

Elektroenergetyka polska 2003 III kwartały i co dalej? ¹⁾

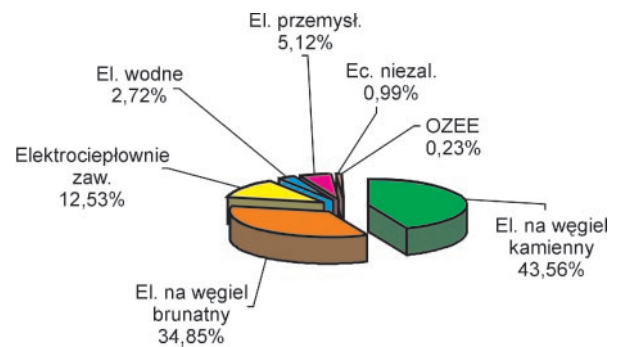
Wzrost gospodarczy w bieżącym roku spowodował wystąpienie korzystnych zjawisk w podmiotach gospodarczych elektroenergetyki polskiej. Porównania sprzedaży energii elektrycznej odbiorcom finalnym w kwartałach I, II i III w tym roku do tego samego okresu roku poprzedniego, potwierdzają wyraźną zależność tej sprzedaży od sytuacji gospodarczej kraju. Przyrosty sprzedaży rzędu 5,1–4,6% powodowane przyrostem PKB o 2,2–3,9% dobrze rokują wynikiem finansowym elektroenergetyki. Warto przy tym zauważyć, że tak znaczny przyrost to także skutek stagnacji sprzedaży w kilku poprzednich latach.

Wyprodukowaliśmy energii elektrycznej ponad 113 tys. GWh, co stanowi wzrost o 6,3% w stosunku do III kwartału 2002 r. Znacząco zmniejszyła się produkcja w elektrowniach wodnych (o ponad 14%) i wyraźnie, bo o ponad 13% wzrosła produkcja energii ze źródeł odnawialnych. Nadal jednak te źródła stanowią znikomą część w strukturze produkcji (zaledwie 264 GWh). Import energii został praktycznie na porównywalnym z ubiegłorocznym poziomie.

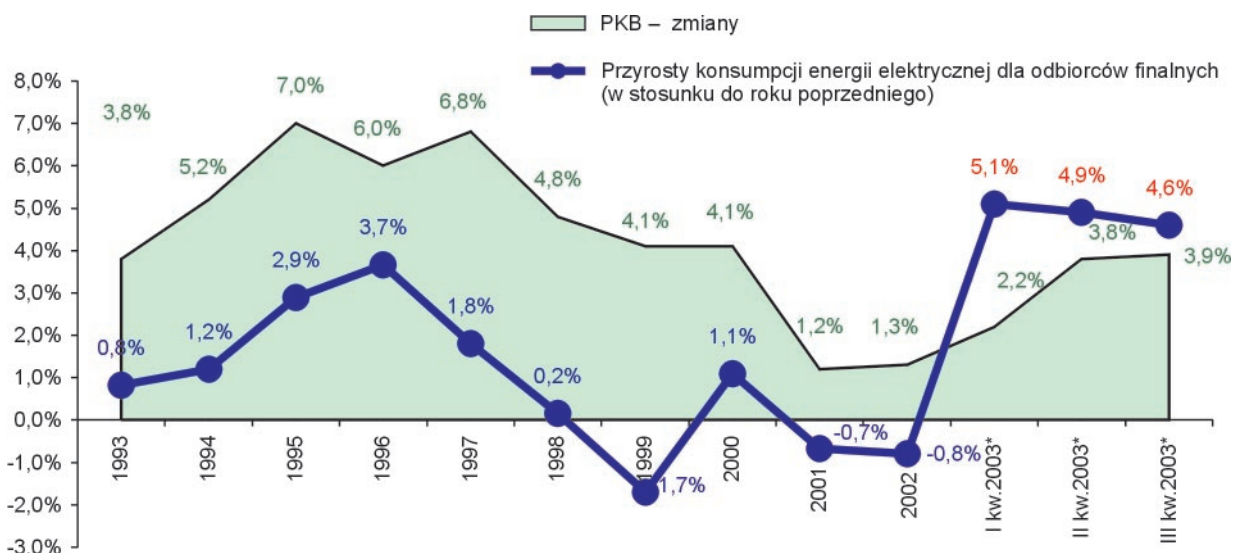
Zwraca także uwagę wyraźnie większy eksport energii – o prawie 28% – oraz większa konsumpcja na potrzeby własne elektrowni zawodowych. To ostatnie zjawisko prowokuje do postawienia pytania: czy w ograniczeniu konsumpcji energii elektrycznej na potrzeby własne producentów energii nie należy szukać drogi do pomniejszenia kosztów?

