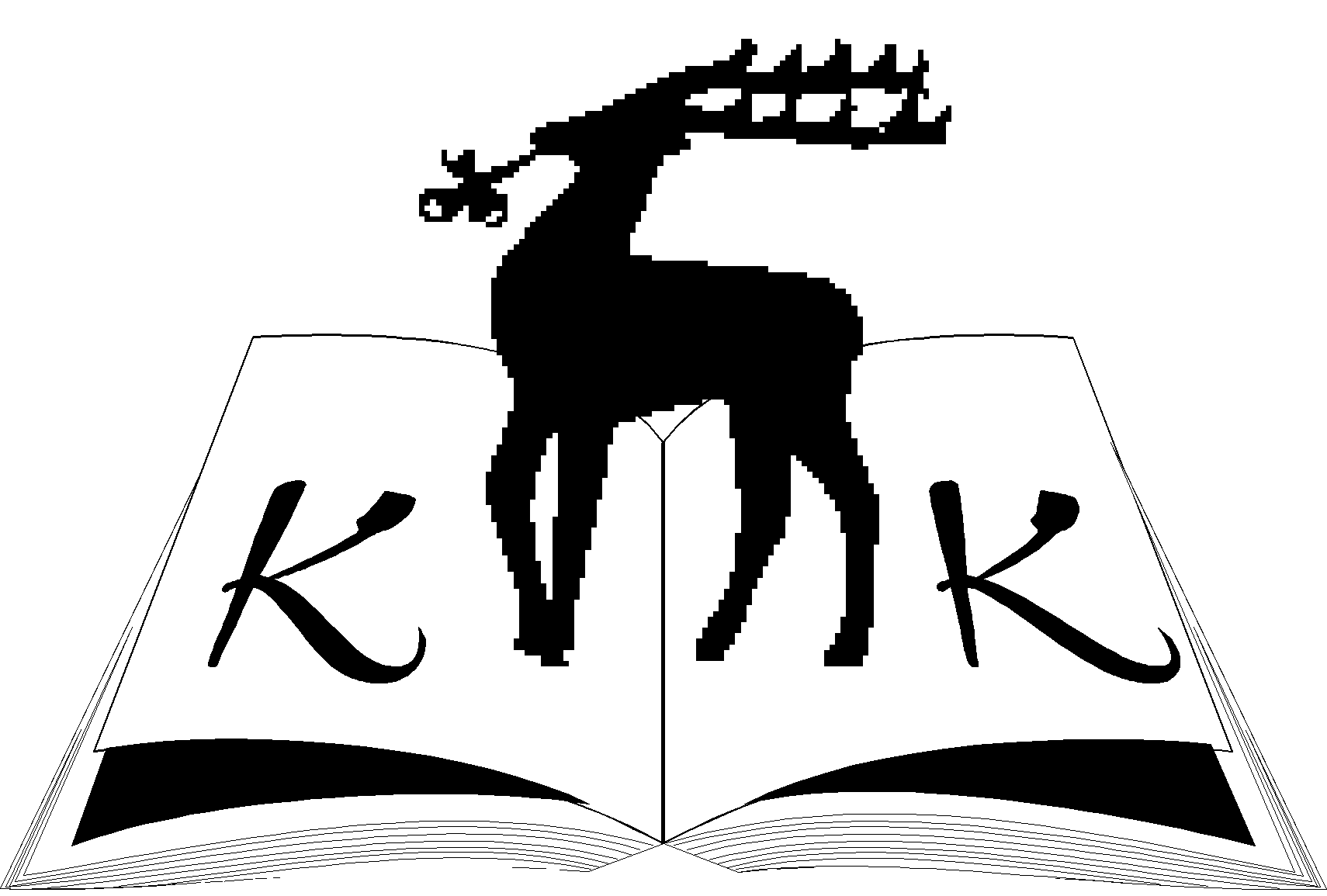
KOLEGIUM KARKONOSKIE

w Jeleniej Górze



**Urządzenia i aparatura**

**elektroniczna**

- projektowanie

TEMAT: Modem analogowy i cyfrowy (xDSL)

Prowadzący:

dr inż. Mirosław Chrzanowski

Opracował:

