

Piotr Gutowski, Monika Tomczyk

Technologia FTTH jako determinant rozwoju społeczeństwa informacyjnego

Ekonomiczne Problemy Usług nr 69, 237-258

2011

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

PIOTR GUTOWSKI, MONIKA TOMCZYK

Uniwersytet Szczeciński

TECHNOLOGIA FTTH JAKO DETERMINANT ROZWOJU SPOŁECZEŃSTWA INFORMACYJNEGO

Wprowadzenie

Podstawą funkcjonowania świata w XXI wieku jest technologia. Jej ekspansywny charakter zdecydowanie odczuwa się niemal w każdej dziedzinie nauki, jak i aspekcie codziennego życia. Największy stopień oddziaływania na świat dnia dzisiejszego mają technologie teleinformatyczne ICT¹. Ich popularność oraz ekspansywność wymusza przededefiniowanie lub rozszerzenie niektórych podstawowych pojęć, szczególnie w zakresie nauk społeczno-ekonomicznych. Za przykład może tu posłużyć ogólnie przyjęta koncepcja czynników produkcji. Do niedawna w ich skład wchodziła ziemia, praca i kapitał. Wraz z rozwojem nauk ekonomicznych coraz częściej czynniki te wzbogacane były o przedsiębiorczość. Obecny kształt i zasady funkcjonowania nowoczesnej gospodarki wymuszają wydłużenie tej listy o kolejny i zdaniem autorów najważniejszy czynnik – **informację** (lub wiedzę)².

¹ *Information and communication technologies.*

² Informację lub wiedzę (*know-how*) autorzy w niniejszym artykule interpretują jako wartości tożsame, ponieważ rozważają informację w aspekcie społeczeństwa informacyjnego (SI), którego podstawowym założeniem jest wielopoziomowe i efektywne operowanie informacją; a więc wiedza jest w tym przypadku naturalnym elementem SI, a kontrowersje wzbudzać może jedynie chaos nazewnictwa oraz brak ostatecznego i ogólnie akceptowalnego usystematyzowania pojęcia SI.

Ewolucja i struktura społeczna związane są z poziomem rozwoju nauki i techniki. Rozwój i informatyzacja wszystkich dziedzin życia powodują, że przestajemy być społeczeństwem postindustrialnym i stajemy się społeczeństwem informacyjnym. Ogólnie społeczeństwo informacyjne można zdefiniować jako: „Społeczeństwo informacyjne jest to cywilizacja wiedzy, która powstała w wyniku ewolucji społeczeństwa postindustrialnego, zmieniając swoją kulturę i umiejętności, w wyniku działania sił sprawczych w postaci postępu technologicznego, wiedzy i globalizacji. SI stwarza nowe możliwości dla funkcjonowania nowoczesnej gospodarki opartej na wiedzy oraz rozwoju innowacyjności i konkurencji poprzez nowe możliwości operowania informacją. Funkcjonowanie i rozwój SI są stymulowane przez samych jego uczestników – internautów – oraz przez strategiczne działania polityczne, globalizację i konwergentny sektor *high-tech*. Środowisko SI pozostaje w sprzężeniu zwrotnym z siłami sprawczymi odpowiedzialnymi za jego powstanie, siłami biorącymi udział w jego funkcjonowaniu i rozwijaniu się oraz powoduje dalsze zmiany społeczne wpływając na wiele aspektów życia. Wszystkie te elementy są względem siebie skorelowane i wzajemnie się napędzają”³.

Bardzo trafnie cechy SI określił D. Bell, i to już w 1973 r. W swoim dziele *The Coming of Post – Industrial Society*, sformułował on podstawy struktury nowego porządku społecznego:

- rozwój sektorów: czwartego (finanse, ubezpieczenia itp.) oraz piątego (zdrowie, oświata, nauka), a także zwiększenie roli i udziału w gospodarce sektora usług,
- istotna przewodnia rola naukowców w strukturach zawodowych,
- wiedza i jej wykorzystanie jako źródło innowacji i droga do unowocześnienia,
- planowany rozwój nauki i techniki,
- nowe społeczeństwo i nowe technologie intelektualne jako rdzeń decyzyjny w polityce i kierunku rozwoju społeczeństwa⁴.

³ P. Gutowski, *Proponowany model funkcjonalny społeczeństwa informacyjnego*, rozdz. 1, [w:] Z. Szyjewski, M. Borawski (red.), *Technologie informacyjno-komunikacyjne. Możliwości, zagrożenia, wyzwania*, Wyd. PPH ZAPOL, Szczecin 2009, s. 25-26.

