

# Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

TEB Edukacja, Częstochowa

27.02.2015



TEB Edukacja

Technologie  
dostępu do  
internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia  
modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX  
(WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały

- 1 Wstęp
- 2 Połączenia modemowe
- 3 DSL
- 4 Światłowód
- 5 WLAN
- 6 WiMAX (WMAN)
- 7 DVB-S
- 8 GSM
- 9 LTE
- 10 Zadania
- 11 Materiały

- połączenie modemowe
- linia DSL
- WLAN
- technologia światłowodowa
- technologia satelitarna (DVB-S)
- technologia GSM
- WiMAX
- LTE

## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały

- Modem - MODulator-DEModulator
- urządzenie ma za zadanie zakodować cyfrowo informacje (dane) w celu przesłania ich poprzez medium transmisyjne
- po odebraniu danych ma za zadanie odkodować je i wyświetlić/odtworzyć/przetworzyć
- medium transmisyjnym może być dowolna technologia: diodowa (podczerwień), kablowa, fale radiowe
- główne zastosowanie modemów to telekomunikacja (linia telefoniczna) i przekazywanie przez nią transmisji danych

- modemy klasyfikuje się poprzez ilość danych, które mogą przesłać w określonym czasie
- najczęściej używa się miary bit/sekundę (bps, bit/s) lub bajt/sekundę (B/s)
- urządzenia te można również klasyfikować poprzez ich symbol oceny transferu podawany w baudach (baud)
- baud wskazuje ile symboli na sekundę modem jest w stanie przesłać; bądź ile razy modem może wysłać nowy sygnał (zmodulowany) w ciągu sekundy (tego określenia używa się częściej)

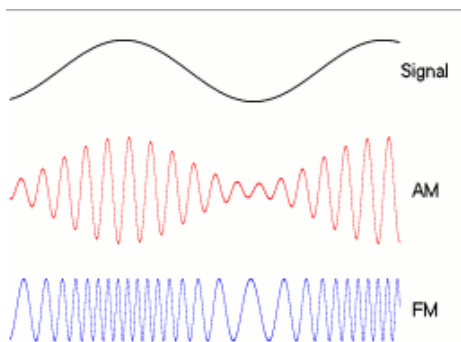
- BAUD NIE JEST TOŻSAMY Z PRZEPŁYWNOŚCIĄ DANYCH (b/s)
- Przykładowo wiemy, że nadawany sygnał może zmienić się 100 razy w ciągu sekundy
- oznacza to, że modem pracuje z transferem 100 baud/s
- wiemy, że każda zmiana sygnału niesie za sobą informacje o 2 bitach
- oznacza to, że przepływność lini będzie równa 200 b/s

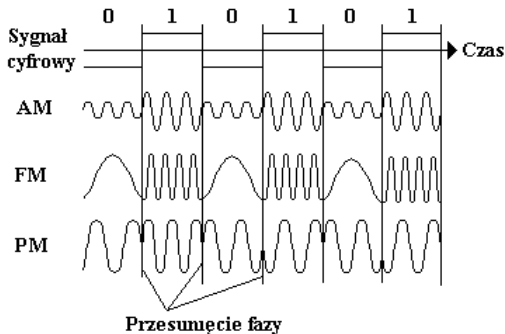
- modulacja zamienia nam sygnał cyfrowy (czyli popularne '0' i '1') na sygnał analogowy
- modulacja ma zapewnić zachowanie parametrów przesyłanego sygnału oraz umożliwić jak najlepsze wykorzystanie linii telefonicznej
- modulacja jest ograniczona do rozmiarów pasma transmisyjnego...
- ... dlatego stosuje się wielowartościową modulację zwiększającą szybkość transmisji (aczkolwiek ta podatna jest na zakłócenia - zwłaszcza wielopoziomowa)

- polega na zmianie amplitudy sygnału na linii pod wpływem nadawanego sygnału wejściowego
- jest to najprostszy sposób modulowania sygnału
- jest jednoznaczny - nie ma go jak przekłamać...
- ... poza tłumieniem, w którym to zmodulowany sygnał może być zniekształcony i nieczytelny
- w zasadzie wada ta eliminuje tę modulecję z użytku w sieciach telefonicznych (trzeba by przysyłać dane bit po bicie z dużymi odstępami czasowymi)
- w technice cyfrowej (przemieniamy sygnał cyfrowy na analogowy!) modulację tę określa się kluczowaniem amplitudy (ASK - Amplitude Shift Keying)

- polega na zmianie częstotliwości sygnału pod wpływem nadawanego sygnału wejściowego
- jedna z trzech podstawowych modulacji, jednak posiadająca ograniczenia względem poprzedniej (dla układu trochę ciężiej jest przeliczać częstotliwość od amplitudy)
- zastosowanie tej modulacji ogranicza nas w transmisji o prędkości 300 b/s oraz 600 b/s (odpowiednio 15 oraz 300 baud/s)
- w trybie half-duplex możemy transmitować maksymalnie 1200 b/s
- mniej podatny za zakłócenia
- w technice cyfrowej modulecję tę określa się mianem kluczowania częstotliwości (FSK - Frequency Shift Keying)

- polega na zmianie fazy sygnału pod wpływem nadawanego sygnału wejściowego
- różni się od dwóch poprzednich modulacji gdyż w przypadku wykrycia zmian zmienia się przebieg fazy sygnałów (dodatni na ujemny, ujemny na dodatni)
- o ile do kodowania sygnałów analogowych modulacja ta wydaje się mało przydatna (trzeba by wyliczać moment zmiany fazy) o tyle w technice cyfrowej wydaje się być najlepszym rozwiązaniem
- w technice cyfrowej modulację tę określa się jako kluczowanie fazy (PSK - Phase Shift Keying)
- podstawowa zasada mówi, że przy zmianie stanu logicznego, np. z niskiego na wysoki, faza zostaje zmieniona o 180 stopni
- szybkość przy pełnej transmisji (full-duplex) wynosi od 1200 do 4800 b/s
- metoda ta była ulepszana dzięki czemu można osiągnąć większe transfery





# Modulacja QAM (Quadrature Amplitude Modulation)

Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

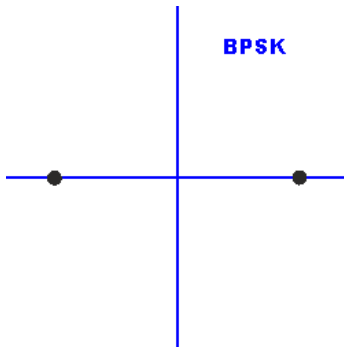
GSM

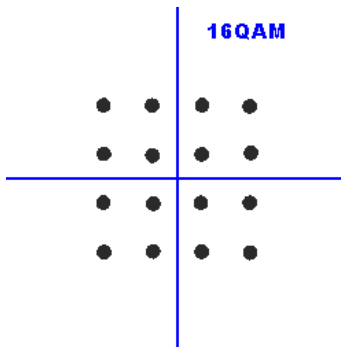
LTE

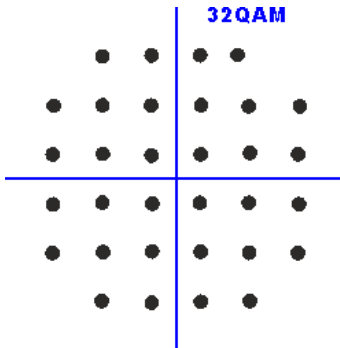
Zadania

Materiały

- chociaż nosi nazwę kwadraturowej modulacji amplitudy to jest najczęściej łączona z PSK
- w tej modulacji tworzony jest tzw. diagram konstelacji
- dane łączone są w dwójki, czwórki, szesnastki,... (BPSK, 4-QAM, 8-QAM, 16-QAM)
- łączenie to odpowiada zarówno amplitudzie jak i fazie
- numery przy nazwach (16-QAM) odpowiadają liczbie punktów na wykresie (jednoznacznie stany zakodowanych informacji)
- im więcej punktów tym transmisja jest podatna na zakłócenia (proszę pamiętać o ogólnej szerokości kanału!)







## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

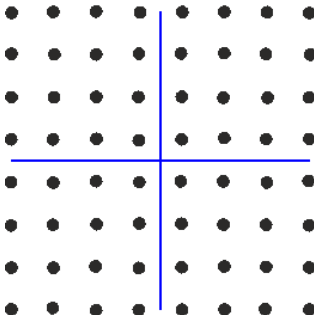
GSM

LTE

Zadania

Materiały

### 64QAM



Technologie  
dostępu do  
internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia  
modemowe

DSL

Światłowod

WLAN

WiMAX  
(WMAN)

DVB-S

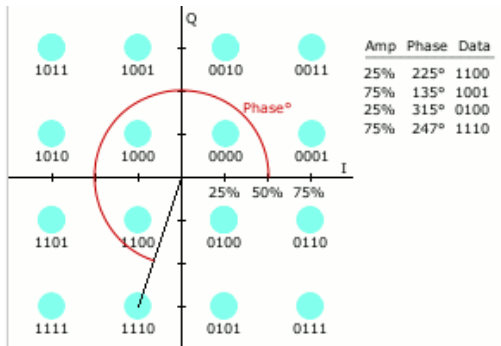
GSM

LTE

Zadania

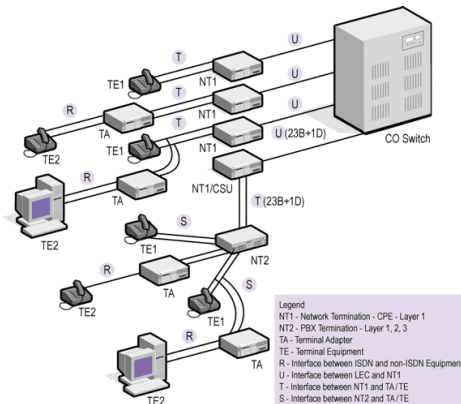
Materiały

MODULATION	BITS PER SYMBOL	SYMBOL RATE
BPSK	1	1 x bit rate
QPSK	2	1/2 bit rate
8PSK	3	1/3 bit rate
16QAM	4	1/4 bit rate
32QAM	5	1/5 bit rate
64QAM	6	1/6 bit rate



Connection	Modulation	Bitrate [kbit/s]	Year Released
110 baud Bell 101 modem	FSK	0.1	1958
300 baud (Bell 103 or V.21)	FSK	0.3	1962
1200 modem (1200 baud) (Bell 202)	FSK	1.2	
1200 Modem (600 baud) (Bell 212A or V.22)	QPSK	1.2	1980 <sup>[8][9]</sup>
2400 Modem (600 baud) (V.22bis)	QAM	2.4	1984 <sup>[8]</sup>
2400 Modem (1200 baud) (V.26bis)	PSK	2.4	
4800 Modem (1600 baud) (V.27ter)	PSK	4.8	<sup>[10]</sup>
9600 Modem (2400 baud) (V.32)	QAM	9.6	1984 <sup>[8]</sup>
14.4k Modem (2400 baud) (V.32bis)	trellis	14.4	1991 <sup>[8]</sup>
28.8k Modem (3200 baud) (V.34)	trellis	28.8	1994 <sup>[8]</sup>
33.6k Modem (3429 baud) (V.34)	trellis	33.6	1996 <sup>[11]</sup>
56k Modem (8000/3429 baud) (V.90)	digital	56.0/33.6	1998 <sup>[8]</sup>
56k Modem (8000/8000 baud) (V.92)	digital	56.0/48.0	2000 <sup>[8]</sup>
Bonding modem (two 56k modems) (V.92) <sup>[12]</sup>		112.0/96.0	
Hardware compression (variable) (V.90/V.42bis)		56.0–220.0	
Hardware compression (variable) (V.92/V.44)		56.0–320.0	
Server-side web compression (variable) (Netscape ISP)		100.0–1,000.0	

- ISDN - Integrated Services Digital Network (sieć cyfrowa z integracją usług)
- wykorzystuje istniejącą infrastrukturę PSTN (Public Switched Telephone Network - Publiczna komutowana sieć telefoniczna)
- nie wykorzystuje urządzeń analogowych chociaż istnieje możliwość połączeń z sieci analogowej do cyfrowej i na odwrót
- wyróżnia się dwa podstawowe rodzaje dostępu do ISDN:
  - podstawowy (Basic Rate Interface - BRI/Basic Rate Access - BRA) składający się z dwóch cyfrowych kanałów transmisyjnych B o przepustowości 64 kb/s każdy oraz kanału sygnalizacyjnego D o przepustowości 16 kb/s
  - pierwotny (Primary Rate Interface - PRI/Primary Rate Access - PRA) oparty o system zwielokrotnienia kanałów cyfrowych (T1/E1) oraz kanał sygnalizacyjny D o przepustowości 64 kb/s
- w Polsce przyjęło się stosować 30 kanałów danych oraz jeden kanał D synchronizujący strumień E1. Jako protokół sygnalizacyjny wykorzystuje się DSS1
- kanały można wykorzystać na rozmowy i dane. DSS1 służy do zestawienia połączeń.
- zestawienie kanału powoduje utworzenie toru transmisyjnego, zamykanego zaraz po zakończeniu połączenia



- na chwilę obecną cała linia technologii szerokopasmowego dostępu do Internetu
- pełna nazwa to cyfrowa linia abonencka (Digital Subscriber Line)
- technologia pozwala na wykorzystanie istniejącej już infrastruktury sieciowej (najpowszechniejszej POTS - Plain Old Telephone Services)
- wykorzystuje fakt, że wykorzystywane kable miedziane do transmisji w istniejących sieciach posiadają niewykorzystane pasmo wyższych częstotliwości
- pasmo POTS to 20 Hz-4 kHz, ISDN od 20 do 40-80 kHz, DLS wykorzystuje psamo 25-138 kHz dla wysyłania danych (upload) oraz 142-1100 kHz dla pobierania danych (download)
- w VDSL2 pasmo pobierania zostało poszerzone do 30 MHz
- pasma te podzielone są na kanały, każdy o szerokości 4312,5 Hz

- od strony sieci szkieletowej nie jest wymagana żadna modyfikacja!
- u abonenta montuje się modem DSL, który może występować jako urządzenie podłączane do komputera (przystawka USB), osobne urządzenie bądź jako urządzenie zintegrowane z dodatkową funkcjonalnością (np. router + WLAN)
- operator musi w swojej centralce zamontować koncentrator cyfrowych linii abonenckich (DSLAM)
- abonent po swojej stronie, jeżeli korzysta z usług telefonicznych, musi posiadać dodatkowy filtr dolnoprzepustowy, który wycina dla telefonu górne pasmo (odszumia), natomiast urządzenie DSL posiada filtr górnoprzepustowy

Technologie  
dostępu do  
internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia  
modemowe

**DSL**

Światłowód

WLAN

WiMAX  
(WMAN)

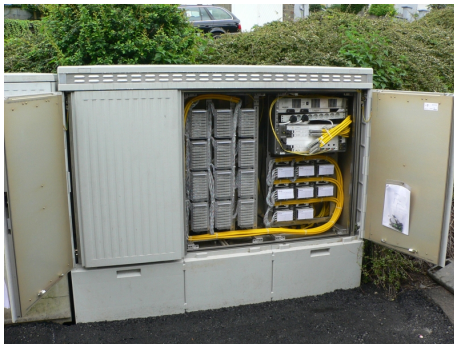
DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



