

## O tym się mówi

# Internet z gniazdka energetycznego

W ostatnim czasie wiele mówi się i pisze na temat rewelacyjnej techniki rozprowadzania usług teleinformatycznych bez użycia telefonu czy nawet linii. Wystarczy specjalny modem, wtyczka do gniazdka 220V - i po problemie. A wszystko za sprawą PLC (Power Line Communications). To rozwiązanie na pierwszy rzut oka jest proste, bo nie wymaga budowy specjalnej sieci i przez to może być tańsze od rozwiązań proponowanych przez TPSA i inne firmy telekomunikacyjne, takich jak SDI, SDX czy ISDN.

PLC nie jest nowością i po wielu udoskonaleniach znów staje się modny. W wielu krajach, również w Polsce, właśnie poprzez gniazdko energetyczne jest oferowany zarówno szybki dostęp do Internetu, jak również prowadzenie rozmów telefonicznych, wysyłanie faksów, a nawet oglądanie telewizji. W rejonie Krakowa oferuje się już usługę pod nazwą „Internet z gniazdka”, umożliwiającą łatwy dostęp do Internetu przy wykorzystaniu istniejącej sieci energetycznej niskiego napięcia.

### Początki - historia rozwoju PLC na świecie i w Polsce

Już w latach trzydziestych ubiegłego wieku sieci elektroenergetyczne były wykorzystywane do przesyłania danych i sterowania. Już

wtedy przy pomocy innej technologii, m.in. układów lampowych, ale także po drutach energetycznych, wysyłano i odbierano polecenia dyspozytorów do odległych stacji bezobsługowych i obsługowych komunikaty czy potwierdzenia o stanie łączników, wartościach napięć, mocy... Również w ten sposób załączano niezbędne baterie kondensatorów kompensacyjnych do poprawienia współczynnika mocy, a także, w niektórych krajach, dokonywano odczytu liczników energii elektrycznej czy przełączania taryf. Także dzisiaj w kilku krajach zachodnich firmy energetyczne dokonują odczytu liczników i przełączania taryf za pomocą systemu PLC. Warto wiedzieć, że sygnały o częstotliwości około 100kHz wprowadzane w linię 220V są stosowane także w naszym kraju przez Polskie Sieci Energetyczne. Wykorzystywane tu urządzenia PLC pracują na niskich częstotliwościach i w zasadzie nie wywołują zakłóceń radiowych.

Czasami zakłócający sygnał PLC można usłyszeć na falach długich w promieniu kilkudziesięciu metrów, np. jadąc samochodem pod linią WN lub nad kablem zakopany w ziemi.

Transmisja PLC odbywa się po przewodach i z tego względu do tej pory nie podlegała bezpośrednim przepisom o emisjach ra-



diowych (fal elektromagnetycznych), a jedynie przepisom o zakłóceniach wywoływanych przez urządzenia elektryczne, jak silniki, wyłączniki itd. Dotychczasowe przepisy nie uwzględniały faktu promieniowania elektromagnetycznego z nieekranowanych linii przesyłowych (informacje przesyłano na małej częstotliwości i nie budziło to żadnych zastrzeżeń).

Od początku lat osiemdziesiątych zaczął się rozwój technologii pozwalających na rozszerzenie możliwości domowych sieci energetycznych o zdolność przesyłania danych. Z chwilą wykorzystania wielkiej częstotliwości zaczęły się protesty innych użytkowników eteru.

W PLC mogą być stosowane różne systemy modulacji: od prostych kodów tonowych (odpowiednik DTMF) po PSK i FSK. Jak wiemy, stopień generacji harmonicznych zależy od kształtu przesyłanych sygnałów (niezależnie od częstotliwości podstawowej). Najprościej są generowane sygnały

prostokątne, które mają bardzo szerokie widmo (zgodnie z rozkładem Fouriera). Najkorzystniejsze są sygnały o kształcie odwróconego cosinusa (stosowane w PSK31), ale to jest kosztowne w kodowaniu, a następnie wymaga odpowiedniego dekodowania i z tego względu jest niechętnie stosowane.