⁴ J.S. Nowak, *Społeczeństwo informacyjne – geneza i definicje* [w:] G. Bliźniuk, J.S. Nowak, *Społeczeństwo informacyjne 2005*, Wyd. Polskie Towarzystwo Informatyczne, Katowice 2005, s. 47-48.

Wiele wniosków i spostrzeżeń Bella (dominująca rola usług, rosnące znaczenie specjalistów i naukowców, wiedza jako klucz do innowacji, rozwój technologii i technik intelektualnych) pojawia się w obecnych planach rozwojowych jako cele, na których trzeba się skupić, aby przyspieszyć rewolucję informacyjną.

Rozwój SI wymaga działań prowadzących do⁵:

- liberalizacji rynku,
- budowy rozległej infrastruktury sieciowej,
- spójnego i przejrzystego prawodawstwa,
- nakładów finansowych na badania i rozwój,
- nieskrępowanego dostępu do sieci wszystkich operatorów,
- szerokiego i taniego dostępu do Internetu,
- publicznego dostępu do informacji,
- możliwości wymiany danych bez względu na odległość,
- wysokiego odsetka zatrudnionych w usługach.

Oczywisty wydaje się fakt, że akceleracja rozwoju technik teleinformatycznych wymaga zintensyfikowanych działań związanych z tworzeniem **technicznych** warunków dostępu do Internetu⁶. Niestety, podejmowane w tym celu działania administracji państwowej (jak np. strategie rozwojowe), pomimo uaktualnień i uzupełnień, realizowane są nieefektywnie, co w zestawieniu z niedostatecznym poziomem finansowania skutkuje bardzo słabą dynamiką przekształcania społeczeństwa w cywilizację wiedzy.

Przyjęcie przez Polskę strategii budowy społeczeństwa informacyjnego zobowiązuje ją do unowocześniania istniejących i wdrażania nowych technologii. Głównym narzędziem do realizacji tego celu jest upowszechnienie szerokopasmowego dostępu do Internetu⁷. Odnosząc się do tego stwierdzenia, wskazującego na Internet szerokopasmowy jako podstawowy determinant rozwoju społecznego, należy wyraźnie podkreślić, że podstawowym czynnikiem

⁵ Krajowa Rada Radiofonii i Telewizji, *Spoleczeństwo informacyjne w Polsce. Wstęp do formułowania założeń polityki państwa*, Warszawa 1996, s. 8., <http://kbn.icm.edu.pl/pub/info/dep/spo.html> (15.06.2008).

⁶ K. Buczkowski, *Sieć komputerowa w gminie. Wybrane problemy organizacji i zarządzania*, Fundacja Wspomagania Wsi 2007 r., s. 22., http://www.witrynawiejska.org.pl/images/19233_Sieci_calosc_opt.pdf (26.10.2009).

⁷ P. Gutowski, *Współzależność PKB i liczby użytkowników Internetu w Polsce z wykorzystaniem analizy kowariancji i korelacji statystycznej* [w:] B. Filipiak, A. Panasiuk (red.), *Gospodarka w dobie globalizacji – usługi, decyzje, innowacje*, Zeszyty Naukowe nr 507, WNUS, Szczecin 2008, s. 93-100.

umożliwiającym świadczenie usługi szybkiego dostępu do globalnej sieci jest nowoczesna infrastruktura⁸.

1. Przegląd dostępowych technologii szerokopasmowych w Polsce

Unia Europejska definiuje szerokopasmowy dostęp do Internetu jako szybszy niż 144 kb/s⁹. Obecnie warunek ten spełniają zarówno technologie przewodowe, jak i bezprzewodowe, chociaż to te pierwsze stanowią główne medium dostępu do Internetu w Polsce (rysunek 1). Do najbardziej rozpowszechnionych sieci przewodowych należą¹⁰:

1. xDSL (*xDigital Subscriber Line*) – sieci wykorzystujące jako medium transmisyjne parę kabli miedzianych lub bimetalowych (jednak najpopularniejsza jest tzw. skrętka). Głównym ograniczeniem szybkości transmisji w tych sieciach jest długość i jakość kabla. Do podstawowych rodzajów sieci DSL zaliczyć można¹¹:
 - HDSL (*High data rate Digital Subscriber Line*) – symetryczne cyfrowe łącze abonenckie,
 - ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) – asymetryczne cyfrowe łącze abonenckie,
 - VDSL (*Very high data rate Digital Subscriber Line*) – cyfrowe łącze abonenckie o bardzo dużej prędkości transmisji.