Jelenia Góra 2008

# MODEMY CYFROWE DSL

**DSL** ([ang.](http://pl.wikipedia.org/wiki/J%C4%99zyk_angielski) *Digital Subscriber Line*) - cyfrowa linia abonencka, rodzina technologii [szerokopasmowego dostępu](http://pl.wikipedia.org/wiki/Szerokopasmowy_dost%C4%99p_do_internetu) do [Internetu](http://pl.wikipedia.org/wiki/Internet). Standardowa prędkość odbierania danych waha się od 128 kb/s do 24000 kb/s, w zależności od zastosowanej technologii DSL. Dla technologii [ADSL](http://pl.wikipedia.org/wiki/Asymmetric_Digital_Subscriber_Line) prędkość wysyłania danych jest niższa od prędkości ich odbierania, natomiast prędkości te są symetryczne w technologii [SDSL](http://pl.wikipedia.org/wiki/SDSL). Wynalazcą modemów DSL był [Joseph W. Lechleitter](http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Joseph_W._Lechleitter&action=edit&redlink=1), pracownik firmy [Bellcore](http://pl.wikipedia.org/wiki/Bellcore), który zademonstrował projekt budowy tych urządzeń w latach [80.](http://pl.wikipedia.org/wiki/Lata_80._XX_wieku)

Według szacunków firmy badawczej [Point Topic](http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Point_Topic&action=edit&redlink=1) pod koniec marca [2004](http://pl.wikipedia.org/wiki/2004) r. na całym świecie było 73,4 mln użytkowników dostępu do Internetu w technologii DSL (najwięcej w [Niemczech](http://pl.wikipedia.org/wiki/Niemcy) - ok. 15 mln, [Chinach](http://pl.wikipedia.org/wiki/Chi%C5%84ska_Republika_Ludowa) – 13,9 mln, [Japonii](http://pl.wikipedia.org/wiki/Japonia) – 11 mln i [USA](http://pl.wikipedia.org/wiki/Stany_Zjednoczone) – ok. 10,5 mln). Szacuje się, że w [Polsce](http://pl.wikipedia.org/wiki/Polska) z technologii DSL korzystało (koniec 2006 r) ok. 1,5 mln osób.

**HISTORIA**

Początek technologii DSL datuje się na rok 1988, kiedy pracownicy firmy Bellcore opracowali metodę transmisji sygnału cyfrowego przez niewykorzystywane pasmo wyższych częstotliwości dostępne na zwykłej linii telefonicznej łączącej [centralę telefoniczną](http://pl.wikipedia.org/wiki/Centrala_telefoniczna) z lokalem abonenta. Technologia DSL umożliwia wykorzystanie istniejących linii telefonicznych do komunikacji cyfrowej i przesyłanie sygnału cyfrowego parą przewodów miedzianych zwykłej linii telefonicznej (tzw. [skrętką](http://pl.wikipedia.org/wiki/Skr%C4%99tka)) bez zakłócania usług głosowych. Jednakże operatorzy miejscowych central telefonicznych ILEC (ang. *Incumbent Local Exchange Carries*) nie byli entuzjastycznie nastawieni do DSL, według nich nie było opłacalne instalowanie drugiej linii telefonicznej dla klientów, którzy preferowali [połączenia dodzwaniane](http://pl.wikipedia.org/wiki/Po%C5%82%C4%85czenia_dodzwaniane) (ang. *dial-up*), a szerokopasmowe łącza stałaby się konkurencją istniejącej już [ISDN](http://pl.wikipedia.org/wiki/ISDN). Sytuacja zmieniła się w późnych latach 90., kiedy operatorzy sieci telewizji kablowych rozpoczęli kampanię marketingową na rzecz szerokopasmowego dostępu do Internetu. ILEC uświadamiając sobie, że większość klientów wybiera dostęp szerokopasmowy, pospieszyli z udostępnianiem technologii DSL.

DSL jest główną konkurencją dla [modemów kablowych](http://pl.wikipedia.org/wiki/Modem_kablowy) zapewniającą szybki dostęp do Internetu użytkownikom domowym w [Europie](http://pl.wikipedia.org/wiki/Europa) oraz [Północnej Ameryce](http://pl.wikipedia.org/wiki/Ameryka_P%C3%B3%C5%82nocna). W standardzie [ADSL](http://pl.wikipedia.org/wiki/Asymmetric_Digital_Subscriber_Line) możliwa jest transmisja danych z prędkością 8 Mb/s na odległość 2 km przy użyciu skrętki przewodów miedzianych. W przypadku dalszych odległości widać wyraźny spadek maksymalnej [przepustowości](http://pl.wikipedia.org/wiki/Przepustowo%C5%9B%C4%87). Najnowszy standard [ADSL2+](http://pl.wikipedia.org/wiki/ADSL2%2B) daje możliwość przesyłania strumienia danych z prędkością do 24 Mb/s, w zależności od odległości do [multipleksera](http://pl.wikipedia.org/wiki/Multiplekser) dostępowego cyfrowych linii abonenckich [DSLAM](http://pl.wikipedia.org/wiki/DSLAM) (ang. *DSL Access Multiplexer*).