Z drugiej strony wiadomo, że sieci energetyczne to środowisko o bardzo zmiennych parametrach. Mimo że łatwo przewidzieć rodzaj zakłóceń, które mogą się w nich pojawić, nie sposób określić momentu ich wystąpienia. Opracowanie systemu, który potrafi poradzić sobie ze wszystkimi typami zakłóceń występującymi w sieci energetycznej nie rozwiązuje wszystkich problemów. Niezbędnym staje się użycie takich rozwiązań, które pozwalają na opłacalną produkcję jego komercyjnej wersji: stało się to możliwe dopiero dzięki przetwornikom cyfrowym nowej generacji, pozwalającym na większą kompresję danych oraz powiększenie przepustowości istniejących kabli energetycznych.

W USA, a następnie w Anglii, robiono próby transmisji po sieci sygnałów różnymi systemami, w tym fonii kodowanej cyfrowo, wielokanałowej transmisji informacji z rozdziałem czasu lub/i rozdziałem częstotliwości. Z przyczyn technicznych były do tego stosowane częstotliwości w dolnym zakresie fal krótkich. Powodowały one silne pole zakłócające, zdecydowanie podnoszące poziom szumów tła w.c.z. Stosowano przeróżne systemy modulacji i częstotliwości fal nośnych. Niektóre źródła podają, że prądkie interferencyjne rejestrowano także powyżej 30MHz, a więc na UKF.

Od trzech lat w kilkunastu krajach są prowadzone próby technologii PLC. Pomimo niejednoznacznej opinii o celowości przedsięwzięcia PLC, system ten niedawno wdrożono komercyjnie na niewielką skalę w Niemczech i Szwajcarii. Niebawem technologia PLC ma być również uruchomiona w Szwecji, Finlandii i Austrii.

Prawo nie pozwala dystrybutorom energii elektrycznej prowadzić takiej działalności jedynie w Japonii i Izraelu.

W Polsce od 1 stycznia 2002 r. świadczenie usług telekomunikacyjnych nie wymaga licencji. Z tego też powodu testy nowej technologii są prowadzone w wielu zakładach energetycznych z wykorzystywaniem urządzeń zachodnich firm, m.in. Main.net oraz Ascom. Pierwsze komercyjne świadczenie usług w tej technologii w Polsce jest prowadzone przez Pattern Communications w Zakładzie Energetycznym w Krakowie.

Pattern Communications to spółka polsko-amerykańska działająca w Polsce od 2000 roku. Oprócz współpracy z zakładami energetycznymi firma współpracuje w kraju również z operatorem sieci światłowodowej Tel-Energio, działającym na rynku przesyłu

danych i dzierżawy łączy. Misją firmy jest umożliwienie korzystania z usług telekomunikacyjnych oraz szybkiego dostępu do Internetu wszystkim, niezależnie od miejsca, w którym się znajdują.

Pattern Communications, w oparciu o sprzęt izraelskiej firmy Main.net, zakończyła pierwszy w Polsce test technologii PLC na terenie Zakładu Energetycznego Kraków i w drugiej połowie marca rozpoczęła oferowanie usług „Internet z gniazdka”. W ciągu kilku miesięcy oferta obejmie również usługi telefoniczne.

Z firmowych informacji prasowych wynika, że miesięczny abonament za Internet przez gniazdko elektryczne będzie wynosił od 80 do 120 zł. Jednorazowa opłata instalacyjna wynosi 150 zł oraz 50 zł za jednorazową opłatę aktywacyjną. Dodatkowo użytkownik jest zobowiązany uiścić kaucję w wysokości 99 zł za urządzenie udostępnione przez Pattern Communications. Kaucja będzie zwracana w przypadku rezygnacji z usług (wszystkie powyższe opłaty będą powiększone o należny podatek VAT).

Usługi są dostępne w dwóch taryfach: Srebrnej i Złotej. Wszyscy, niezależnie od wybranej taryfy, będą mieć dostęp do prędkości nie mniejszej niż 256kbs. W taryfie Srebrnej klienci mogą ściągnąć i wysłać 250MB informacji. Po przekroczeniu limitu są naliczane dodatkowe opłaty za ściągnięte informacje (0,20 zł za każdy rozpoczęty MB powyżej limitu). Warto uświadomić sobie, że 250MB jest równoznaczne z około 10,000 obejrzanym stronom www lub 100000 krótkich e-mail lub 500 minut (10 CD) muzyki w formacie MP3 lub 25 download-ów programów lub gier. Ściągnięcie 250MB przy wykorzystaniu modemu jest równoznaczne z podłączeniem przez dial-up 24 godziny na dobę w ciągu prawie całego tygodnia.