W strukturze produkcji energii elektrycznej po wrześniu bieżącego roku obserwuje się przyrost produkcji energii elektrycznej w elektrociepłowniach zawodowych przy nieznacznym zmniejszeniu tegoż udziału z elektrowni na węglu kamiennym i na węglu brunatnym.

Zwiększanie produkcji (sprzedaży) energii elektrycznej w elektrociepłowniach ma od trzech lat tendencję stałą, i to wzrostową (przy wyraźnie wyższych cenach niż ceny produkcji w elektrowniach ciepłych zawodowych). To bez wątpienia wynik obowiązku zakupu energii elektrycznej produkowanej w skojarzeniu z ciepłem utrzymujący subsydiowanie klientów energetyki ciepłej!



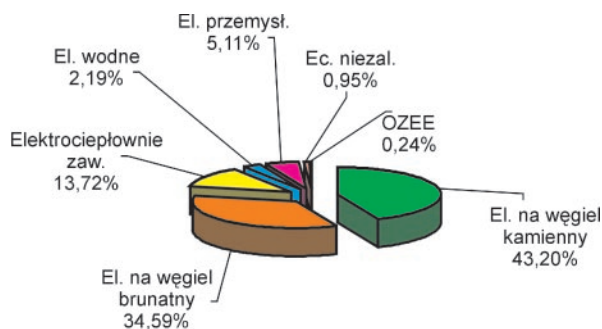
Rys. 2. Struktura produkcji energii elektrycznej za III kwartał 2002 r.



* w tym straty i różnice bilansowe

Rys. 1. Sprzedaż energii elektrycznej odbiorcom finalnym (porównanie rok do roku) a PKB

¹⁾ Wykorzystano zbiory i opracowania własne, ARE SA, UCTE.



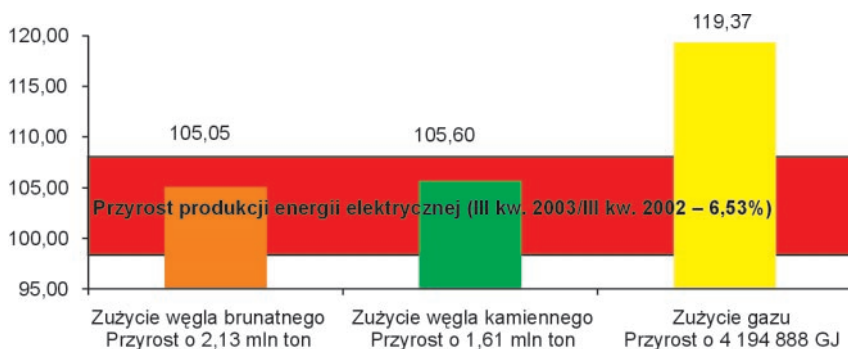
Rys. 3. Struktura produkcji energii elektrycznej za III kwartał 2003 r.

Na koniec września 2003 r. moc zainstalowana w elektrowniach zawodowych wynosiła 32 083 MW, a osiągalna 31 356 MW, z czego w elektrowniach ciepłych odpowiednio 29 946 MW i 29 209 MW. W elektrowniach niezależnych moc zainstalowana to 451 MW, a osiągalna 416 MW.

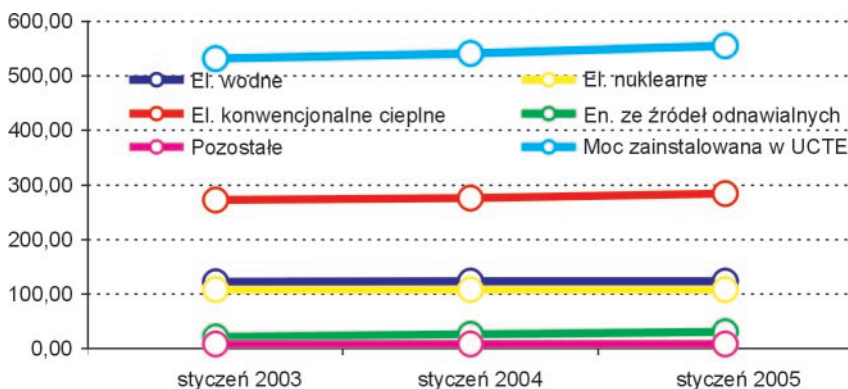
Razem w energetyce zawodowej mieliśmy łącznie ponad 32 500 MW mocy zainstalowanej i prawie 31 800 MW mocy osiągalnej.

