ może być relatywnie znacznie większa w przypadku:

- bardziej odkształconego napięcia
- nieliniowych impedancji \$Z_a, Z_b, Z_c\$
- możliwości wystąpienia rezonansu napięć
- rezonansu parametrycznego, lub drgań relaksacyjnych
- prostowników sterowanych fazowo

6. Moc bierna w przekształtnikach sterowanych fazowo

Przyjmując dla uproszczenia sztywność napięcia zasilającego układ sterowany fazowo, pierwsza harmoniczna prądu jest przesunięta w stosunku do sinusoidalnego napięcia sieci o kąt φ (α). Stąd na skutek tego przesunięcia miernik mocy biernej wskazuje występowanie mocy biernej, mimo, że w obwodzie nie ma elementów reakcyjnych a występuje tylko rezystancja. Q to część zmierzonej lub wyliczonej mocy zwiemy mocą bierną sterowania. W przypadku występowania elementu X obwód będzie pobierał moc bierną przesunięcia (czasem zwaną komutacyjną). Zjawisko wyżej opisane zilustrujemy przykładem.

Dla rys. 5 przyjmujemy $u_1 = \sqrt{2} E_{100} \sin \omega t$ V; oraz $R = 10 \Omega$

Wyliczone wartości $I_s(\alpha)$; $I(\alpha)_{im}$; $\varphi(X)$,

wstawiamy do wzorów

$$P = I_1^2 R = U_1 I_1 \cos \varphi_1 \quad Q = U_1 I_1 \sin \varphi_1 \text{ oraz do wzorów z p. 2.}$$

| α | I_s | I_{1m} | φ_α | P | Q_1 | S_1 | S^* | D | W |
|------------------|-------|----------|------------------|-------|-------|-------|-------|------------------|-------------------|
| rad | A | A | ° | W | VEAr | VEA | VEA | VEA _D | VEAr _D |
| 0 | 7,071 | - | 0 | 500 | - | - | - | - | - |
| $\frac{\pi}{6}$ | 6,968 | 6,891 | -4,68 | 485,5 | 39,8 | 487,1 | 696,8 | 498,2 | 499,8 |
| $\frac{\pi}{3}$ | 6,342 | 5,93 | -16,61 | 402,2 | 119,9 | 419,7 | 634,2 | 475,4 | 490,3 |
| $\frac{\pi}{2}$ | 5 | 4,19 | -32,48 | 250 | 159,1 | 296,3 | 500 | 402,8 | 433 |
| $\frac{2\pi}{3}$ | 3,12 | 2,182 | -50,68 | 97,3 | 119,4 | 154 | 312 | 253,3 | 280 |
| $\frac{5\pi}{6}$ | 1,2 | 0,598 | -70,03 | 14,4 | 39,7 | 42,2 | 120 | 112,3 | 119,1 |

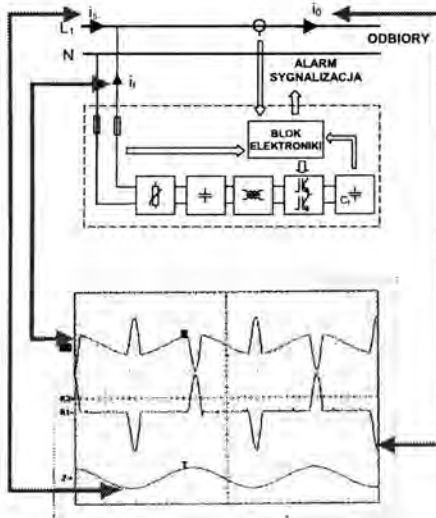
Jak wynika z przykładu liczbowego wyniki którego podaje tabela, w obwodach sterowanych fazowo tyrystorem obciążonych rezystancją układ zachowuje się jak odbiornik mocy biernej. Z tabeli wynika, że moc bierna układu osiąga maksimum przy $\alpha = \frac{\pi}{2}$ (90°). Zatem należy przyjąć, że optymalny przedział kąta wysterowania $\alpha \leq 60^\circ$ dla jednofazowych prostowników sterowanych fazowo.