Taryfa Złota pozwala w ciągu miesiąca ściągnąć i wysłać 750MB informacji (po przekroczeniu limitu są naliczane dodatkowe opłaty za ściągnięte informacje 0,16 zł za każdy rozpoczęty MB powyżej limitu).

Obecnie Pattern Communications współpracuje w kraju z sześcioma innymi zakładami energetycznymi (górnosłaski, poznański, warszawski, lubelski, płocki i toruński). Firma zamierza nawiązać komercyjną współpracę z innymi zakładami energetycznymi, z którymi prowadzi testy, tak by usługi wdrażać również w pozostałych rejonach kraju.

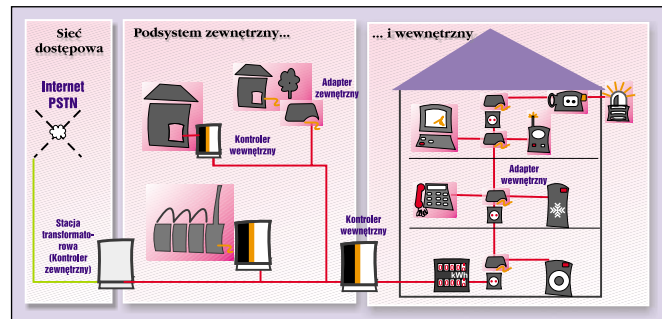
Plan Pattern Communications na ten rok zakłada zaoferowanie usług 3...5 tysiącom odbiorców. W 2003 liczba ta ma wzrosnąć do 10...15 tysięcy.

Inną firmą na polskim rynku, prowadzącą testy podobnej technologii, jest Ascom. Firma nawiązała współpracę z warszawskim zakładem energetycznym STOEN. Obecnie są prowadzone próby techniczne systemu. Jak poinformował STOEN, testy przebiegły pomyślnie i niebawem firma ma rozpocząć sprzedaż usług m.in. w Warszawie.

## Zasada działania Internetu przez gniazdko energetyczne

Dostęp do Internetu poprzez gniazdko sieciowe jest możliwy dzięki specjalnej sieci szerokopasmowej wchodzącej w skład tak zwanej komórki PLC (Power Cell). Z kolei każda komórka PLC składa się z dwóch systemów pracujących jednocześnie i połączonych ze sobą przy wejściu do instalacji budynkowej: zewnątrzbudynkowego (outdoor) i wewnątrzbudynkowego (indoor).

Schemat działania typowego systemu PLC pokazano na rysunku poniżej.



Schemat działania systemu PLC

System zewnątrzbudynkowy jest podłączony do szkieletu komunikacyjnego przy sieci transformatorowej i służy do przesyłania sygnału po linii niskiego napięcia od transformatora do punktu dostępu w budynku.

Kontroler zewnętrzny (Outdoor Master) jest zamontowany w skrzynce lub sąsiadującym pomieszczeniu stacji transformatorowej, gdzie jest doprowadzony sygnał informacyjny za pomocą kabla, światłowodu lub radiolini, czy drogą satelitarną. Zadaniem kontrolera jest nałożenie na przyłączoną do niego sieć elektryczną niskiego napięcia o częstotliwości 50Hz dodatkowego sygnału wielkiej częstotliwości, który jest dalej przesyłany do końcowego abonenta. Następnie system wewnątrzbudynkowy dystrybuje sygnał z punktu dostępu w budynku do każdego gniazdka użytkownika systemu.

Z systemu zewnętrznego sygnał dochodzi do kontrolera wewnętrznego (OAP/IC) umieszczonego w złączu elektrycznym przy budynku, skąd dalej jest przesyłany do wszystkich gniazd sieciowych zainstalowanych u użytkowników.

Użytkownik sieci - abonent końcowy przyłącza się ze swoim komputerem przez modem wewnątrzny - adapter (Indoor Adapter).

W taki sposób można przyłączyć do 20 abonentów, a dla każdego kolejnych dwudziestu trzeba instalować następny kontroler wewnętrzny przy budynku.

Podzielenie sieci PLC na dwa niezależne systemy ma zalety techniczne i organizacyjne. W aspekcie technicznym umożliwia to uzyskanie wyższej przepływności danych, ponieważ ruch odbywający się tylko w systemie wewnętrznym, jak np. korzystanie z drukarki sieciowej, nie obciąża systemu zewnętrznego. Dodatkowo dwa systemy mogą być ustawione optymalnie dla różnych parametrów transmisji.