**DZIAŁANIE**

Przyłącze lokalne Publicznej Komutowanej Sieci Telefonicznej ([PSTN](http://pl.wikipedia.org/wiki/PSTN), ang. *Public Switched Telephone Network*) projektowane było dla komunikacji głosowej i sygnalizacji, w postaci najstarszych, podstawowych usług telefonicznych [POTS](http://pl.wikipedia.org/wiki/POTS) (ang. *Plain Old Telephone Services*); pojęcie transmisji danych nie było wtedy znane. Z przyczyn ekonomicznych system telefoniczny przesyła sygnał mowy ograniczając zakres częstotliwości do przedziału pomiędzy 300 a 3400 [Hz](http://pl.wikipedia.org/wiki/Herc) - taki zakres częstotliwości jest wystarczający do dobrego zrozumienia ludzkiej mowy. Usługi wykorzystujące [modemy](http://pl.wikipedia.org/wiki/Modem) w sieci telefonicznej są ograniczone przepustowością kanału telefonicznego.

W lokalnych centralach telefonicznych mowa jest [próbkowana](http://pl.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%B3bkowanie) z częstotliwością 8000 Hz, kodowana w formie 8-bitowego sygnału i przesyłana dalej w postaci strumienia danych 64 kb/s. Zgodnie z teorią [Nyquista](http://pl.wikipedia.org/wiki/Harry_Nyquist) każdy sygnał powyżej 4000 Hz nie jest przepuszczany przez sieć telefoniczną.

Przyłącze lokalne łączące centralę telefoniczną z większością abonentów jest zdolne do przesyłania częstotliwości wyższych niż wynoszący 3,4 kHz limit POTS. Limit ten może być wyższy w zależności od odległości i jakości przyłącza. Technologia DSL wykorzystuje to wyższe, nieużywane pasmo przyłącza poprzez tworzenie kanałów, o szerokości 4312,5 Hz każdy, zaczynających się pomiędzy 10 a 100 kHz, w zależności od konfiguracji systemu. Przydział kanałów jest kontynuowany na wyższych i wyższych częstotliwościach (dla ADSL do 1,1 MHz) aż do czasu, gdy nowe kanały będą uznane za nienadające do użytku. Każdy kanał jest rozszerzony, aby nadawał się do użycia na więcej niż tylko jednej trasie, jak jest to w przypadku połączeń POTS. Więcej nadających się do użytku kanałów przyrównuje się do większego dostępnego pasma, dlatego ważnymi czynnikami są odległość i jakość linii. Pula nadających się do użycia kanałów jest rozdzielana na dwie grupy strumieni ruchu – wysyłania i odbierania – opartych na wstępnie skonfigurowanych proporcjach. W założonej grupie odrębne kanały są spajane w jedną parę cykli, każdy w innym kierunku. Podobnie jak analogowe modemy, nadajniki DSL stale monitorują jakość kanałów i w zależności od tego, czy dany kanał jest użyteczny, czy też nie, są one dodawane lub usuwane.

Sukces komercyjny DSL i podobnych technologii w dużej mierze odzwierciedla fakt, iż w ostatnich dekadach, gdy elektronika staje się szybsza i tańsza, koszty rozmieszczania (słupów, rowów, etc.) nowego okablowania pozostają nadal wysokie. Technologia DSL stosuje złożone [algorytmy](http://pl.wikipedia.org/wiki/Algorytm) przetwarzania sygnału cyfrowego w celu ominięcia fizycznych ograniczeń pary przewodów miedzianych ([skrętki](http://pl.wikipedia.org/wiki/Skr%C4%99tka)). Nie tak dawno koszt podobnej instalacji mógłby być ogromny, ale dzięki technologii [VLSI](http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=VLSI&action=edit&redlink=1) koszt instalacji DSL na istniejących przyłączach lokalnych, z multiplekserem [DSLAM](http://pl.wikipedia.org/wiki/DSLAM) na jednym końcu i modemem DSL na drugim, wymaga mniejszej ilości nakładów od tych, jakie pociągnęłaby instalacja [światłowodu](http://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Awiat%C5%82ow%C3%B3d).