5. Filtry aktywne

Ograniczenie wpływu składowych harmonicznych prądu jest możliwe przy pomocy tzw. „filtrów” rezonansowych a właściwie dwójników L, C, które, mogą zamykać część harmonicznych.

Bardziej efektywnym sposobem ograniczenia wpływu odkształconego przebiegu prądu są filtry aktywne (FA). Filtry te w odróżnieniu od filtrów rezonansowych mogą kompensować wpływ całego widma dyskretnego przez „wypełnienie”, ubytków sinusoidy prądu. Inaczej mówiąc filtr aktywny FA jest przeznaczony do kompensacji mocy deformacji „D” i mocy biernej przesunięcia „Q”, lub tylko mocy deformacji.

W obydwu wypadkach FA obniża zawartość wyższych harmonicznych w prądzie pobieranym z sieci zasilającej odbiorniki nieliniowe. Zasadę działania FA przedstawia rys. 7



Rys. 7 Schemat blokowy filtra aktywnego

Układ filtra składa się z falownika tranzystorowego (IGBT), filtra biernego LC, baterii kondensatorów C_f włączonej w obwodzie napięcia stałego, oraz bloku sterowania. Blok sterowania na podstawie porównania prądu odbiorników z sinusoidą wzorcową określa kształt prądu generowanego przez falownik. Prąd ten po dodaniu do prądu odbiornika powoduje, że prąd sieci ma przebieg sinusoidalny. Praca FA jest możliwa dzięki dwukierunkowemu przepływowi energii w układzie falownik-kondensator C_f .

Zastosowanie FA umożliwia:

- zmniejszenie zawartości harmonicznych prądu pobierczego z sieci,
- zmniejszenie wartości skutecznych i szczytowych prądu pobieranego z sieci,
- zmniejszenie zakłóceń sieciowych zagrażających odbiornikom,
- zmniejszenie przekrojów przewodów zasilających,
- zmniejszenie mocy źródła zasilającego odbiornik,

Przykład podany na rys. 2, świadczy że transformator zasilający też musimy zbudować na napięcie u , (uzwojenie zasilające) i prąd obciążenia I_j . moc typowa musi być $\sqrt{2}$ razy większa od mocy przenoszonej (mocy odbiornika).

Literatura:

K. Krug

Podstawy elektrotechniki cz. II

L.A. Biessonow

Teoreticzeskije osnovy eliektrotiechniki 1964

A. Handke

Mocze pobierane z elektroenergetycznej sieci zasilającej przez wybrane tyrystorowe prostowniki sterowane 1983

R. Barlik i M. Nowak

Technika tyrystorowa 1983



Bolesław Galicyjski
Jędrzej Wola-Spicymirski

Aforyzmy i spostrzeżenia

Mężczyzna w wieku 17 – 70 lat to kraj w którym
rządzi mały dyktator

Internet

Ludzie potykają się nie o góry lecz o kretowiska

Konfucjusz

Rób to co lubisz a całe życie będziesz bezrobotny.

Konfucjusz

Człowiek uczy się mówić bardzo wcześnie
- milczeć bardzo późno.



Oddział Tarnowski
Stowarzyszenia Elektryków Polskich
OŚRODEK SZKOLENIA

ul. Rynek 10
33-100 Tarnów
tel./fax: 0/prefix/14 621 68 13

OFERTA

Ośrodek Szkolenia T/O SEP w Tarnowie ul. Rynek 10 uprzejmie informuje, że prowadzi kursy w zakresie prac związanych z budową i eksploatacją sieci izolowanych napowietrznych niskiego napięcia. Zajęcia teoretyczne i praktyczne odbywają się w TARNOWIE w 12-to osobowych grupach pod kierunkiem doświadczonych wykładowców i instruktorów. Na 24 godziny szkolenia 8 godzin stanowią wykłady teoretyczne, natomiast pozostałe 16 godzin poświęcone są szkoleniu praktycznemu. W czasie szkolenia praktycznego organizatorzy zapewniają niezbędny sprzęt i materiały.