W aspekcie organizacyjnym podzielenie systemów ułatwia podział odpowiedzialności za łącze po sieci energetycznej. Sieć od transformatora do punktu dostępu jest własnością zakładu energetycznego, natomiast sieć od tego punktu do gniazdka jest własnością właściciela budynku. Podzielenie systemu względem tych samych granic umożliwia wytyczenie przejrzystych granic odpowiedzialności i ułatwia unikanie interferencji w systemie.

Według obliczeń usługa PLC jest opłacalna, jeżeli w budynku mieszkalnym na 100 rodzin co najmniej 20 zdecyduje się na Internet.

Mniejsze szanse będą mieli na pewno mieszkańcy wolno stojących domków. Dostarczenie sygnału od dostawcy usług internetowych do stacji transformatorowej w rejonie małego osiedla będzie mniej opłacalne, niż w rejonie gęsto zamieszkałym, z wielopiętrowymi blokami. W przypadku jednego abonenta, np. w wolno stojącym domku, kiedy nie opłaca się instalować drogiego kontrolera wewnętrznego, są oferowane tanie adaptory zewnętrzne (Outdoor Adapter), które umożliwiają bezpośredni dostęp do systemu zewnętrznego. Jednak warunkiem koniecznym do przyłączenia użytkownika jest, aby maksymalna odległość abonenta od stacji transformatorowej nie była większa niż 250m, zaś odległość od kontrolera wewnętrznego przy budynku nie większa niż 100m.

Nowa technologia PLC umożliwia maksymalną szybkość transmisji danych do

4,5Mb/s w obrębie jednej komórki PLC, ale według ostatnich doniesień są już prototypy urządzeń zapewniające przesył do 10Mb/s. Faktyczna szybkość przesyłania danych będzie jednak zależać od liczby abonentów korzystających w danej chwili z Internetu i może być dużo mniejsza. Także system kontroli błędów transmisji (oprogramowanie) może zmniejszyć tę szybkość do 2,25Mb/s. Transmisja danych w systemie zewnętrznym jest realizowana w zakresie częstotliwości od ok. 1-10MHz, a w systemie wewnętrznym od ok. 12-30MHz. Moc przesyłu nie jest duża i wynosi od 40nW do 20mW, w zależności od tłumienia w sieci energetycznej, przy czym w systemie wewnętrznym jest najmniejsza.



**Adaptory wewnętrzne, modem użytkownika do połączenia z systemem wewnątrzbudynkowym.**

W podstawowych danych technicznych systemu PLC podaje się: dystans transmisji zewnętrzny 150...250m oraz wewnętrzny 30...100m, moc transmitowana 40nW...20mW (w OA i OAP określa się stałą moc transmisji).

OA, OAP, IA używają najmniejszej możliwej mocy transmisji przy określeniu możliwości maksimum prędkości przesyłu danych 750kb/s na nośną oraz 2,25Mb/s na komórkę PLC (do 4,5Mb/s bez korekcji błędów).

Podstawowymi zaletami systemu PLC jest możliwość wykorzystania każdego gniazdka elektrycznego w budynku, a więc brak dodatkowego okablowania oraz możliwość tworzenia sieci wewnątrzbudynkowych.

Jak już wspomniano, system umożliwia, oprócz możliwości dostępu do Internetu, korzystanie z innych usług, np.:

- zarządzanie urządzeniami domowymi poprzez sieć

(zdalne sterowanie),

- usługi telefoniczne (również Fax),
- systemy ochrony zdrowia (komunikacja głosowa, sygnały przywoławcze),
- sterowanie zabezpieczeniami w budynku (transmisja sygnału z kamer, sterowanie czujnikami),
- zdalne odczytywanie mierników, np. zużycia energii elektrycznej.

Aby korzystać z usługi użytkownik musi mieć, oprócz gniazdka elektrycznego z napięciem i modemem, komputer osobisty o następujących parametrach:

- procesor „Pentium”,
- system operacyjny (przynajmniej „Windows 95”),
- karta graficzna,
- napęd CD-ROM,
- interfejs USB lub ethernet.

Są to w zasadzie typowe właściwości obecnie dostępnych komputerów.