Technologia DSL może być stosowana w większości mieszkań i małych biur. Odpowiednie filtry umożliwiają jednoczesne działanie usług telefonicznych oraz DSL. Modem DSL może korzystać z tej samej linii abonenckiej co urządzenia komunikacji oparte na POTS, włączając faksy i modemy analogowe. W tym samym czasie tylko jeden modem DSL może używać linii abonenta. Standardową metodą udostępniania DSL wielu komputerom w tym samym lokalu jest użycie [routera](http://pl.wikipedia.org/wiki/Router), który nawiązuje połączenie pomiędzy modemem DSL a siecią lokalną [Ethernet](http://pl.wikipedia.org/wiki/Ethernet) lub [Wi-Fi](http://pl.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi).

Kanały strumieni wysyłania i odbierania są używane do nawiązania połączenia między [abonentem](http://pl.wikipedia.org/wiki/Abonent) a [dostawcą usług internetowych](http://pl.wikipedia.org/wiki/Internet_Service_Provider).

**WYPOSAŻENIE**

Abonent instaluje w lokalu [modem](http://pl.wikipedia.org/wiki/Modem) DSL. Ten konwertuje dane z [cyfrowego sygnału](http://pl.wikipedia.org/wiki/Sygna%C5%82_cyfrowy) używanego przez komputery w sygnał napięcia zakresu nadającej częstotliwości, która jest następnie użyta w linii telefonicznej.

W początkowych okresach działania usługi DSL instalacja wymagała wizyty technika w lokalu abonenta. Rozdzielacz sygnału ([splitter](http://pl.wikipedia.org/wiki/Splitter)) był instalowany blisko punktu rozgraniczenia, z którym instalowana była dedykowana linia. Dziś wielu dostawców DSL oferuje abonentowi zestaw - modem z instrukcjami do samodzielnego montażu. Do prawidłowego działania usługi wymagane jest wpięcie [filtru DSL](http://pl.wikipedia.org/wiki/Spliter) w każde gniazdo telefoniczne z wyjątkiem tego, do którego podłączony będzie modem. Filtr rozdziela pasmo na sygnał o częstotliwościach powyżej 4kHz, które trafiają do modemu oraz na sygnał o częstotliwości poniżej 4 kHz dla pozostałych urządzeń.

W centrali telefonicznej sygnał jest również separowany. Sygnał cyfrowy kierowany jest do karty modemowej a następnie do multipleksera, który kończy cykle DSL sumując je i przekazuje do kolejnego transportu.

**PROTOKOŁY I KONFIGURACJE**

Wiele technologii DSL na tym samym połączeniu wprowadza, przez niskopoziomową warstwę strumienia bitu, warstwę [ATM](http://pl.wikipedia.org/wiki/Asynchronous_Transfer_Mode) do adaptacji liczby różniących się technologii.

Implementacje DSL mogą tworzyć sieci [mostowe](http://pl.wikipedia.org/wiki/Bridge). W takiej konfiguracji, grupa komputerów abonenta efektywnie łączy się w pojedynczą podsieć. Wcześniej implementacje używały protokołu [DHCP](http://pl.wikipedia.org/wiki/DHCP), który umożliwia uzyskanie od serwera danych konfiguracyjnych takich jak [adres IP](http://pl.wikipedia.org/wiki/Adres_IP) abonenta z uwierzytelnieniem przez [adres MAC](http://pl.wikipedia.org/wiki/MAC) czy przydzieloną nazwę [hosta](http://pl.wikipedia.org/wiki/Host). Późniejsze implementacje często używają protokołu [PPP](http://pl.wikipedia.org/wiki/PPP) przez [Ethernet](http://pl.wikipedia.org/wiki/Ethernet) lub [ATM](http://pl.wikipedia.org/wiki/Asynchronous_Transfer_Mode) ([PPPoE](http://pl.wikipedia.org/wiki/PPPoE) lub [PPPoA](http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=PPPoA&action=edit&redlink=1)).