Obecnie cena promocyjna kursu wynosi 350 zł za osobę

Zainteresowanych prosimy o kontakt telefoniczny z Oddziałem Tarnowskim SEP-u

- tel. (014) 631-13-29 p. Jan Witos w godz. 7⁰⁰ - 15⁰⁰
- tel. (014) 621-68-13 Biuro SEP w godz. 11⁰⁰ - 15⁰⁰

lub osobiście w sekretariacie Oddziału SEP Tarnów Rynek 10
w godzinach 11⁰⁰ 15⁰⁰

Terminy kursów są dostosowywane do wymagań zainteresowanych i mogą odbywać się również w godzinach popołudniowych

Po zakończeniu szkolenia uczestnicy otrzymują zaświadczenie.

W najbliższym okresie planuje się również prowadzenie następujących kursów:

- zabezpieczenie przed upadkiem z wysokości
- prac pod napięciem na liniach napowietrznych nn
- budowy napowietrznych linii teletechnicznych.

Oddział Tarnowski SEP

oferuje usługi w zakresie:

- organizacji konferencji i narad
- organizacji kursów przygotowawczych do egzaminów kwalifikacyjnych dla elektryków
- organizacji kursów przygotowawczych do egzaminu na uprawnienia budowlane
- organizacji szkoleń specjalistycznych (w tym na uprawnienia pomiarowe)
- przeprowadzanie egzaminów kwalifikacyjnych dla elektryków
- pośrednictwa w sprzedaży materiałów szkoleniowych
- działalności informacyjnej i doradztwa technicznego
- opiniowania wniosków o nadanie specjalizacji zawodowej dla inżynierów i techników
- opiniowania wniosków w sprawie nadania rekomendacji dla wyrobów i usług w branży elektrycznej

Ośrodek Rzeczoznawstwa SEP

33-100 Tarnów ul. Rynek 10, tel. 621-55-29

Świadczy usługi

we wszystkich dziedzinach elektryki:

- | | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Ekspertyzy i opinie | <input checked="" type="checkbox"/> Badania techniczne urządzeń elektrycznych i elektronicznych |
| <input checked="" type="checkbox"/> Projekty techniczne i technologiczne | <input checked="" type="checkbox"/> Opinie rekomendacyjne |
| <input checked="" type="checkbox"/> Badania eksploatacyjne | <input checked="" type="checkbox"/> Instrukcje eksploatacyjne |

Oddział Tarnowski Stowarzyszenia Elektryków Polskich

organizuje

kursy przygotowawcze

do egzaminu na uprawnienia budowlane

we wszystkich specjalnościach i branżach zawodowych.

Szkolenie przeznaczone jest dla: inżynierów, techników, mistrzów

Tematyka szkolenia obejmuje wszystkie rozporządzenia i zarządzenia Głównego Urzędu Nadzoru Budowlanego wymagane na egzaminach.

Wykłady prowadzone są przez doświadczonych fachowców.

Czas trwania kursu wynosi 100 godz. wykładów.

Dokładnych informacji na temat wymaganej praktyki udziela UW Wydział Nadzoru Budowlanego Tarnów, ul. Narutowicza

**Informacje, zgłoszenia: w biurze oddziału SEP
w Tarnowie Rynek 10, tel.: 621-55-29, 621-60-11**

INTERNET

Świadczymy kompleksowe usługi dostępne do Internetu. Instalujemy łącza dla klientów indywidualnych, firm, kawiarni Internetowych, sieci osiedlowych.