Elektrownie ciepłe i elektrociepłownie na produkcję energii elektrycznej zużyły:

- ponad 6% więcej węgla kamiennego i było to prawie 25 mln ton (przy nieznacznie wyższej wartości opałowej),



Rys. 4. Zmiany w konsumpcji paliw w elektrowniach i elektrociepłowniach III kw. 2003/III kw. 2002 r. [%]



Rys. 5. Prognoza bilansu mocy w trzecią środę stycznia w latach 2003–2005 [GW]

- o około 5% więcej węgla brunatnego i było to prawie 34 mln ton (przy nieznacznie obniżonej wartości opałowej),
- o ponad 16% więcej gazu i było to 21,5 mln GJ (przy około 2% przyroście wartości opałowej).

Zapasy węgla na koniec września w elektrowniach na węglu kamiennym były wyraźnie niższe niż rok temu (ponad 20% mniej), a w elektrociepłowniach na porównywalnym poziomie.

Zwiększenie produkcji i sprzedaży energii elektrycznej w III kwartałach bieżącego roku powinno zapewnić lepsze wyniki finansowe elektroenergetyki za cały 2003 rok. Wpływ ożywienia gospodarczego dobrze rokuje także elektroenergetyce na rok przyszły!

Warto przypomnieć fakt oczywisty, że zwiększona produkcja energii elektrycznej ma istotny wpływ na poprawę sytuacji gospodarczej dostawców paliw. Ponad 6-procentowy przyrost tej produkcji to dla górników węgla kamiennego zwiększenie sprzedaży o 1,61 mln ton (za III kw.).

Można szacować, że za cały 2003 rok będzie to 2 mln ton. Zwróćmy uwagę, że nie jest to bez znaczenia dla kosztów restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego!

Trudno zauważyć istnienie w polityce gospodarczej państwa istotnych mechanizmów stymulujących zwiększenie sprzedaży energii elektrycznej (poprzez jej uatrakcyjnienie wobec innych nośników energii – w cenie i w warunkach dostaw).

Być może energia elektryczna mogłaby być tańsza o bilans pomniejszenia kosztów likwidacji górnictwa z także tak stymulowanej (a nie tylko z zależności wzrostu gospodarczego) konsumpcji węgla kamiennego przez elektroenergetykę!

Prognozy mocy UCTE na lata 2003–2005 dla elektrowni konwencjonalnych ciepłych przewidują przyrost ponad 5%. To korzystne rokowania dla polskiego podsektora wytwórców energii elektrycznej, ale także, a może przede wszystkim, dla górnictwa węgla kamiennego!

Zakładany wzrost gospodarczy Polski na najbliższe lata dla polskiej elektroenergetyki znaczy zwiększoną sprzedaż energii elektrycznej, a więc korzystniejszy rozkład kosztów stałych.

To dobra sytuacja, pod warunkiem, że nie spowolni radykalizacji zmian organizacyjnych i kapitałowych elektroenergetyki w struktury zbliżone do porównań zewnętrznych (struktury pionowe i poszerzony obszar działalności gospodarczej). Oby także ta sytuacja nie zmniejszyła determinacji w ograniczaniu kosztów własnych polskiej elektroenergetyki!



Największe inwestycje kablowe na świecie

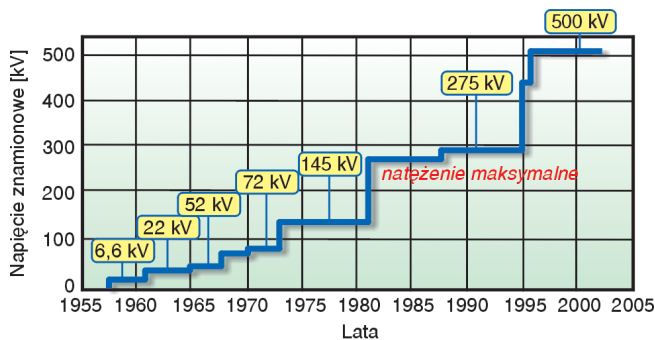
Stosowanie polietylenu usieciowanego (XLPE) jako izolacji kabli elektroenergetycznych przesyłowych i dystrybucyjnych staje się od początku lat dziewięćdziesiątych coraz powszechniejsze. Obecnie w nowych instalacjach kablowych izolacja ta zdecydowanie zdominowała wcześniej stosowaną, tradycyjną izolację nawijaną (z taśm papieru lub laminatu papier-folia polipropylenowa) współpracującą z olejem lub syciwem kablowym.

Dynamikę rozwoju stosowania izolacji XLPE w kablach elektroenergetycznych przedstawiono na rysunku 1.