**XDSL**

*Tabela 1. Rodzina technologii XDSL [[1]](#footnote-1)*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Typ** | **Typ**  **transmisji** | **Przepustowość** | | **Medium transmisyjne** | **Max. długość łącza** |
| **Nadawanie** | **Odbiór** |
| IDSL (ISDN DSL) | Sym | 144 kbps | 144 kbps | 1 para Cu | 11 km |
| ADSL (Asymetric DSL) | Asym | 16 – 640 kbps | 1,5 – 8 Mbps | 1 para Cu | 6 km |
| RADSL (Rate Adaptive DSL) | Asym | 16 – 640 kbps | 1,5 – 8 Mbps | 1 para Cu | 6 km |
| HDSL (High Bit Rate DSL) | Sym | 1,5 – 2 Mbps | 1,5 – 2 Mbps | 2 para Cu | 4 km |
| HDSL – 2 | Sym | 1,5 – 2 Mbps | 1,5 – 2 Mbps | 1 para Cu | 4 km |
| SDSL (Symmetric DSL) | Sym | 128 kbps – 2 Mbps | 128 kbps – 2 Mbps | 1 para Cu | 3 km |
| VDSL (Very High Speed DSL) | Asym | 1,5-2 Mbps | 13 – 52 Mbps | Przew. Cu lub światłowody | < 1,5 km |

XDSL to kilka odrębnych technologii zróżnicowanych pod względem szybkości działania w bezpośrednim otoczeniu abonenta:

* podwyższonej przepływności HDSL (ang. *High Digital Subscriber Line* )
* zintegrowaną IDSL *(ang. Integral DSL )*
* asymetryczną ADSL (ang. *Asymmetric DSL* )
* symetryczną SDSL (ang. *Symmetric DSL* )
* adaptacyjną RADSL (ang. *Rate Adaptive DSL* )
* wysokiej przepływności VDSL (ang. *Very High Speed DSL* )

# ADSL

Modem ADSL można sobie wyobrazić jako zespół wielu klasycznych modemów naraz, równocześnie transmitujących dane co daje większą odporność na zakłócenia. W wypadku występowania silnych zakłóceń w określonych pasmach częstotliwości transmisja jest spowalniana (bądź nawet całkowicie wyłączana!) jedynie w kanałach odpowiadających tym częstotliwościom, pozostałe kanały natomiast pracują bez zmian. Sumaryczne spowolnienie transmisji jest zatem o wiele mniejsze, niż gdyby odnosiło się ono do całego pojedynczego kanału. Ponieważ modem ADSL nie używa pasma 0-4 kHz, równocześnie z transmisją danych możliwe jest całkowicie niezależne wykorzystywanie na tej samej linii telefonu (dla zwykłego modemu jest to oczywiście niemożliwe, a w przypadku ISDN wymaga przeznaczenia na transmisję danych tylko jednego z dostępnych użytkownikowi dwu kanałów, czyli ograniczenia się do przepustowości 64 kb/s).[[2]](#footnote-2)

Przyłączenie do linii modemu ADSL i telefonu odbywa się za pośrednictwem tzw. splitter. Jest to filtr odpowiedzialny z rozdzielenie pasma częstotliwości odbieranego sygnału: sygnał o częstotliwości poniżej 4 kHz trafia do telefonu, powyżej 4 kHz do modemu. Na wejściu centrali, analogiczny splitter niskie częstotliwości kieruje do jej części telefonicznej wysokie natomiast do modemu ADSL, a następnie do multipleksera (tzw. DSLAM), który to umożliwia dołączenie modemów do sieci transmisji danych. Korzystanie z ADSL wymaga od operatora telekomunikacyjnego działań w postaci doprowadzenia sieci transmisji danych centrali, a także wyposażenie linii w splitter i modem od strony centrali. Inwestycje wynikające z wdrożenia nowych technologii to główny powód ograniczający i hamujący rozwój tychże technologii. W przeciwieństwie do zwykłego modemu, ADSL nie może połączyć się z innym komputerem wyposażonym w modem analogowy, można to zrobić jedynie z sieci transmisji danych, do której przyłączona jest centrala i dostępne w niej serwery.

Technologia ADSL jest jedną z propozycji cyfrowych technologii DSL umożliwiających szerokopasmowy dostęp abonentów do publicznych sieci telekomunikacyjnych i Internetu. Stanowi etap przejściowy w sytuacjach, gdzie już istnieje tradycyjna abonencka sieć miedziana (skrętka linii telefonicznej), a budowa od podstaw nowoczesnych światłowodowych linii opartych na technologiach FTTL - przy braku sieci hybrydowej HFC *(Hybrid Fiber Coax)* - nie jest uzasadniona ekonomicznie. Podstawową cechą ADSL jest zróżnicowanie przepływności łącza w zależności od kierunku transmisji. W kierunku dosyłowym do abonenta *(downstream)* pasmo jest zwykle dziesięciokrotnie szersze niż w przeciwnym kierunku - "w górę" (*upstream),* w stronę sieci. Jest to spowodowane dominacją usług o charakterze rozsiewczym (telewizja, telewizja interaktywna, wideo).[[3]](#footnote-3)