# DSLAM skrzynia na tle pozostałych (POTS oraz prądowej)

Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

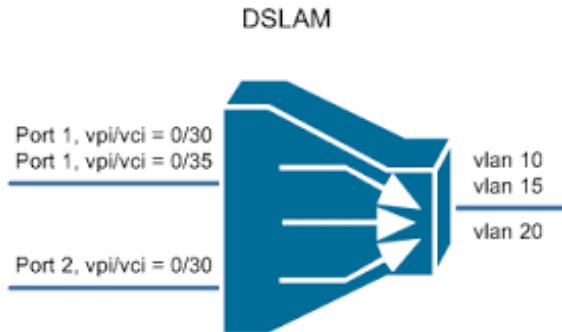
GSM

LTE

Zadania

Materiały





Technologie  
dostępu do  
internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia  
modemowe

**DSL**

Światłowód

WLAN

WiMAX  
(WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



- ISDN - opisane wcześniej, w ramach modemów
- IDSL - ISDN realizowany w ramach sieci cyfrowych (nie analogowych; tego typu linie dostępne są np. na Węgrzech)
- ADSL - asymetryczna cyfrowa linia abonecka (Asymmetric DSL). Charakteryzuje się niesymetrycznymi przepustowościami pobierania/wysyłania danych (np. 10 Mbit/s pobierania do klienta oraz 1 Mbit/s wysyłanie od klienta)
- HDSL - szybka cyfrowa pętla abonencka (High Bit Rate DSL). Stosowana głównie w rozwiązaniach komercyjnych (np. dalsza odsprzedaż). W Polsce wykorzystywana w usłudze Polpak. Pozwala na zestawienie symetrycznego połączenia do abonenta (np. 2 Mbit/s). Wymaga dwóch par kabli (po jednej na kanał)
- SDSL - (Symmetric DSL, Single-Line DSL). Podobne do HDSL jednak pozwala na wykorzystanie jednej pary kabla. Ogranicza to przepustowość do 768 kbit/s
- VDSL/VDSL2 - bardzo szybki DSL (Very high speed DSL). Pozwala na uzyskanie znacznie wyższych przepustowości niż ADSL/ADSL2+ (nawet do 200 Mbit/s na dystansie do 100 metrów)
- skyDSL - łącze satelitarne, które używa jako kanału zwrotnego innej, klasycznej metody połączenia (np. linii modemowej)
- G.Lite/CDSL - technologia pozwalająca łączyć się abonentom na bardzo dalekich odległościach od DSLAM (ok. 10 km). Niestety przepustowość wynosi 1 Mbit/s dla pobierania oraz 128 kbit/s dla wysyłania danych

Technologie  
dostępu do  
internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia  
modemowe

DSL

Światłowod

WLAN

WiMAX  
(WMAN)

DVB-S

GSM

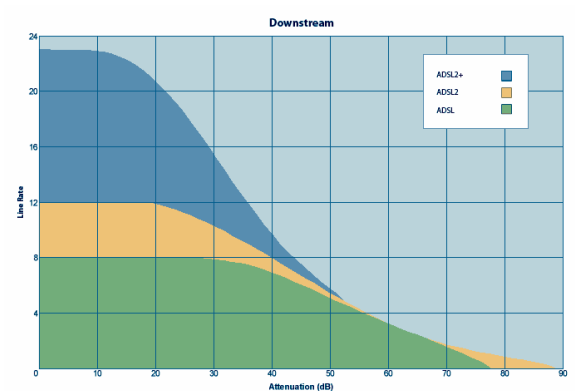
LTE

Zadania

Materiały

- jest to nadal popularna technologia podłączenia użytkowników w Polsce świadczona przez kilku operatorów (np. Orange, Netia)
- sygnał POTS oraz ADSL przesyłany jest jedno parowym kablem płaskim; jeżeli posiadamy kabel dwuparowy płaski to w Polsce przyjęło się, że wykorzystuje się parę wewnętrzną
- u klienta wykorzystuje się odpowiednie filtry (opisywane wcześniej) do zachowania jakości usług
- po stronie centrali rozdziela się kanał rozmów od danych, z czego dane mogą być wysyłane po sieci ATM lub Ethernet (w telekomunikacji wykorzystuje się pierwszą z nich, a do autoryzacji użytkownika protokół PPPoA)

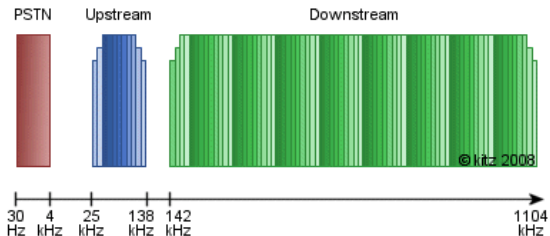
- ADSL - działa w odległości do 5,5 km od centrali. Przy takiej odległości umożliwia transfer na poziomie do 2048 kbit/s przy 128 kbit/s wysyłania od klienta. W przypadku skrócenia dystansu do ok. 2,5 km można uzyskać przepustowość 8192 kbit/s przy kanale zwrotnym 512 kbit/s
- ADSL2 - podniesiono maksymalną przepustowość do 12 Mbit/s (z czego efektywna to 10 Mbit/s) przy kanale zwrotnym 1 Mbit/s. Posiada największy zasięg (najlepiej znowi wysoki poziom tłumienia na linii). Na dystansie 4 km pozwala osiągnąć przepustowość 4096 kbit/s przy kanale zwrotnym 256 kbit/s
- ADSL2+ - najszybszy z wyżej wymienionych. Pozwala osiągnąć transfer 24 Mbit/s (przy 1 Mbit/s kanału zwrotnego) jednak jedynie do 2 km od DSLAM. Jako jedyna z ADSL pozwala na udostępnianie przez operatora usług multimedialnych, takich jak telewizja IP, programy na żądanie czy telefonia IP.

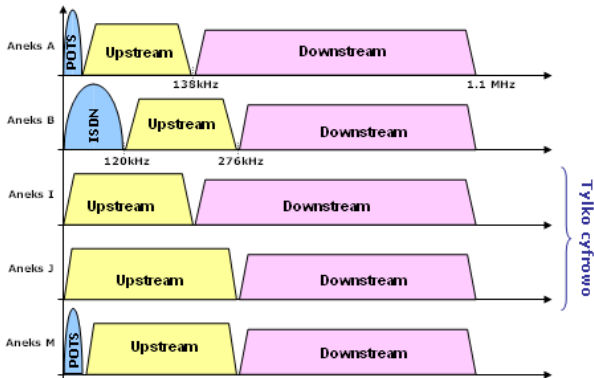


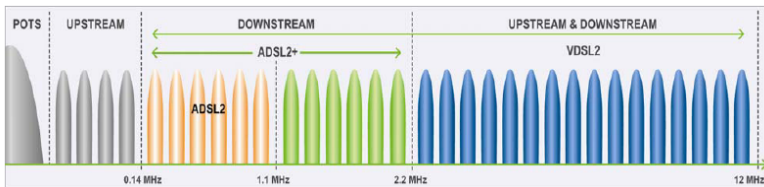
- jest to najnowszy standard transmisji szerokopasmowej DSL
- umożliwia transmisję symetryczną i asymetryczną w pełni dwukierunkową
- w Polsce używane jest pasmo do 12,5 MHz (w Japonii do 30 MHz)
- odległość transmisji jest możliwa do 5 km od centrali

Profil	Szerokość pasma (MHz)	Liczba kanałów	Szerokość kanału (kHz)	Moc (dBm)	Max. przepustowość (Mb/s, symetrycznie)
8a	8,832	2048	4,3125	+17,5	50
8b	8,832	2048	4,3125	+20,5	50
8c	8,5	1972	4,3125	+11,5	50
8d	8,832	2048	4,3125	+14,5	50
12a	12	2783	4,3125	+14,5	68
12b	12	2783	4,3125	+14,5	68
17a	17,664	4096	4,3125	+14,5	100
30a	30	3479	8,625	+14,5	200