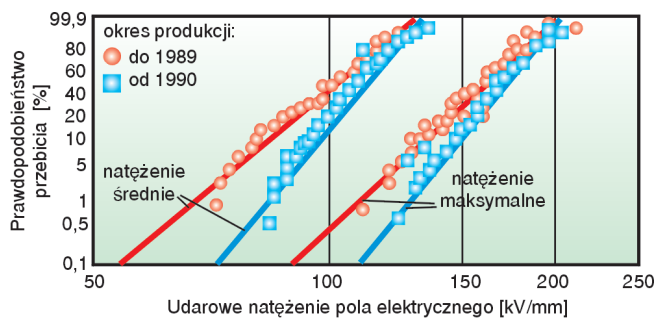
W ostatnich latach wykonano wiele prac badawczych i rozwojowych, które w efekcie pozwoliły na znaczną poprawę jakości izolacji kablowej – rysunek 2 [1]. Badania takie prowadzono między innymi także w Instytucie Elektroenergetyki Politechniki Poznańskiej [2].

Obecny stan rozwoju konstrukcji kabli wysokich i najwyższych napięć o izolacji z polietylenu usieciowanego pokazano na rysunku 3 [3].

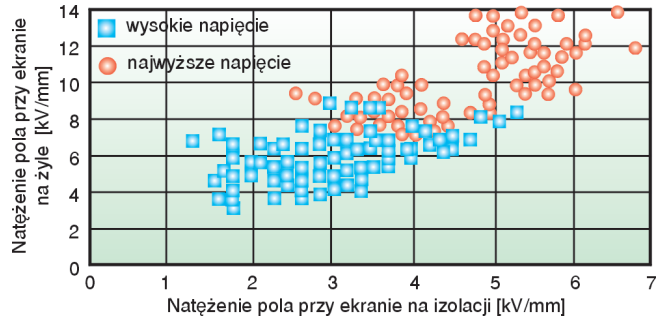
Najczęściej obecnie stosowane grubości izolacji w tych kablach zestawiono w tabeli 1 [4].



Rys. 1. Zastosowanie izolacji XLPE w kablach elektroenergetycznych



Rys. 2. Porównanie jakości kabli o izolacji XLPE wyprodukowanych przed i po 1990 r.



Rys. 3. Maksymalne natężenie pola elektrycznego w izolacji kabli wysokich i najwyższych napięć

Tabela 1

Wybrane konstrukcje kabli o izolacji XLPE wg danych z 2002 r.

Napięcie znamionowe kabla, kV	Grubość izolacji, mm	Przekrój żyły roboczej, mm ²
132	500	14
132	2000	23
161	500	20
220	1000	24
220	2000	24
275	1600	26
345	1600	26
400	2000	25
400	1600	27
500	1400	32

Tematyka obecnie prowadzonych badań skupia się nad wyznaczeniem limitu grubości, do której można maksymalnie zmniejszyć warstwę izolacji, aby kabel nadal zapewniał – w stosunkowo długim czasie – bezawaryjną pracę w systemie elektroenergetycznym.

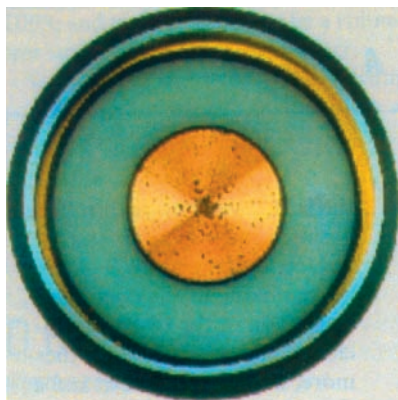
Najbardziej spektakularne inwestycje kablowe

Jedną z największych inwestycji kablowych w ostatnich latach jest uruchomiona pod koniec 2000 roku dwutorowa linia kablowa 500 kV, łącząca stację elektroenergetyczną *Shin-Toyosu* w centrum Tokio ze stacją *Funabashi* na wybrzeżu. Łączna długość linii wynosi 40 km.

Realizację tego projektu rozpoczęto już w marcu 1996 r. i zakończono ułożeniem kabla o przekroju 2500 mm² Cu, o izolacji XLPE. W celu zachowania dobrych właściwości elektrycznych określono bardzo rygorystyczne wymagania technologiczne: defekty w izolacji muszą mieć wymiary poniżej pewnego minimum, a dopuszczalny poziom został określony jako 50 μm dla zanieczyszczeń metalicznych, 1 mm dla zanieczyszczeń włóknistych, 20 μm dla wtrącin oraz 50 μm dla wypukłości/wklęsłości na powierzchni granicznej.

W celu uzyskania takiej czystości na całej długości kabla stosowane były bardzo ostre reżimy kontroli jakości — od oceny materiału wyjściowego po ocenę ostateczną wyrobu.

Na rysunku 4 pokazano przekrój kabla 500 kV AC — z opisywanej linii [5]. Należy dodać, że na terenie Japonii pracuje obecnie już kilka (oczywiście znacznie krótszych) linii kablowych 500 kV, głównie zainstalowanych w stacjach pomp w elektrowniach wodnych.