Chronologicznie pierwszą wersją sieci w tej technologii, nazwaną później ADSL-I, była sieć abonencka o przepływności 1,536 Mb/s (T1) lub 2,048 Mb/s (El), z kanałem zwrotnym 16 kb/s i działająca w zasięgu 4,8 km. Odmianą tej wersji jest symetryczne łącze SDSL *(Symmetric* DSL) o dwukierunkowej (duplex) przepływności 384 kb/s, o maksymalnym zasięgu 5,4 km, zastępowane coraz częściej sieciami cyfrowymi o większej szybkości. Transmisja cyfrowa w tych sieciach umożliwiała przekaz głosu, dźwięku i obrazów z kompresją uzyskiwaną w standardzie MPEG-1 (filmy, obrazy wideo, przeglądanie, przewijanie, cofanie, stop klatka), o jakości porównywalnej z obrazami uzyskiwanymi z magnetowidu. W 1992 r. pojawiła się technologia drugiej generacji ADSL-2, umożliwiająca przekazy w kierunku abonenta z szybkością 3,072 Mb/s lub 3,096Mb/s i kanałem zwrotnym 64 kb/s w stronę sieci. Jednak nie wzbudziła ona szerszego zainteresowania abonentów. Rozwinięciem tej wersji jest współczesna jej odmiana, ADSL-3, działająca z maksymalną przepływnością w kierunku dosyłowym 6,144 Mb/ s (wersja europejska 8,448 Mb / s) i kanałem powrotnym o szybkości do 576 kb / s. W sieciach ADSL-3 są stosowane zarówno standardy MPEG-1 (1,5 Mb/s), jak też strumienie MPEG-2, umożliwiające uzyskiwanie obrazów o telewizyjnej jakości. Zasięg poprawnego odbioru sygnału w sieci jest ściśle związany z przepływnością uzyskiwaną w poszczególnych odcinkach dwuprzewodowej skrętki miedzianej (przekrój przewodów) i w zależności od producenta urządzeń DSL zawiera się w granicach od 2,5 km do 4,5 km (typowo 3,6 km), przy zmianach przepływności od 1,5 Mb/s do 8 Mb/s. [[4]](#footnote-4)

# Prędkość transmisji

ADSL to skrót od *Asymmetric Digital Subscriber Line* czyli asymetryczna cyfrowa linia dostępu. W przypadku ADSL mamy do czynienia z dwoma modemami podłączonymi do linii telefonicznej, czyli do pary miedzianych przewodów. Dane przesyłane są asymetrycznie z prędkościami zależnymi od kierunków transmisji: do użytkownika z maksymalną prędkością 9 Mb/s do providera z prędkością do 800 kb/s. W ten sposób informacje transmitowane są prawie 140 razy szybciej niż w sieci ISDN i niemal tak szybko jak w lokalnej sieci Ethernet. Przez bardzo długi okres sieć telefoniczna uznawana była za nieprzystosowaną do komunikacji szerokopasmowej i przesyłania dużych strumieni danych. Nowe modemy 56k transmitują po drucie telefonicznym 56 kilobitów na sekundę (przynajmniej w kierunku do użytkownika), a nie jest to bynajmniej granica możliwości sieci telefonicznej. Kanał telefoniczny przenosi pasmo od 300 do 3300 Hz i tylko taki zakres częstotliwości ma do swojej dyspozycji modem. Całe pasmo leżące powyżej tego zakresu jest niewykorzystywane i zostaje wytłumione. Pasma telefonicznego nie ograniczają zatem cienkie, niedostatecznie ekranowane przewody miedziane, ale urządzenia teletransmisyjne działające w centralach telefonicznych.13