Dane techniczne adaptera wewnętrznego (Indoor Adapter, IA):

- prędkość: <4,5Mb/s,
- współpraca z protokołem: H.323 (VoIP),
- technologia: VLAN (wg normy IEE 802.1Q),
- współpraca z protokołem: DHCP,
- maksymalny dystans transmisji: < 100m,
- pasmo częstotliwości: 12-30MHz (zgodne CENELEC),
- interfejsy: 10Mb/s Ethernet, USB,
- szyfrowanie: RC-4 z wymianą kluczy wg Diffie Hellmama.

Adapter zewnętrzny (Outdoor Adapter) umożliwia bezpośredni dostęp od strony użytkownika do systemu zewnątrzbudynkowego. To urządzenie jest głównie używane do prostego dostępu do Internetu dla domków jednorodzinnych, gdzie nie jest wymagany system wewnątrzbudynkowy.

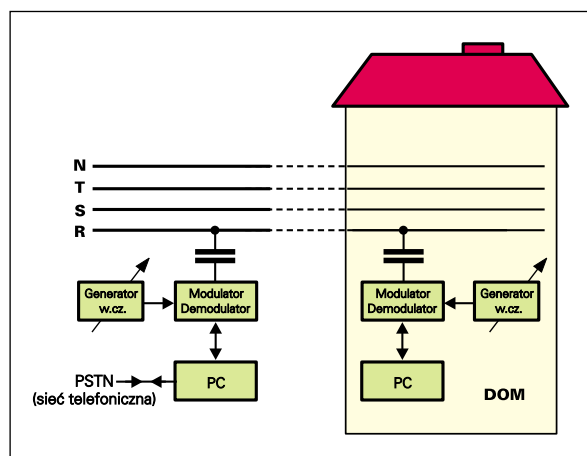


**Kontroler zewnętrzny kontrolujący cały system zewnątrzbudynkowy oraz stanowiący połączenie z siecią szkieletową.**

Dane techniczne adaptera zewnętrznego (Outdoor Adapter, OA):

- prędkość: <4,5Mb/s,
- współpraca z protokołem: H.323 (VoIP),
- technologia: VLAN wg normy IEE 802.1Q,
- współpraca z protokołem: DHCP,
- maksymalny dystans transmisji: 250m,
- pasmo częstotliwości: 1,6-13MHz (pasmo zgodne CENELEC),

### Ogólna zasada działania





- interfejsy: 10Mb/s Ethernet, USB,
- szyfrowanie: RC-4 z wymianą kluczy wg Diffie Hellmama.

Dane techniczne kontrolera zewnętrznego (Outdoor Master, OM):

- prędkość: <4,5Mb/s,
- współpraca z protokołem: H.323 (VoIP),
- technologia: VLAN (wg normy 802.1Q),
- współpraca z protokołem: DHCP,
- maksymalny dystans transmisji: <250m,
- pasmo częstotliwości: 1,6-13MHz (pasmo zgodne CENELEC),
- interfejsy: 10Mb/s Ethernet, RS 232,
- szyfrowanie: RC-4 z wymianą kluczy wg Diffie Hellmama.

Producentami w/w. urządzeń są firmy: izraelska Main.net, szwajcarska Ascrom, niemiecka Oneline i Politrax oraz iAD.

Wszystkie urządzenia mają zintegrowane zabezpieczenia przesyłanych informacji oparte na sieci wirtualnej i szyfrowanej transmisji danych. Implementacja tych sieci wykorzystuje standard IEE 802.1Q, zapewniający odpowiednią separację sygnałów i gwarantujący, że dane informatyczne trafią

tylko i wyłącznie do konkretnego adresata. Szyfrowanie danych skutecznie zabezpiecza informacje przed próbą odczytania ich przez innych. Urządzenia PLC są obsługiwane przez protokół SNMP, pozwalający na łatwą integrację z istniejącymi systemami zarządzania siecią elektroenergetyczną, co umożliwia monitorowanie i szybką lokalizację uszkodzeń.

### Zagrożenia ze strony PLC i nie tylko

Pomimo szeregu zalet Internet poprzez gniazdko (PLC) może nieść wiele niebezpieczeństw. Przepisy nie przewidują prawnej ochrony PLC przed zakłóceniami. Wielka szkoda, że w kraju nie istnieje norma dotycząca poziomu dopuszczalnych zakłóceń powodowanych przez system PLC. Na szczęście są już przygotowywane normy europejskie (CEPT, WRC 2003) na ten temat, a jednocześnie przemysł związany z PLC prowadzi intensywne badania mające na celu ograniczenie zakłóceń.