Rys. 4. Kabel 500 kV prądu przemiennego o izolacji XLPE z najdłuższej linii na ten poziom napięcia

Szczególnie dynamiczny rozwój w ostatnich latach można odnotować w zakresie linii kablowych 400 kV.

Największe europejskie inwestycje kablowe na napięcie 400 kV zestawiono w tabeli 2 [6].

Parametry konstrukcyjne nowoczesnych linii kablowych

Berlin (*Bewag Project*)

Linia oddawana była w dwóch etapach. Prace nad pierwszym etapem rozpoczęto w 1996 r., a zakończono oddaniem do eksploatacji w grudniu 1998 r. Odcinek linii dwutorowej długości około 6,3 km jest ułożony w tunelu w samym centrum Berlina. Tunel zlokalizowany jest na głębokości 25–35 m od poziomu gruntu i ma średnicę równą 3 m. Opracowano specjalne podpory do mocowania kabli co 7,2 m (rys. 5). Ten odcinek kabla podzielono na dziewięć sekcji i co około 730 m umieszczono specjalne zabezpieczenia przeciwzwarciovym.



Rys. 5. Linia dwutorowa kablowa 400 kV w Berlinie — kable o izolacji XLPE

Tabela 2

Największe europejskie inwestycje kablowe na napięcie 400 kV

Nazwa linii	Długość, km	Budowa żyły	E_{max}/E_{min} , kV/mm	Żyła powrotna/powłoka	Ośłona zewnętrzna	Mufy	Głowice	Typ instalacji
Berlin	A	1600 mm ² Cu, 5 segm.	11,5/5,4	druty Cu powłoka Al laminowana	PE + lakier uniepalniający	39 kompozytowych prefabrykowanych	12 GIS	tunel z wymuszoną wentylacją
	B	1600 mm ² Cu, 5 segm.	12,5/6,2	druty Cu powłoka Al laminowana	PE + lakier uniepalniający	15 nasuwanych jednoelement.	6 GIS	tunel z wymuszoną wentylacją
	C	1600 mm ² Cu, 6 segm.	12,5/6,2	powłoka Al karbowana	PE + lakier uniepalniający	24 nasuwanych jednoelement.	6 GIS	tunel z wymuszoną wentylacją
Kopenhaga	104	1600 mm ² Cu, dogniatana	11,4/4,9	powłoka ołowiana wytlączana	PE + warstwa półprzewodząca	72 kompozytowe prefabrykowane 42 nasuwane jednoelement.	24 GIS 12 zewnątrznych z osłonami porcelanowymi	zakopane bezpośrednio w ziemi (beton + lekka podsypka)
Madryt	A	2500 mm ² Cu, 6 segm.	11,6/6,5	druty Cu powłoka Al laminowana	PE z warstwą uniepalniającą	48 kompozytowych prefabrykowanych	6 zewnątrznych z osłonami porcelanowymi	tunel z wymuszoną wentylacją
	B	2500 mm ² Cu, 6 segm.	12,5/7,2	powłoka Al spawana	PE uniepalniający	48 nasuwanych jednoelement.	6 zewnątrznych z osłonami porcelanowymi	tunel z wymuszoną wentylacją
Londyn	60	2500 mm ² Cu, 6 segm.	11,6/6,5	druty Cu powłoka Al laminowana	PE z warstwą uniepalniającą	60 kompozytowych prefabrykowanych	6 GIS	tunel z wymuszoną wentylacją
Jutland	84	1200 mm ² druty Al skręcane	12,6/6,0	druty Cu powłoka Al laminowana	PE + warstwa półprzewodząca	90 nasuwanych jednoelement.	36 zewnątrznych z osłonami porcelanowymi	zakopane bezpośrednio w ziemi i w kanale

Dodatkowym utrudnieniem wykonania tej instalacji była konieczność umieszczenia kabli w tunelu poziomym, ze względu na konieczność połączenia linii kablowej z istniejącą linią napowietrzną 400 kV. Zdolność przesyłowa tej linii wynosi 1100 MVA przy zastosowaniu wymuszonej wentylacji w tunelu.

Zakończenie linii stanowią głowice w technologii GIS. W celu zapewnienia minimalizacji strat zastosowano mufy prefabrykowane umożliwiające dokonanie *cross-bondingu* (krzyżowanie połączeń powłok metalowych poszczególnych faz).

Badanie odbiorcze polegało na wykonaniu testu napięciem przemiennym 230 kV (U_0) przy równoczesnym pomiarze poziomu wyładowań niezupełnych we wszystkich elementach osprzętu kablowego (rys. 6). Po tej próbie przez cztery tygodnie kabel obciążano prądowo (nagrzewano), aby następnie ponownie dokonać pomiaru wyładowań niezupełnych przy napięciu 400 kV ($1,73 U_0$).