## ADSL Frequencies







Technologie  
dostępu do  
internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia  
modemowe

**DSL**

Światłowod

WLAN

WiMAX  
(WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



Technologie  
dostępu do  
internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia  
modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX  
(WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



*Pacific Notebooks*

Technologie  
dostępu do  
internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia  
modemowe

**DSL**

Światłowod

WLAN

WiMAX  
(WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

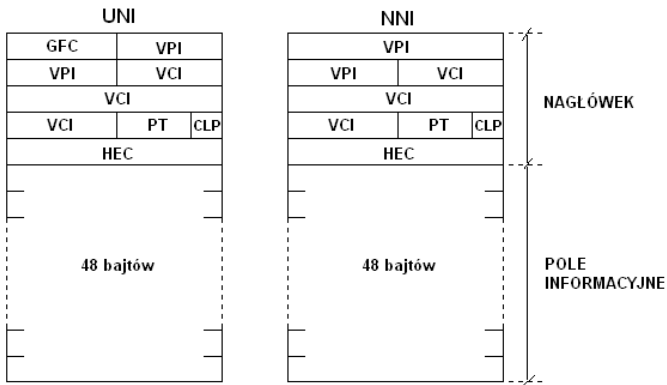
Zadania

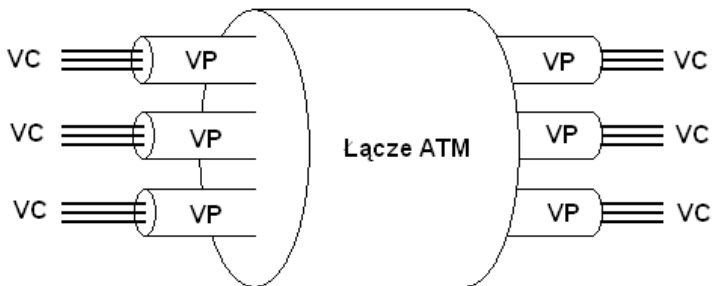
Materiały



- szerokopasmowy standard komunikacji (Asynchronous Transfer Mode)
- przesyła pakiety pomiędzy sieciami poprzez łącza wirtualne
- zestawienie drogi jest dokonywane przy zestawieniu łącza, później się nie zmienia (cały okres życia łącza trasa jest stała!)
- to on jest najczęściej wykorzystywany przez operatorów telefonii stacjonarnej (ADSL/VDSL)
- pomiędzy źródłem za celem zestawiane jest logiczne połączenie - VCC (Virtual Channel Connection)
- kanały znajdujące się w tym samym węźle docelowym tworzą VPC (Virtual Path Connection)
- kanały i ścieżki są rozróżniane są dzięki nagłówkowi ATM - VPI oraz VCI
- liczba ścieżek wirtualnych jest zawsze mniejsza od liczby kanałów wirtualnych
- takie rozwiązanie ułatwia i przyspiesza zarazem zestawienie nowego połączenia wykorzystującego daną ścieżkę wirtualną

- GFC (Generic Flow Control) - zarządza przepływem pakietów pomiędzy elementami sieci użytkownika
- VPI (Virtual Path Identifier) - identyfikuje nawiązane połączenie ze ścieżką wirtualną w łączy fizycznym
- VCI (Virtual Channel Identifier) - identyfikuje kanał wirtualny w danej ścieżce wirtualne. Można tworzyć do 65536 kanałów (16 bit)
- PT (Payload Type) - określa typ komórki ATM
- CLP (Cell Loss Priority) - określa priorytet pakietu (CLP=1 oznacza pakiet mniej ważny, CLP=0 - bardzo ważny)
- HEC (Header Error Control) - pole kontroli błędów; w przypadku wykrycia niezgodności w tym polu a zawartością pakietu może nastąpić korekta pojedynczych błędów



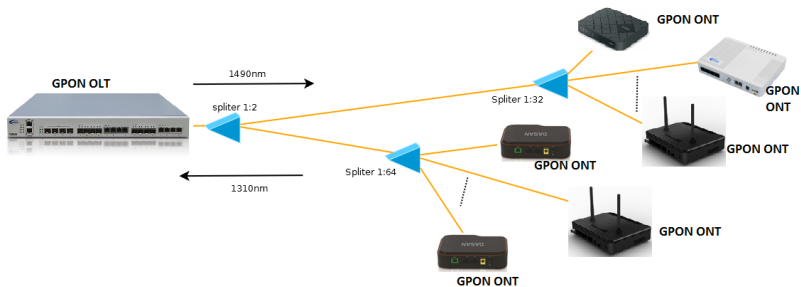


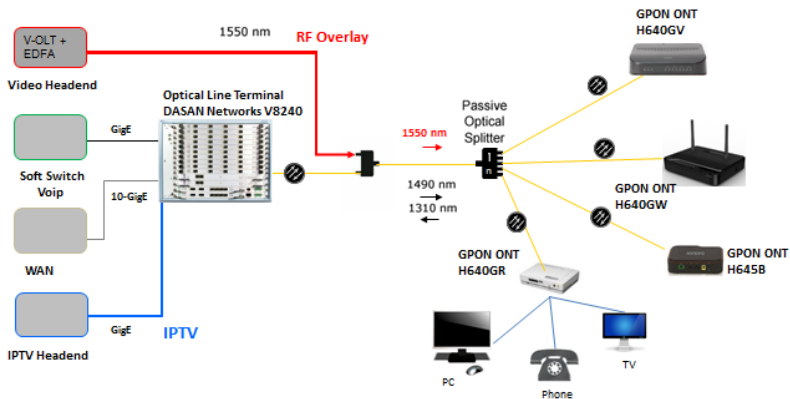
- sieci tego typu przypominają znane nam sieci lokalne oparte o skrętkę
- podstawą działania takiej sieci są urządzenia aktywne, takie jak routery, przełączniki czy też multipleksery
- tak jak w przypadku przełączników LAN, sieci tego typu kierują ruch do konkretnych odbiorców (po adresach sprzętowych)
- zastosowanie tego typu sieci to np. łączenie domów jednorodzinnych z punktem centralnym sieci, który z kolei może być podłączony do do innego punktu (itd.)
- innymi nazwami tego typu sieci są Ethernet in the first mile, Aktywny Ethernet
- standardy wykorzystujące aktywną sieć światłowodową: 100BASE-LX10, 100BASE-BX10, 1000BASE-LX10, 1000BASE-BX10
- wszystkie wyżej wymienione standardy są w stanie przesyłać sygnał do 10 km w oparciu o kabel jednomodowy (wykorzystując dwa włókna)

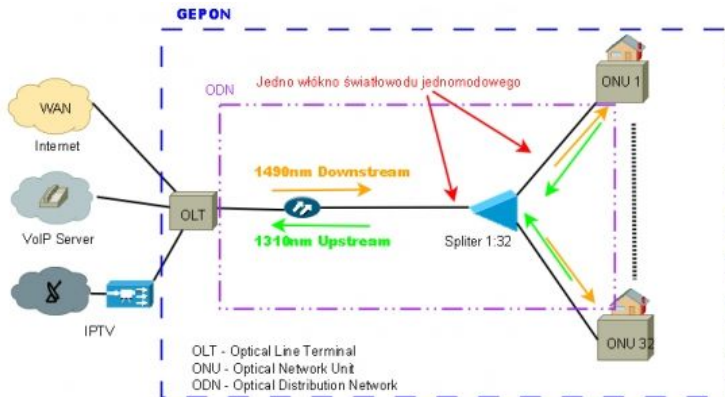
- Passive Optical Network (PON)
- tak jak w aktywnej sieci, wykorzystywany jest światłowód jednomodowy
- w przeciwieństwie jednak do sieci aktywnej jeden nadajnik jest w stanie obsłużyć wielu klientów w ramach jednego, wspólnego toru transmisyjnego
- sieć tego typu posiadaj jedynie pasywne elementy (rozdzielacze), które pozwalają budować sieć drzewiastą (rzadziej magistralę)
- przeważnie z jednego połączenia tego typu korzysta do 32 użytkowników, jednak możliwy jest podział kanału nawet dla 128 użytkowników
- zasięg sieci, w zależności od technologii jej wykonania, waha się się od 10 do nawet 60 km (Gigabit PON)