Aktualni dostawcy sprzętu PLC i operatorzy (firmy energetyczne) powołują się na normę niemiecką (NB30) i twierdzą, że wszystko jest w porządku; jednak normy te nie są w Polsce obowiązujące.

Według wielu autorzytety z dziedziny radiokomunikacji poziomy dopuszczony przez normę NB30 są absolutnie niewystarczające dla zapewnienia właściwej pracy służb krótkofalowych, przede wszystkim wojskowych, lotniczych, morskich, policji i straży granicznej, a także amatorskich.

Aktualnie dyskutowane normy EMC dotyczące ograniczeń promieniowania przez PLC, to norma niemiecka NB30 i norma brytyjska MPT 1570, które w istocie nie obejmują wyżej wzmiankowanego obszaru koordynacyjnego stosowanego przy koordynacji częstotliwości KF dla radiokomunikacji krótkofalowej. Tak więc uwzględnianie jedynie poziomów granicznych EMC jest niewystarczające dla oceny kompatybilności pomiędzy PLC i radiokomunikacją krótkofalową.

Jest widoczne, że wartości podane w normie NB30 są o wiele za wysokie, aby chronić służby radiokomunikacyjne HF przed za-

klóceniami ze strony PLC.

Skrót najważniejszych stanowisk służb profesjonalnych oraz amatorskich, którym zagraża współistnienie z PLC, jest przedstawiony w miesięczniku Świat Radio 5/2002.

Z obszernego materiału można wysunąć jeden najważniejszy wniosek, że szerokopasmowy PLC powiększy całkowity próg szumów w zakresie krótkofalowym, zaś zwiększony poziom szumów automatycznie zakłóci pracę systemów z przeskokiem częstotliwości (hopping) i wybieraniem częstotliwości. W efekcie wysokiego progu szumów systemy te nie będą w stanie wyszukać jakiegokolwiek wolnej częstotliwości dla ustanowienia łączności.



Urządzenia firmy ASCOM

Z kolei symetria/asymetria sygnału w ramach jednej sieci energetycznej jest zmienna, nie kontrolowana, a więc nie może być dostatecznie symulowana. Zakłócenia ze strony PLC są zależne od charakterystyk symetrii zastosowanych linii energetycznych, są więc one nieprzewidywalne i niestabilne w czasie. Zakłócenia będą się rozchodzić zarówno wzdłuż powierzchni Ziemi, jak i przez jonosferę. W wyniku tego, zakłócenia (tj. znaczny wzrost poziomu szumów) powodowane przez PLC nie będą miały charakteru lokalnego.

Sądzi się, że z chwilą wprowadzenia PLC w miastach czy okręgach, w liniach energetycznych wystąpi podobny efekt, jak w antenach

Porównanie poziomów granicznych dla emisji szerokopasmowych 9kHz według normy brytyjskiej (MPT1570 02/00) i normy niemieckiej (NB30).			
9 do 150 kHz (pasmo pomiarowe 200 Hz, detektor szczytowy)			
Częstotliwość (kHz)	Poziom graniczny w odległości 1 metra wg normy brytyjskiej (MPT 1570 02/00) 93.5-20 log f (kHz)	Poziom graniczny w odległości 3 metrów wg normy niemieckiej (NB30) 40-20*log (f/MHz)	różnica dB
	Poziom graniczny minus 9.5 dB do skorygowany dla 3 m 84-20 log f (kHz)	Poziom graniczny minus 16.5 dB skorygowany dla sygnałów szerokopasmowych 23.5-20*log(f/MHz)	
9	64.9 dB µV/m	64.4 dB (µV/m)	0.5
150	40.4 dB µV/m	39.9 dB (µV/m)	0.5
150 kHz do 1 MHz (pasmo pomiarowe 9 kHz, detektor szczytowy)			
Częstotliwość (MHz)	Poziom graniczny w odległości 1 metra wg normy brytyjskiej (MPT 1570 02/00) 50-20 log f (MHz)	Poziom graniczny w odległości 3 metrów wg normy niemieckiej (NB30) 40-20*log (f/MHz)	różnica dB
	Poziom graniczny minus 9.5 dB skorygowany dla 3 m 40.5-20 log f (MHz)		
0.15	56.9 dB µV/m	56.4 dB (µV/m)	0.5
0.50	46.5 dB µV/m	46.0 dB (µV/m)	0.5
0.75	42.9 dB µV/m	42.4 dB (µV/m)	0.5
1.00	40.5 dB µV/m	40.0 dB (µV/m)	0.5
1 to 1.6 MHz (pasmo pomiarowe 9 kHz, detektor szczytowy)			
Częstotliwość (MHz)	Poziom graniczny w odległości 1 metra wg normy brytyjskiej (MPT 1570 02/00) 50-20 log f (MHz)	Poziom graniczny w odległości 3 metrów wg normy niemieckiej (NB30) 40-8.8*log (f/MHz)	różnica dB
	Poziom graniczny minus 9.5 dB skorygowany dla 3 m 40.5-20 log f (MHz)		
1.00	40.5 dB µV/m	40.0 dB (µV/m)	0.5
1.20	38.9 dB µV/m	39.3 dB (µV/m)	0.4
1.40	37.6 dB µV/m	38.7 dB (µV/m)	1.1
1.60	36.4 dB µV/m	38.2 dB (µV/m)	1.8