Szybkość transmisji ADSL zależy jednak bardzo mocno od odległości pomiędzy modemami. Dla przykładu, jeden pełny kanał telewizji cyfrowej wymaga strumienia danych o przepustowości 6 Mb/s, a najbliższy węzeł sieci nie może być oddalony od mieszkania abonenta o więcej niż 1,5 km. Do realizacji usług typu wideo na żądanie ("video-on-demand") wystarcza już sieć o przepustowości 1,5 megabitów na sekundę. Odległość od najbliższego węzła takiej sieci może wynosić w tym przypadku nawet 5,5 km. Mniejsze znaczenie mają odległości pomiędzy po-szczególnymi węzłami sieci, ponieważ łącza między nimi posiadają znacznie większą przepustowość. Najważniejszym plusem tego rozwiązania jest to iż dwudrutowe linie doprowadzone są do każdego z 700 milionów abonentów telefonicznych na całym świecie. Tak więc ADSL potrafi zmienić dotychczasową sieć dostępu ograniczoną do głosu tekstu i grafiki niskiej rozdzielczości w ścieżkę komunikacyjną dla prawdziwie interaktywnych multimediów.13

*Tabela 6.2 Normy przepływności w technologii ADSL[[5]](#footnote-5)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Norma amerykańska **ANSI** | | Norma europejska **ETSI** | |
| Do abonenta (Mb/s) | Od abonenta (kb/s) | Do abonenta (Mb/s) | Od abonenta (kb/s) |
| 6,144 | 640 | 8,192 | 640 |
| 4,608 | 384 | 6,144 | 384 |
| 3,072 | 160 | 4,096 | 160 |
| 1,536 | 64 | 2,048 | 16-176 |

Jednakże prędkość przesyłania danych nie zależy wyłącznie od możliwości samego modemu. Trzeba bowiem wziąć pod uwagę, że sygnał jest przesyłany po dwużyłowym kablu miedzianym, którego tłumienność dla częstotliwości 300 kHz może dochodzić do 90 dB, co decyduje, że maksymalna przepływność systemu jest determinowana przez rodzaj i stan techniczny kabla.

*Tabela 6.3 Przepływność w zależności od średnicy i długości kabla 14*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Przepływność (Mb/s) | Średnica przewodów (mm) | Długość linii (km) |
| 2 | 0,5 | 5,5 |
| 2 | 0,4 | 4,6 |
| 6.1 | 0,5 | 3,7 |
| 6.1 | 0,4 | 2,7 |
| 8.1 | 0,5 | 2,7 |

# RADSL

RADSL (Rate Adaptive DSL) jest to adaptacyjna wersja dostępu asymetrycznego, umożliwia automatyczne dopasowanie się współpracujących modemów do przepływności aktualnie dostępnych w torze transmisyjnym. Jest to najbardziej efektywna przekazu przez istniejące kanały informacyjne z przepływnością zmieniającą się dynamicznie, nawet w trakcie korzystania z konkretnej usługi telekomunikacyjnej. W modemach wykonanych w technologii CAP programowa zmiana liczby bitów informacyjnych przypadających na jeden zakodowany symbol (od 3 do 8 bitów), w połączeniu ze zmienną szybkością modulacji symboli (360, 656, 952 Bd), umożliwia dostrojenie szybkości transmisji – dyskretnymi krokami co 320 kb/s – do optymalnej przepływności kanału. Dla pasma dosyłowego „w dół” – w zakresie szybkości od 680 kb/s do maksymalnej 7,616 Mb/s, natomiast dla pasma interakcyjnego „w górę” – również krokami w granicach od 136 kb/s do 1,088 Mb/s. Procedura adaptacyjna przepływności w modemach wykonanych w technologii DMT umożliwia dostosowanie szybkości użytkowej w każdym podkanale oddzielnie.[[6]](#footnote-6)

# CDSL

Najnowszą formą powszechnego asymetrycznego dostępu CDSL (Consumer DSL), lansowana od niedawna przez Rockwella jako technologia Lite DSL, jest przewidywana dla klientów o umiarkowanych potrzebach komunikacyjnych. W technologii CDSL maksymalna szybkość transmisji „w dół” do abonenta wynosi 1 Mb/s, natomiast interakcja użytkownika nie przekracza 128 kb/s. W odróżnieniu od innych technologii DSL, integrujących głos z przekazem danych, modemy wykonane w technologii Lite DSL nie potrzebują wydzielonej przystawki abonenckiej (set-top-box) do jednoczesnej transmisji mowy i danych, co upodabnia je do stosowanych do tej pory klasycznych modemów analogowych.15

# VDSL

Technologia VDSL *(Very High speed Digital Subscriber Line)* jest stosowana w cyfrowych pętlach abonenckich o bardzo dużej prędkości transmisji (10 Mbit/s i więcej). W systemach VDSL łącze światłowodowe doprowadza strumień danych do wyniesionego układu komutacyjnego, z którego, przy wykorzystaniu skrętki i kabli koncentrycznych, dane w postaci cyfrowej rozprowadzane są w promieniu do kilkuset metrów. Prędkość transmisji umożliwia realizację usług multimedialnych.15