- aktywne elementy (zasilane) motuje się w centrali oraz u abonenta
- sieci te posiadają przeważnie asymetryczną prędkość (jak ATM)
- urządzenia dystrybucyjne zwykło się nazywac Optical Line Terminator (OLT)
- urządzenia montowane u abonenta to Optical Network Terminator (ONT)
- w przypadku potrzeby wzmocnienia sygnału/utworzenia lokalnego punktu dystrybucji sieci (np. przejście na aktywną sieć optyczną) stosuje się Optcial Network Unit (ONU)
- sieć tworzona jest w opraciu o rozwiązanie (standard) FTTX
- sieć, ze względu na małe koszty budowy, stała się bardzo popularna zwłaszcza wśród sieci kablowych (oferujących telefon, internet, telewizję)
- transmisja do każdego użytkownika jest szyfrowana poprze algorytm AES, przy wykorzystaniu klucza 128 bit

- APON (Asynchronous Transfer Mode PON) - oparty o technologię ATM, pierwszy standard PON
- BPON (Boardband PON) - dopuszcza 32 rozgałęzienia na łącze; prędkość ATM
- GPON (Gigabit PON) - pozwala na transmisję do ok. 2,5 Gbit/s pobierania i 1,4 Gbit/s wysyłania; pozwala na stosowania algorytmu AES
- IEEE 802.3ah (Gigabit Ethernet PON - GEAPON) - oparty o pakiety Ethernet; pozwala na uzyskanie symetrycznej przepustowości łącza (ok 1,25 Gbit/s)
- IEEE 802.3av (10Gbit EPON - 10GEAPON) - wersja draft (szkic); pozwala na uzyskanie symetrycznej przepustowości 10 Gbit/s







- ogólnopolska sieć światłowodowa
- swoim zasięgiem obejmuje 22 sieci miejskie (MAN)
- priorytetem jest stworzenie nowoczesnej, szybkiej sieci dla celów naukowych oraz dostarczanie łącza do obiektów naukowych (w tym szkół) oraz urzędów Państwowych
- ponadto w ramach sieci mają być dostarczane nowoczesne usługi w chmurze, wideokonferencje, łącza dedykowane itd.
- na chwilę obecną sieć połączona jest także z Czechami (CESNET), Słowacją (SANET), Ukrainą (UARNET/URAN), Białorusią (BASNET), Niemcami (DFN)
- ponadto PIONIER łączy się z Litwą, Rosją (Kaliningrad), Geant (połączenie do Internetu światowego) oraz do CERN
- na chwilę obecną PIONIER to ok. 6000 km kabli światłowodowych tworzących pętlę na terenie Polski (mapa)

Technologie  
dostępu do  
internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia  
modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX  
(WMAN)

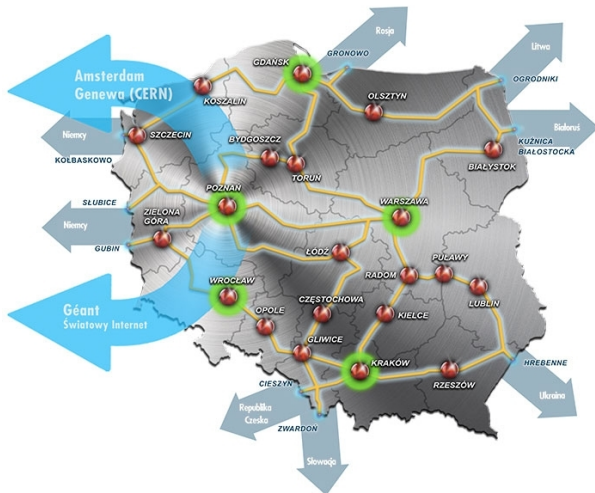
DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowod

WLAN

WiMAX (WMAN)

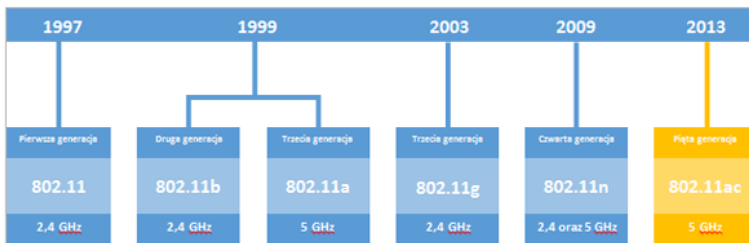
DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



Technologie  
dostępu do  
internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia  
modemowe

DSL

Światłowod

WLAN

WiMAX  
(WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały

	802.11n	802.11ac
Pasma częstotliwości	2,4 oraz 5 GHz	5 GHz
Szerokość kanału	20, 40 MHz	20, 40, 80, 160 MHz
Strumienie przestrzenne	Od 1 do 4	Od 1 do 8 (per AP) Od 1 do 4 (per klient)
Modulacja	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM
MU-MIMO (Multi-user MIMO)	Nie	Tak
Maksymalny rozmiar ramki zarezerwowanej A-MPDU	65'535 oktetów	1'048'575 oktetów

## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowod

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały

Szerokość kanału	Ilość strumieni	Standard	Modulacja i kodowanie	Data Rate (Mbps)	Realna przepustowość (Mbps)
20	1	802.11a	64 QAM 3/4	54	30
		802.11n	64 QAM 5/6	72	51
		802.11ac	256 QAM 3/4	86	60
	2	802.11n	64 QAM 5/6	144	102
		802.11ac	256 QAM 3/4	173	120
	3	802.11n	64 QAM 5/6	216	153
802.11ac		256 QAM 3/4	258	180	
40	1	802.11a	64 QAM 3/4	108	60
		802.11n	64QAM 5/6	150	105
		802.11ac	256 QAM 5/6	200	140
	2	802.11n	64 QAM 5/6	300	210
		802.11ac	256 QAM 5/6	400	280
	3	802.11n	64 QAM 5/6	450	320
802.11ac		256 QAM 5/6	600	420	
80	1	802.11ac	256 QAM 5/6	433	300
	2	802.11ac	256 QAM 5/6	867	610
	3	802.11ac	256 QAM 5/6	1300	910
160	1	802.11ac	256 QAM 5/6	867	610
	2	802.11ac	256 QAM 5/6	1730	1200
	3	802.11ac	256 QAM 5/6	2600	1800

Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

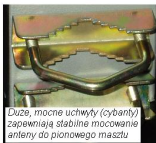
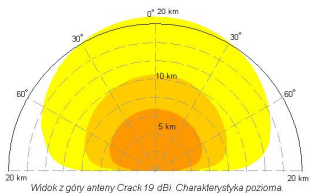
DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



Duże, mocne uchwyty (cybanty) zapewniają stabilne mocowanie anteny do pionowego masztu

- Obszar, na którym można podłączyć klientów wyposażonych w anteny YAGI-MIDI, HELICALL 15, CRACK 13
- Obszar, na którym można podłączyć klientów wyposażonych w anteny YAGI-MIDI, HELICALL 18, CRACK 16
- Obszar, na którym można podłączyć klientów wyposażonych w anteny YAGI-MAX, CRACK 19, ANDREW 26T

## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

**WLAN**

WiMAX (WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

**WLAN**

WiMAX (WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



Technologie  
dostępu do  
internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia  
modemowe