Oferujemy:

- dostęp do internetu poprzez linie komutowane (telefoniczne).
 - 12-linii modemowych, obsługiwanych przez modemy o szybkości 33 kbit/s.
 - nielimitowany czas połączenia ani pory dnia.
- dostęp do Internetu poprzez linie dzierżawione:
- konta pocztowe e-mail
- projektowanie i administracja serwisów www
- wirtualne serwery :
 - - możliwość rejestracji własnej domeny internetowej przez klienta np: **firma.com.pl**
 - - utworzenie serwera www pod własnym adresem internetowym np: **www.firma.com.pl**
 - - obsługa poczty e-mail o własnym adresie na przykład: **uzytkownik@firma.com.pl**
- konfiguracje przyłączy internetowych u klientów,
- uruchomienie i konfiguracja routerów, firewalli itp.,
- instalacje „bezpiecznych” serwerów internetowych
- prywatne sieci wirtualne (VPN)

www.zetosa.com.pl
[e-mail:sales@zetosa.com.pl](mailto:sales@zetosa.com.pl)

**pewna łączność
zawsze i wszędzie**

SIECI KOMPUTEROWE

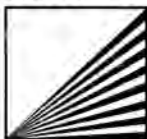
Wykonujemy instalacje sieciowe pod klucz: od projektu, poprzez okablowanie, do uruchomienia serwera i stacji roboczych. Oferujemy projekty i wykonanie okablowania pozwalające stworzyć nowoczesną infrastrukturę sieci komputerowych. Wykorzystując produkty renomowanych firm wykonujemy instalacje systemów okablowania strukturalnego w technice miedzianej i światłowodowej.

Świadczymy także usługi fragmentaryczne, uzależnione od potrzeb klienta (np. Rekonfiguracje serwerów, administracja, dostawa i uruchomienie drukarek sieciowych).

Wprowadzamy do naszej oferty coraz to nowe usługi, w ramach których wykonujemy konfiguracje przyłączy internetowych u klientów (uruchomienie i konfiguracja routerów, firewalli itp.), Instalacje „bezpiecznych” serwerów internetowych czy też prywatne sieci wirtualne (VPN).

Jesteśmy otwarci na każdą współpracę.

ZETO SA®



Zespół Efektywnych Technik Obliczeniowych SA

**33-100 Tarnów, ul. Urszulańska 25
tel./fax: 14 621 66 62**



Tarnowskie Dni Elektryka 2003



PROGRAM

Czy te technologie są skazane na sukces ?

- **Energetyka rozproszona w oparciu o ogniwa paliwowe**
- **Przesył energii liniami prądu stałego (DCL)**
- **Naziemna transmisja telewizji cyfrowej (DVB-T)**

Dzień pierwszy 2 czerwiec 2003 r.

10³⁰ - 14⁴⁵

- 10:30** Otwarcie TDE 2003 - Prezes Oddziału Tarnowskiego SEP - Antoni Maziarka
10:45 Ogniwa paliwowe - prof. Piotr Krzysztof Wrona - Uniwersytet Warszawski
11:45 Zabezpieczenia odgromowe i przepięciowe sieci zintegrowanych - firma DEHN
12:45 Transmisja cyfrowa TV drogą naziemną (DVB-T)
13:45 Przesył energii elektrycznej liniami prądu stałego (DCL) – Sebastian Batko
- PWSZ w Tarnowie

Dzień drugi 4 czerwiec 2003 r.

10¹⁵ - 14⁰⁰

II SEP-owskie spotkania elektroinstalacyjne:

- 10:15** Otwarcie i informacje ogólne - Antoni Maziarka
10:25 Podstawy prawne zasilania obiektów energią elektryczną - Jan Sznajder
10:40 Wymagania ZET S.A. dotyczące zabezpieczeń w sieciach nn i wynikające z tego uwarunkowania w realizacji instalacji - Krzysztof Mikulski
11:10 Selektywność zabezpieczeń w sieci rozdzielczej i instalacjach o napięciu do 1 kV – charakterystyki pasmowe zabezpieczeń topikowych - Zbigniew Gniadek
11:35 Selektywność zabezpieczeń, zabezpieczenia nadprądowe w instalacjach, wyłączniki samoczynne i bezpieczniki topikowe - Wiesław Cich
12:15 Urządzenia do bezprzerwowego zasilania - firma „CES” sp. z o.o.
Tablice rozdzielcze z wyłącznikami selektywnymi - firma „Kwant II”
13:45 Zakończenie

Miejsce: Sala błękitna - biurowiec ul. Lwowska 72-96 b Tarnów