kierunkowych (np. przy szeregu lamp ulicznych), co częściowo spowoduje bardzo duże natężenie pola zakłóceń wokół danego rejonu.

Reasumując, PLC może zakłócić służby krótkofalowe. Udowodniono, że nawet przy promieniowaniu ograniczonym do zgodnego z normą NB30, odbiór krótkofalowy będzie poważnie zakłócony, gdyż nie jest możliwe instalowanie anten odbiorczych w dużej odległości od przewodów sieciowych. Zakłóceniom podlegałyby również radiofonia średniofalowa. Powyższe niebezpieczeństwa mogą zagrozić egzystencji szeregu służb radiokomunikacyjnych, w tym łączności krótkofalowej i ogólnosiłkowej służbie amatorskiej.

Innym niebezpieczeństwem jest to, że z kolei fale krótkie mogą zakłócić Internet PLC. Szeroko rozgałęzione sieci energetyczne, działając jak anteny, nie tylko wytwarzają silne zakłócające promieniowanie, ale również zbierają wszelkiego rodzaju sygnały radiowe, wywołujące wysoki poziom szu-

mów w sieci zasilającej. Wysoki poziom szumów może znacznie obniżyć szybkość transmisji danych lub nawet ją uniemożliwić, utrudniając dostawcom usług zachowanie gwarantowanych parametrów.

Odporność PLC na zakłócenia będzie określona poziomem zabezpieczeń wbudowanych w sam system. Duża odporność wymaga zastosowania odpowiednich środków zabezpieczających, sprzecznych ze skuteczną możliwością transmisji (szybkością).

Również PLC może zakłócić inne urządzenia elektroniczne mające bezpośredni dostęp do wszystkich urządzeń zasilanych z sieci. Jest prawdopodobne, że duża liczba urządzeń elektronicznych będzie poddana zakłóceniom, w szczególności dotyczy to urządzeń audio/wideo i urządzeń medycznych w szpitalach i przychodniach. Większość takich urządzeń nie ma zabezpieczeń przed sygnałami PLC i jest zagrożona zakłóceniami. W krytycznych lokalizacjach, jak ośrodki intensywnej pomocy medycznej, może być zagrożone ludzkie życie.

Z powodów bezpieczeństwa, każde urządzenie będzie wymagać odpowiednich i kosztownych środków zabezpieczających.

W każdym razie PLC może wywołać całkowicie nowe problemy prawne.

Innym, poza radiowym, aspektem wprowadzenia technologii PLC w skali masowej, jest nie do końca zbadany szkodliwy wpływ powszechnie występującego pola wysokiej częstotliwości. Linie energetyczne znajdują się przecież wszędzie i nasze mieszkania oraz miejsca pracy są oplecione przewodami energetycznymi, które - wraz z rozpowszechnieniem PLC - staną się antenami nadawczymi. Trzeba też brać pod uwagę fakt, że wydajność PLC może nie sprostać rosnącemu zapotrzebowaniu na szybką transmisję danych.

Oferowana szybkość transmisji PLC rzędu 2Mbit/s od dostawcy usług do użytkownika jest już niewystarczająca i perspektywicznie może być skazana na niepowodzenie.

**Andrzej Janeczek**