DSL

Światłowód

**WLAN**

WiMAX  
(WMAN)

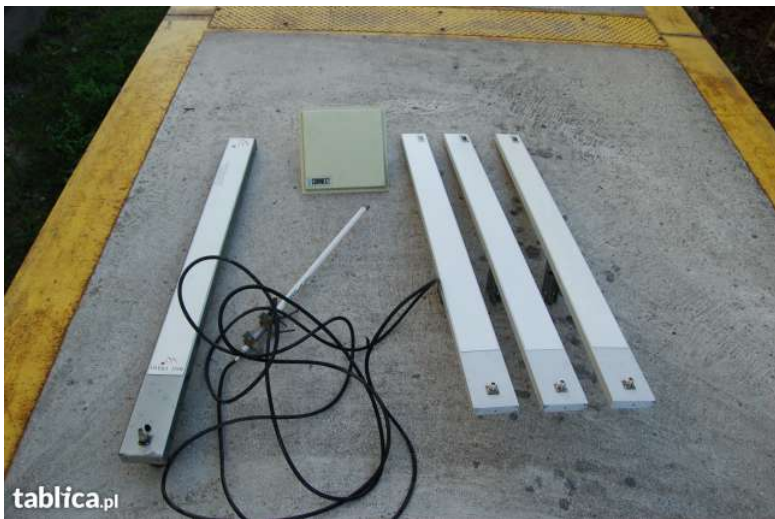
DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



Technologie  
dostępu do  
internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia  
modemowe

DSL

Światłowód

**WLAN**

WiMAX  
(WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



Technologie  
dostępu do  
internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia  
modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX  
(WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowod

WLAN

WiMAX (WMAN)

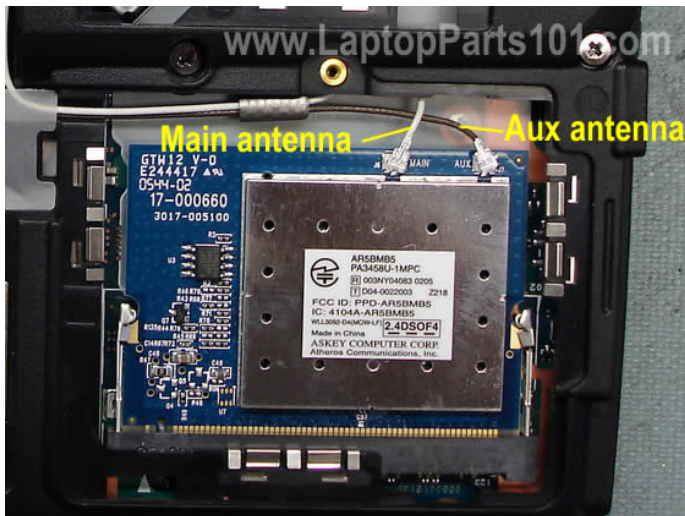
DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



- Worldwide Interoperability for Microwave Access - umożliwienie radiowego dostępu do sieci WAN dostępnego na dużych obszarach
- głównym zamysłem technologii jest udostępnianie połączenia niezależnie od umiejscowienia klienta, który może dodatkowo znajdować się w ruchu
- istnieją dwa podtypy standardu: stacjonarna i mobilna
- IEEE802.16 - pierwsza wersja standardu; prędkość 37/17 Mbps (pobieranie/wysyłanie); pasmo 10-66 GHz. Standard zakłada, że nadajnik musi mieć wzrokowy kontakt z klientem (Line of Sight - LoS)
- IEEE802.16a - pasmo 2 -11 GHz; przepustowość 83-141/46-138 Mbps. Nie jest wymagana fizyczna widoczność nadajnika z odbiornikiem (Non LoS)
- IEEE802.16e - prędkość 40/12 Mbps; wykorzystuje pasmo 2,5 GHz. Jest to pierwsza wersja w pełni przenośnego standardu WiMAX.
- IEEE802.16m-2011 - najnowszy standard (WiMAX 2); pozwala na przesył z prędkością do 1 Gbps statycznego połączenia oraz 100 Mbps mobilnego połączenia

## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

GSM

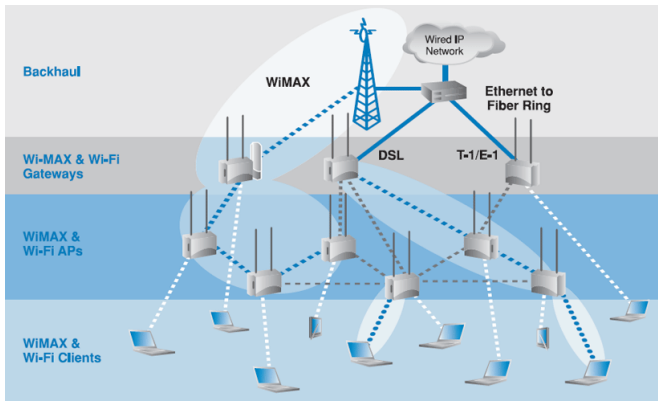
LTE

Zadania

Materiały



Wi Max Antennas



Technologie  
dostępu do  
internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia  
modemowe

DSL

Światłowod

WLAN

WiMAX  
(WMAN)

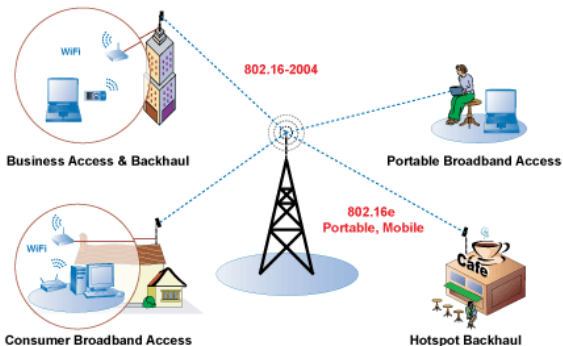
DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowod

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

**WiMAX (WMAN)**

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

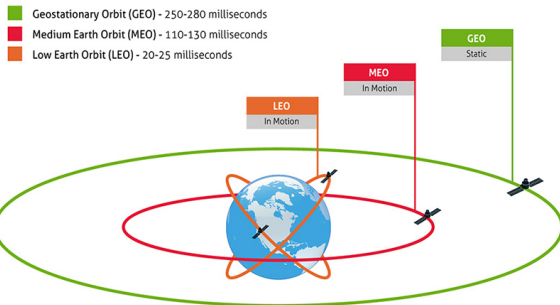
Zadania

Materiały



- rozwiązanie tego typu pozwala na dostęp do sieci WAN dosłownie z każdego punktu na Ziemi
- rozwiązanie jest szczególnie atrakcyjne dla wymagających klientów, dla których priorytetem jest dostęp do sieci Internet 24/h
- powszechnie wykorzystuje się pasmo 10-18 GHz (Ku) oraz 18-31 GHz (Ka)
- pasmo Ka podzielone jest na transmisję do klienta (19.7-21.2 GHz) oraz od klienta (29.5-31 GHz)
- wykorzystywany jest tutaj model przydziału do transmisji czas, częstotliwość, poziom sygnału
- w najtańszych rozwiązaniach połączenia satelitarne wykorzystuje się, jako kanał do sieci (zwrotny) linie modemowe (kablone)
- powoduje to zmniejszenie kosztów dla abonenta oraz dostawcy rozwiązania - satelitarne urządzenia odbiorcze są znacznie tańsze od nadawczych
- w przypadku braku dostępu do sieci tradycyjnej wykorzystuje się satelitarną transmisję dwukierunkową