Rys. 6. Badanie linii kablowej 400 kV po ułożeniu w Berlinie – rezonansowy system probierczy

Drugi odcinek linii *Bewag* zainstalowano w tunelu, w sposób analogiczny jak pierwszy. Również jest to linia dwutorowa, lecz jej długość to około 5,4 km, a dostarczane odcinki fabryczne były dłuższe niż w pierwszym odcinku linii, ponieważ miały aż 930 m długości. Cały odcinek linii podzielono na sześć sekcji pod kątem zastosowania *cross-bondingu*. W lipcu 2000 roku oddano do eksploatacji całą linię, stanowiącą połączenie przesyłowego systemu elektroenergetycznego wschodniego i zachodniego Berlina.

Kopenhaga (*NESA Metropolitan Power Project*)

Również i ta linia oddawana była w dwóch etapach. Powstała ze względu na konieczność modernizacji oraz z powodu niezbędnego podwyższenia poziomu napięcia linii dostarczającej energię elektryczną do szczególnie gęsto zabudowanej części Kopenhagi. Pierwszy etap to odcinek długości 22 km oddany do eksploatacji w 1997 r., drugi odcinek, to 12 km linii – oddany do eksploatacji w 1999 r.

Sumaryczna długość ułożonego kabla to aż 104 km [7]. Kable układano płasko w rowie na podłożu betonowym w odległości 1,5 m od poziomu gruntu. Długość kabli dostarczanych przez producenta wynosiła 880 m, a transportowane były na bębnach o średnicy 5 m, których masa maksymalna dochodziła do 45 ton. W czasie instalowania tej linii była to największa inwestycja kablowa na świecie. W linii tej zainstalowano łącznie 114 muf i 24 głowice w technologii GIS oraz 12 głowic napowietrznych. Zdolność przesyłowa linii to aż 1000 MVA.

Na rysunku 7 pokazano widok kabla zastosowanego w linii oraz bęben kablowy ustawiony na ulicy Kopenhagi [7].



Rys. 7. Widok kabla z linii *Metropolitan* oraz bęben kablowy ustawiony na ulicy Kopenhagi

Madryt (*REE Barajas Project*)

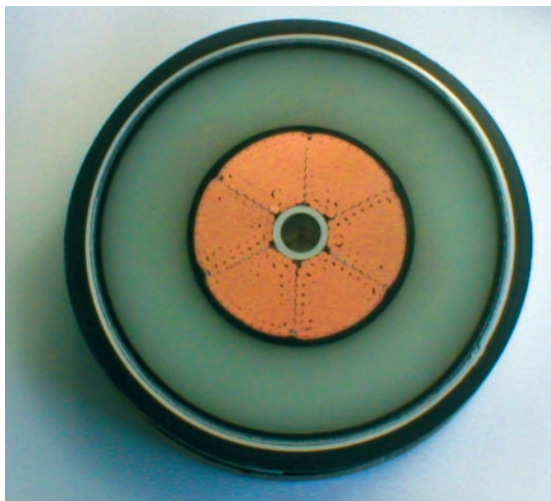
Ze względu na rozbudowę pasów startowych na lotnisku Barajas w Madrycie i konieczność zamiany istniejącej linii napowietrznej 400 kV rozpoczęto budowę dwutorowej linii kablowej w tunelu przebiegającym pod nowymi pasami startowymi. Długość linii będzie wynosić 39 km, a długość pojedynczego kabla dochodzi do 850 m.

Linia o zdolności przesyłowej 1700 MVA (w warunkach zimowych dla każdego z torów) i 1390 MVA (w warunkach letnich), to kable ułożone w układzie płaskim w tunelu szerokości 2 m i wysokości 2,2 m. W tunelu zastosowano wymuszony obieg powietrza [8]. Każdy z obwodów to poza kablem 48 prefabrykowanych muf, 6 napowietrznych głowic z pełnym wyposażeniem w zabezpieczenia (między innymi ograniczniki przepięć).

Dodatkowo instalacja wyposażona jest w system DTS (*Distributed Temperature Sensing*) do stałej kontroli temperatury panującej w różnych miejscach wewnątrz tunelu oraz w system RTTR (*Real Time Thermal Rating*) pozwalający automatycznie regulować pracę wentylatorów w tunelu, czyli regulować systemem chłodzenia wewnątrz tunelu — na podstawie pomiarów temperatury panującej w tunelu oraz temperatury kabla.

Na rysunku 8 przedstawiono kabel z linii Madryt B (z litą powłoką aluminiową).

Odbiór linii i oddanie do eksploatacji planowane jest w roku 2004.