System VDSL służy do transmisji sygnałów cyfrowych o przepustowości kilkudziesięciu Mbit/s przez parę telefoniczną. Umożliwia transmisję dwukierunkową, w trybie symetrycznym lub asymetrycznym. Prędkości transmisji wynikają z podziału prędkości kanonicznej SDH 155.52 Mbit/s. Tabela przedstawia te wartości wraz z odpowiadającymi im długościami linii.

Szybkość transmisji w dół ogranicza zasięg systemu. Spowodowane jest to tych iż transmisja w tym kierunku odbywa się w wyższych pasmach częstotliwości oraz odznacza się dużymi przepływnościami. Wraz z wzrostem długości łącza zmniejsza się szybkość transmisji.

**HDSL**

HDSL to technika symetrycznego cyfrowego łącza abonenckiego - umożliwia dwukierunkowe przesyłanie strumieni 2,048 Mbit/s na jednej, dwóch lub trzech parach przewodów miedzianych. Jednoparowe łącze HDSL jest często wyróżniane jako technika transmisyjna SDSL (Single - pair Digital Subscriber Line). Charakteryzuje się ona mniejszym zasięgiem transmisji niż HDSL kilkuparowy, lecz jej podstawową zaletą jest to, że wykorzystuje jedną parę przewodów miedzianych, którą zawsze dysponuje abonent. Stosowana coraz częściej w telekomunikacji technologia HDSL umożliwia uzyskanie przepływności 2 Mb/s za pomocą zwykłej dwuprzewodowej linii telefonicznej. Dedykowany odcinek symetrycznej linii telefonicznej może być wykorzystany jako szerokopasmowy trakt cyfrowy 2 Mb/s bądź traktowany jako medium transmisyjne do jednoczesnego przekazu 30 zwykłych rozmów telefonicznych za pomocą jednej pary przewodów miedzianych. 16

Początkowo do instalacji urządzeń wykonanych w technologii HDSL niezbędne były trzy pary linii symetrycznych, obecnie największą popularność uzyskały systemy wykorzystujące dwie pary linii telefonicznych. W systemie opartym na dwóch symetrycznych liniach strumień informacji cyfrowej o przepływności 2,048 Mb/s jest dzielony dla każdego z kierunków na dwa strumienie - zawierające po 1024 kb/s informacji użytkownika - przesyłane równolegle i równocześnie w obu kierunkach przy użyciu dwóch par przewodów. Zastosowana po obydwu stronach łącza technika kompensacji echa umożliwia prowadzenie w pełni dupleksową transmisję cyfrową dla każdej z par oddzielnie. [[7]](#footnote-7)

# 

# LITERATURA

1. „Vademecum Teleinformatyka” IDG Warszawa 2002
2. Mark Spotack „Sieci komputerowe: księga eksperta” Helion Gliwice 1999
3. William Buchanan „Sieci komputerowe” WKŁ Warszawa 1997
4. Joe Habraken „ABC sieci komputerowych” Helion Gliwice 2002
5. P. Rysz, W. Ryś „Modemy i technologie Dial-Up” IVFDS
6. Paweł Połoszynowicz „Technologia XDSL” IVFDS

**INTERNET**

1. [http://republika.pl/dobry2/Modemy/](http://www.republika.pl/dobry2/Modemy/)
2. <http://xdsl.w.interia.pl/>
3. <http://student.wsu.kielce.pl/lebro/>
4. http://republika.pl/abckomputera/

1. „Vademecum Teleinformatyka” IDG Warszawa 2002 [↑](#footnote-ref-1)
2. 1. INTERNET: http://xdsl.w.interia.pl/

   [↑](#footnote-ref-2)
3. „Vademecum Teleinformatyka – wydanie uzupełnione i poprawione [↑](#footnote-ref-3)
4. INTERNET: http://xdsl.w.interia.pl/ [↑](#footnote-ref-4)
5. INTERNET: http://xdsl.w.interia.pl/ [↑](#footnote-ref-5)
6. „Vademecum Teleinformatyka – wydanie uzupełnione i poprawione [↑](#footnote-ref-6)
7. „Vademecum Teleinformatyka – wydanie uzupełnione i poprawione [↑](#footnote-ref-7)