- nie można zastosować protokołu TCP/IP
- w zasadzie czasy odpowiedzi, czas życia pakietów itp. ograniczałby maksymalny przesył do 1 Mbps
- dlatego wykorzystuje się wspomniany DVB-S - “protokół” przesyłania np. programów w cyfrowej jakości
- charakteryzuje się on przepływnością do 38 Mbps; można nim transmitować np. do 8 kanałów TV czy 550 połączeń ISDN (JEDNOCZESNYCH)
- podstawowa wielkość (w bajtach) transmisji to 188 bajtów; są one kodowane poprzez system MPEG-2 (telewizyjny)
- tak naprawdę transmisja za pomocą DVB-S przypomina protokół UDP - transmisja PPP (tutaj zwana END-TO-END), która może być asynchroniczna, synchroniczna bądź strumieniowa
- DVB-S może wykorzystywać kapsułkowanie wielu protokołów (wielokapsułkowanie) w ramach jednego strumienia danych (w którym można umieścić TCP/IP) oraz tzw. karuzelę danych (“rozgłoszenie” danych do wielu odbiorców/wysłanie wielu strumieni danych do jednego użytkownika)



Note: Not drawn to scale

Technologie  
dostępu do  
internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia  
modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX  
(WMAN)

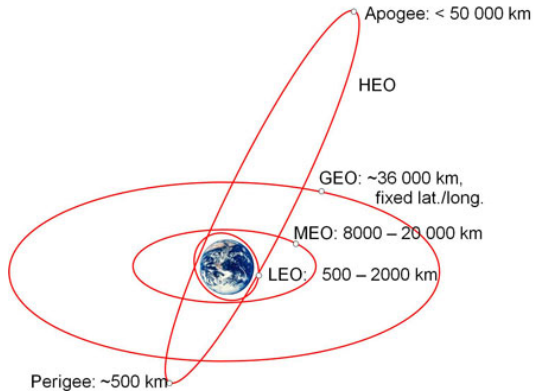
DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX  
(WMAN)

DVB-S

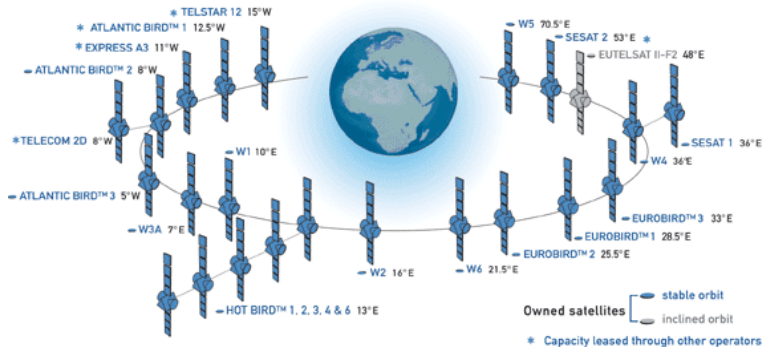
GSM

LTE

Zadania

Materiały

Parameter	LEO	MEO	GEO
Satellite Height	500-1500 km	5000-12000 km	35,800 km
Orbital Period	10-40 minutes	2-8 hours	24 hours
Number of Satellites	40-80	8-20	3
Satellite Life	Short	Long	Long
Number of Handoffs	High	Low	Least(none)
Gateway Cost	Very Expensive	Expensive	Cheap
Propagation Loss	Least	High	Highest



Technologie  
dostępu do  
internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia  
modemowe

DSL

Światłowod

WLAN

WiMAX  
(WMAN)

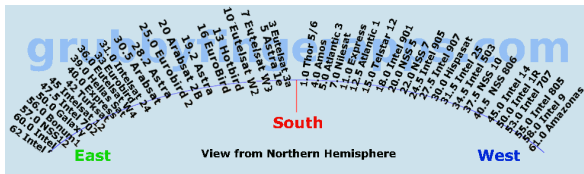
DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

**DVB-S**

GSM

LTE

Zadania

Materiały



## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

**DVB-S**

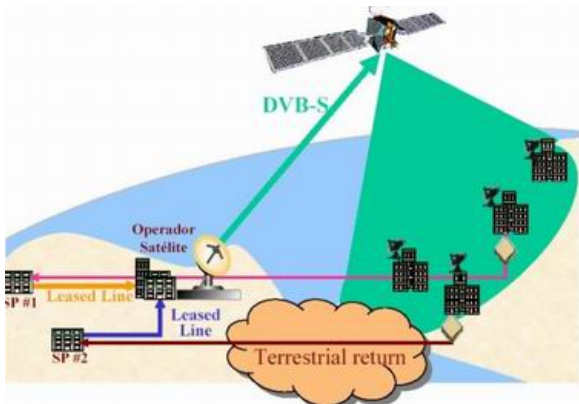
GSM

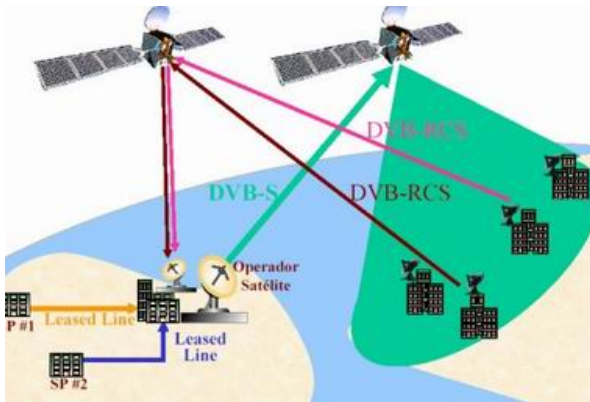
LTE

Zadania

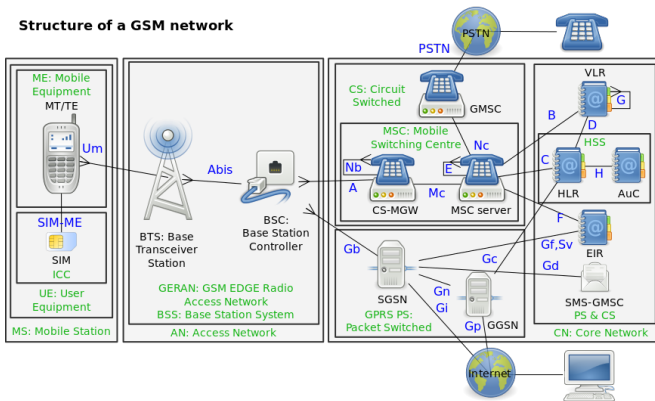
Materiały







Structure of a GSM network



Technologie  
dostępu do  
internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia  
modemowe

DSL

Światłowod

WLAN

WiMAX  
(WMAN)

DVB-S

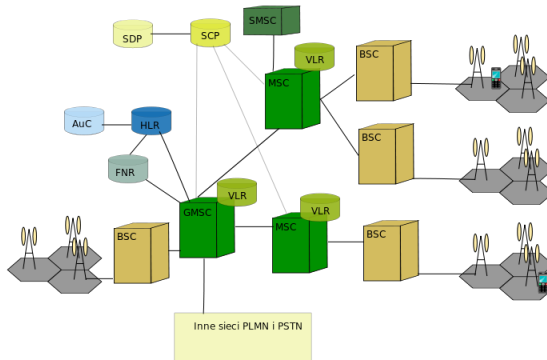
**GSM**

LTE

Zadania

Materiały

Cecha i System	GSM 400	GSM 850	GSM 900	GSM 1800	GSM 1900
Uplink [MHz]	450.4 - 457.6 lub 478.8 - 486	824 - 849	880 - 915	1710 - 1785	1850 - 1910
Downlink [MHz]	460.4 - 467.6 lub 488.8 - 496	869 - 894	925 - 960	1805 - 1880	1930 - 1990
Liczba częstotliwości	35	124	174	374	299