Rys. 8. Widok kabla z linii Madryt B

Londyn (*NGC Elstree Project*)

Linia ułożona będzie w tunelu długości 20 km i średnicy 3 m, zlokalizowanym około 30 m poniżej poziomu gruntu. Kable ułożone będą w układzie pionowym (faza nad fazą). Wzdłuż całej długości tunelu monitorowana będzie temperatura zarówno w samym pomieszczeniu jak i pod powłoką kablową, co pozwoli na bieżąco kontrolować i zoptymalizować obciążalność linii kablowej. Planowana zdolność przesyłowa 1600 MVA. W celu zmniejszenia liczby muf zdecydowano się na ponad 1000 m długości każdego z odcinków dostarczanego kabla — stwarza to oczywiście większe problemy podczas transportowania oraz układania linii, ponieważ masa bębnow wraz z kablami będzie wynosiła ponad 47 tony. Łączna długość zainstalowanych kabli będzie równa 60 km, a linia to także 60 muf pozwalających na dokonanie krzyżowania połączeń powłok (*cross-bonding*) oraz 6 głowic w technologii GIS.

Ciągle zastosowanie *cross-bondingu* użyto w celu zabezpieczenia dodatkowego uziemienia wszystkich elementów metalowych w miejscach zainstalowania muf kablowych. Powłoka kabla na całej długości została pokryta warstwą materiału o zwiększonej odporności na płomień, aby zapobiec możliwości przenoszenia się ognia wzdłuż tunelu, zlokalizowanego w terenie wyjątkowo silnie zurbanizowanym. Wszystkie elementy osprzętu kablowego zainstalowane w linii zostaną wyposażone w sensory umożliwiające monitoring poziomu wyładowań niezupełnych podczas eksploatacji oraz dodatkową kontrolę stanu linii podczas wykonywania prób napięciem przemiennym.

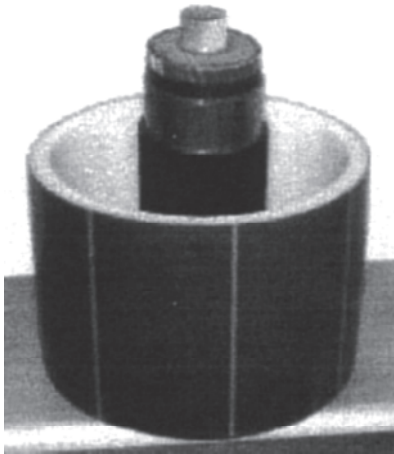
Badania odbiorcze oraz oddanie do eksploatacji linii 400 kV w Londynie planowane jest na rok 2005.

Jutland (*ELTRA Jutland Project*)

Pierwszy fragment linii oddany będzie w roku 2004 i stanowić będzie fragment planowanego ringu długości 140 km, którego realizację zaplanowano na okres dziesięciu lat. Kable 400 kV będą przecinały między innymi malowniczy Mariager Fjord oraz dolinę Gudena (około 14 km linii). Będzie to linia dwutorowa 400 kV, a w pobliżu dodatkowo zainstalowana zostanie linia 150 kV (odległość między wszystkimi liniami ma wynosić 6 m). Wszystkie kable umieszczone zostaną w rurach z tworzyw sztucznych.

W przypadku tej duńskiej linii po raz pierwszy na świecie linia kablowa 400 kV zakopana będzie na terenach rolniczych oraz na terenie rezerwatu krajobrazowego. Dlatego też w trakcie projektowania szczególnie wiele uwagi poświęcano temu, aby w jak najmniejszym stopniu zakłócała krajobraz. Przykładowo, względy estetyczne zmusiły projektantów do zastosowania tylko izolatorów/osłon kompozytowych i to nie tylko ze względów bezpieczeństwa — rysunek 9 [9]. Grubość izolacji w tym przypadku wynosi 28 mm, a kabel nie będzie posiadał litej powłoki metalowej, lecz żyła powrotna stanowić będzie 118 drutów Al o średnicy 1,8 mm. Badanie typu produkowanego właśnie kabla obejmować będzie między innymi próbę szczelności na oddziaływanie wilgoci (uszczelnienie promieniowe —

folia Al laminowana, osłona zewnętrzna HDPE grubości 5 mm), sprawdzenie odporności na korozję czy szeroki program badań mechanicznych — zgodnie z wymaganiami grupy roboczej WG 21.14 CIGRE z roku 1992. Badania odbiorcze linii będzie stanowiła jednogodzinna próba napięciem przemiennym o wartości $1,7 U_0$.