- Network and Switching Subsystem (NSS)
  - Mobile Switching Centre (MSC) - cyfrowa centrala telefoniczna; nalicza opłaty, dodaje usługi itp.
  - Gateway Mobile Switching Centre (GMSC) - kontaktuje MSC z HLR. GMSC może stać się dowolne (lub wszystkie) MSC
  - Home Location Register (HLR) - posiada dane abonentów (IMEI, MSISDN, status telefonu, wykupione usługi, itp.). Liczba HLR zależy od wielkości sieci.
  - Authentication Centre (AuC) - autoryzuje połączenia użytkownika; powiązane z HLR
  - Visitor Location Register (VLR) - przechowuje przy danym MSC niektóre informacje z HLR o aktualnie podłączonym abonencie/abonentach do MSC.
  - Flexible Number Register (FNR) - rejestr numerów telefonów, które zostały przeniesione do innego operatora
  - SMS Center (SMSC) - część sieci odpowiedzialna za obsługę SMS

- Base Station System (BSS)
  - Base Transceiver Station (BTS) - jest to nadajnik sieciowy, do którego podłączają się urządzenia klienckie
  - Base Station Controller (BSC) - odpowiada za utrzymywanie transmisji z klientem, sterowanie punktem itp.
- Service Control Point (SCP) - część sieci odpowiedzialna za obsługę zdarzeń związanych z abonentem (jakie usługi ma wykupione, z kim się łączy, czy aktualnie nie prowadzi rozmowy itp.)
- Service Data Point (SDP) - zawiera informacje o np. czasie rozmów abonenta, wykorzystanych środkach na koncie itd.
- PSTN (ang. Public Switched Telephone Network)
- PLMN (ang. Public Land Mobile Network)

# Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)

## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowod

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały

- standard komunikacji sieci 3G
- pozwala na transfery do 21 Mbps pobierania danych przez klienta oraz wysyłanie od niego z prędkością do 6 Mbps
- inną nazwą tejże sieci jest WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access)
- sieć 3G może bez problemu współistnieć z siecią 2G czy po prostu GSM; połączenia mogą być bez zrywania transmisji przełączane pomiędzy standardami
- niewątpliwą zaletą tych sieci jest zapewnienie ruchliwości końcowego abonenta - nie jest on związany z jednym miejscem
- niestety sieć posiada spore opóźnienia w transmisji danych, sięgające nawet do 1000 ms (ok. 1s, granica działa TCP/IP)
- w tej chwili klienci wolą, zamiast UMTS, sieć LTE (lepsze czasy, większe transfery, mniejsza zawodność, podobna cena)

## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

**GSM**

LTE

Zadania

Materiały



## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały



## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowod

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

**GSM**

LTE

Zadania

Materiały



## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX  
(WIMAN)

DVB-S

GSM

**LTE**

Zadania

Materiały

- ?????? (ZADANIE - opisać LTE, podać jego wady i zalety)

## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

**Zadania**

Materiały

- 1. jak wygląda aktualnie sytuacja WiMAX w Polsce. Czy nadal jest stosowany? Jeżeli tak - jakie firmy go nadal oferują
- 2. Co oznacza termin sieć komutowana? Jakie rodzaje komutacji możemy wyróżnić?
- 3. Czym są połączenie E-carrier oraz T-carrier
- 4. Co to jest LTE? Jak działa?

- [http://www.speedtest.pl/technologie\\_internetowe](http://www.speedtest.pl/technologie_internetowe)
- <http://stansat.pl/mwojcik/tele2.html>
- <http://www.radio-electronics.com/info/rf-technology-design/quadrature-amplitude-modulation-qam/8qam-16qam-32qam-64qam-128qam-256qam.php>
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Modulacja\\_QAM](http://pl.wikipedia.org/wiki/Modulacja_QAM)
- <http://glossary.westnetinc.com/mediadetail.php?mediaId=418>
- <http://faredbersperlike.blogspot.com/2011/06/dslam.html>
- <http://www.skullbox.net/dslam.php>
- <http://www.onlinereporter.com/2013/04/26/telebyte-offers-vdsl2-vectoring-testing-in-a-box/>
- <http://habrahabr.ru/post/61934/>
- <http://pl.wikipedia.org/wiki/VDSL2>
- <http://www.wpk.p.lodz.pl/szdeny/anal3.htm>
- <http://www.tech-portal.pl>
- [http://www.kitz.co.uk/adsl/adsl\\_technology.htm](http://www.kitz.co.uk/adsl/adsl_technology.htm)
- <http://www.intellinet-network.com/pl-US/products/8819-adsl-modem-splitter-adapter>
- <http://thanhbii.soup.io/since/366644940?newer=1>
- <http://www.wegoterved.com/2010/01/17/hands-on-linksys-dual-band-wireless-n-adsl-2-modem-gigabit-router-wag320n/>

- <http://www.junkmail.co.za/computers/computer-hardware-and-printers/gauteng/johannesburg/west-rand/adsl-modem-usb-powered-32341305>
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Asynchronous\\_Transfer\\_Mode](http://pl.wikipedia.org/wiki/Asynchronous_Transfer_Mode)
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Aktywne\\_sieci\\_optyczne](http://pl.wikipedia.org/wiki/Aktywne_sieci_optyczne)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Ethernet\\_in\\_the\\_first\\_mile#Active\\_fiber\\_optics](http://en.wikipedia.org/wiki/Ethernet_in_the_first_mile#Active_fiber_optics)
- <http://dydaktyka2.wemif.pwr.wroc.pl/spatela/pdfy/0070.pdf>
- [http://moskit.weii.tu.koszalin.pl/swalover/soe\\_5.pdf](http://moskit.weii.tu.koszalin.pl/swalover/soe_5.pdf)
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Gigabitowa\\_Pasywna\\_Sie%C4%87\\_Optyczna](http://pl.wikipedia.org/wiki/Gigabitowa_Pasywna_Sie%C4%87_Optyczna)
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Pasywna\\_sie%C4%87\\_optyczna](http://pl.wikipedia.org/wiki/Pasywna_sie%C4%87_optyczna)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Passive\\_optical\\_network](http://en.wikipedia.org/wiki/Passive_optical_network)
- <http://active.elmat.pl/artykuly-techniczne/gpon,14.html>
- <https://books.google.pl/books?id=etmssJ6MnQcC&printsec=frontcover&hl=pl>
- <http://www.acnet.com.pl/klienci/acnet/oferta/pon>
- <http://www.internetnawsi.pl/krok-po-kroku/dostep-do-internetu/poradniki/propozycje-rozwiazan-budowy-sieci-dostepowej---ostatniejmili---dla-operatorow-lokalnych>
- [http://www.man.poznan.pl/images/mapa\\_pionier\\_pl\\_0\\_g.jpg](http://www.man.poznan.pl/images/mapa_pionier_pl_0_g.jpg)
- <http://www.pionier.net.pl/online/pl/>
- <http://pl.wikipedia.org/wiki/PIONIER>

## Technologie dostępu do internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia modemowe

DSL

Światłowod

WLAN

WiMAX (WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały

- <https://www.cyberbajt.pl/raport/499/0/piata-generacja-sieci-bezprzewodowych-ieee-80211ac.html>
- <http://archive.news.softpedia.com/news/SAMSUNG-Demonstrated-the-Newest-Mobile-WiMAX-Technology-46950.shtml>
- <http://shinseicorp.com/english/wimax/index.html>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/WiBro>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/WiMAX>
- <http://www.itelite.net>
- [http://pl.wikipedia.org/wiki/Universal\\_Mobile\\_Telecommunications\\_System](http://pl.wikipedia.org/wiki/Universal_Mobile_Telecommunications_System)

Technologie  
dostępu do  
internetu

Piotr Dobosz

Wstęp

Połączenia  
modemowe

DSL

Światłowód

WLAN

WiMAX  
(WMAN)

DVB-S

GSM

LTE

Zadania

Materiały

Dziękuję za uwagę!