Rys. 9. Kabel z linii *Jutland* w rurze osłonowej

Wśród innych inwestycji kablowych oddanych do eksploatacji należy zwrócić uwagę na dwa przykłady linii kablowych w Stanach Zjednoczonych, czyli na linię kablową 345 kV w Nowym Jorku oraz linię kablową 230 kV w Los Angeles. Pierwsza to linia zainstalowana w miejsce istniejącej linii o izolacji papier + olej o ciśnieniu zewnętrznym (tzw. kabel rurowy). Ogromnym wyzwaniem dla projektantów była konieczność doboru takich muf kablowych, aby wymiary zewnętrzne nie przekraczały średnicy otworów w istniejących blokach betonowych — w których kabel znajdował się dotychczas. Dodatkowo w nowej instalacji zamieniono system chłodzenia kabli — przechodząc z systemu olejowego na wodny. Druga linia charakteryzuje się zdolnością przesyłową 400 MW i ma długość 8,2 km. Linia ta zainstalowana została w tunelu kablowym, w terenie o bardzo wysokim stopniu zurbanizowania [10]. Kabel ten połączony jest z jednej strony z linią napowietrzną, a z drugiej z kablem o izolacji papier + olej o ciśnieniu zewnętrznym. Kabel ten pracuje już 55 lat — a założony czas jego eksploatacji wynosi 100 lat! Dla kabli o izolacji wytłaczanej przy zastosowaniu standardowej grubości izolacji — czyli niskiego natężenia elektrycznego, tzw. roboczego — zakładany jest podobny czas życia.

Podsumowanie

Można stwierdzić, że nowe osiągnięcia w rozwoju konstrukcji kabli elektroenergetycznych wysokich i najwyższych napięć dotyczą rozwoju kabli o izolacji z polietylenu usieciowanego. Dotychczasowe doświadczenia dotyczące eksploatacji kabli o izolacji XLPE pracujących na wysokich

i bardzo wysokich napięciach wskazują bowiem na ich wysoką niezawodność pracy w systemie elektroenergetycznym [11]. Dlatego kolejne prace naukowo-badawcze dotyczą głównie modyfikowania konstrukcji i technologii, w celu dostosowania opracowywanego kabla elektroenergetycznego do coraz trudniejszych warunków pracy oraz do użytkowania coraz wyższych mocy przesyłowych i minimalizacji wymiarów — przy zachowaniu wysokiej niezawodności jego działania.

Obserwowany każdego roku dynamiczny wzrost na całym świecie długości linii ułożonych kablami o izolacji XLPE, eksploatowanych w sieciach wysokich i najwyższych napięć, pozwala zachować optymizm i wierzyć, że i w Polsce rozwijać się będą linie kablowe 110 kV — a w przyszłości także i linie kablowe pracujące na wyższych poziomach napięcia. Jest to tym bardziej prawdopodobne, ponieważ polski przemysł kablowy posiada zdolności produkcyjne pozwalające na wykonanie kabli elektroenergetycznych na napięcie do 400 kV, o jakości nie odbiegającej od jakości kabli oferowanych przez najbardziej renomowane fabryki kabli na świecie.

LITERATURA

- [1] Bostrom J-O, Hampton R., Nilsson U.: Electrical stress enhancement of contaminations in XLPE insulation used for power cables, *IEEE Electrical Insulation Magazine*, July/August 2003, No. 4
- [2] Rakowska A.: Kryteria weryfikujące jakość polietylenu usieciowanego stosowanego jako izolacja kabli elektroenergetycznych. *Wydawnictwo PP*, seria *Rozprawy* nr 357, sierpień 2000
- [3] Rakowska A.: Rozwój kabli wysokiego napięcia oraz ocena ich awaryjności na podstawie krajowych i europejskich doświadczeń eksploatacyjnych. X Konferencja „KABEL '2003”, Szklarska Poręba, 11—14 marca 2003
- [4] Crine J-P.: Future R&D needs and development for HV cables, *IEEE International Symposium on Electrical Insulation*, Boston, USA, April, 2002, paper 3—1
- [5] Obki Y., Yasufuku S.: The world's first long-distance 500 kV XLPE cable line. *IEEE Magazine*, Vol. 18, No 2, March/April 2002
- [6] Bjolow-Larsen K., Kaumanns J., Meier R.: Large projects of EHV underground cables systems. *JICABLE 2003*, Versailles, June 2003
- [7] The Metropolitan Power Project in Copenhagen, *NKT Cables*, 2000
- [8] Granadino R., Portillo M.: Undergrounding the first 400 kV transmission line in Spain in a ventilated tunnel. *JICABLE 2003*, Versailles, June 2003
- [9] Mikkelsen S., Argaut P.: New 400 kV underground cable system in Jutland (Denmark). *JICABLE 2003*, Versailles, June 2003
- [10] Khajavi M., Zenger W.: Design and commissioning test of 230 kV cross-linked polyethylene insulated cable. *JICABLE 2003*, Versailles, June 2003
- [11] Rakowska A.: Rozwój kabli wysokiego napięcia a doświadczenia eksploatacyjne. IX Konferencja „Problemy eksploatacji wysokonapięciowych układów izolacyjnych EUI'03”. Akademia Górniczo-Hutnicza. Zakopane, październik 2003