Zaznaczyć należy, że odmiany techniki DSL rozwijają się i ewoluują, czego efektem są dużo większe możliwości w aspekcie prędkości przesyłania danych. Za przykład może tu posłużyć następca ADSL – ADSL2+ lub następca VDSL – VDSL 2 (VDSL2 jest najbardziej zaawansowanym standardem transmisji wykorzystującym

⁸ Jeśli problem budowy SI rozważa się z punktu widzenia różnych nauk, to taka teza może oczywiście być podważona. Czysto ekonomiczny punkt widzenia nakazuje w hierarchii ważności postawić co najmniej na równi inne czynniki, tj. np. liberalizację rynku ICT lub problemy organizacyjno-regulacyjne. Zdaniem autorów do pojęcia społeczeństwa informacyjnego należy jednak podejść w sposób wieloaspektowy, a więc bardziej interdyscyplinarny. W takim przypadku budowa nowoczesnej infrastruktury wydaje się głównym i wynikowym determinantem, prowadzącym do rozwoju Internetu szerokopasmowego i w efekcie przyspieszenia budowy społeczności informacyjnej.

⁹ Strategia szerokopasmowego dostępu do usług społeczeństwa informacyjnego w Polsce na lata 2007-2013, Ministerstwo Transportu, Warszawa, luty 2007, s. 3, materiały dostępne również w Internecie pod adresem: http://www.piit.org.pl/_gALLERY/16/82/1682/6505.pdf (26.10. 2009).

¹⁰ Charakterystyka sieci opracowana na podstawie informacji pochodzących głównie z Wikipedii.

¹¹ H. Gut-Mostowy, M. Kowalewski, *Aspekty techniczno-ekonomiczne szerokopasmowych sieci dostępowych* [w:] „Telekomunikacja i Techniki Informacyjne” 2001, nr 3-4, s. 78.

parę kabli miedzianych. Jego głównym przeznaczeniem jest świadczenie usług *triple play*¹². VDSL 2 umożliwia symetryczną transmisję danych na odcinku do 300 m z prędkością 200 Mb/s. Przy dłuższych dystansach prędkość ta maleje – na dystansie 0,5 km – 100 Mb/s, a po 1 km już tylko 50 Mb/s.).

2. HFC (TVK) (*Hybrid Fibre Coaxial*) – hybrydowe sieci wykorzystujące jako końcowe medium transmisyjne kabel koncentryczny. Przy zastosowaniu kwadraturowej modulacji amplitudy – QAM 256, granica przesyłania danych do klienta wynosi 38 Mbit/s, natomiast QAM 64 – 28 Mbit/s (przy kanale zwrotnym 10 Mbit/s). Wyróżnić można dwa standardy: starszy DOCSIS¹³ 1.1 i nowszy DOCSIS 3.0.

Spośród sieci bezprzewodowych na uwagę zasługują rozwiązania:

1. WiMax – system szerokopasmowego bezprzewodowego (radiowego) dostępu typu punkt – wiele punktów. System pracujący w paśmie częstotliwości 6-11 GHz. WiMax jest stosunkowo nowoczesnym rozwiązaniem, umożliwiającym (w teorii) przepustowość 100 Mb/s (w praktyce obecnie około 10 Mb/s) i mogący funkcjonować na dużych obszarach (idealnie nadający się do zastosowania na obszarach słabo zaludnionych)¹⁴.
2. HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*) – technologia ta umożliwia łączenie się z Internetem za pomocą telefonów komórkowych. Jest to technologia 3G, a jej najpopularniejszym standardem jest UMTS (umożliwia on przesyłanie danych w stronę terminala z prędkością 14,4 Mb/s, jednak w Polsce największa, oferowana przez operatorów przepustowość to 7,2 Mb/s)¹⁵;
3. WLAN (*Wireless Local Area Network*) – bezprzewodowa sieć lokalna znajdująca zastosowanie głównie w domach lub małych biurach.
4. Dostęp satelitarny, który jednak z uwagi na bardzo wysokie bariery wejścia oraz małą popularność w Polsce zostanie przez autorów pominięty w dalszych rozważaniach.

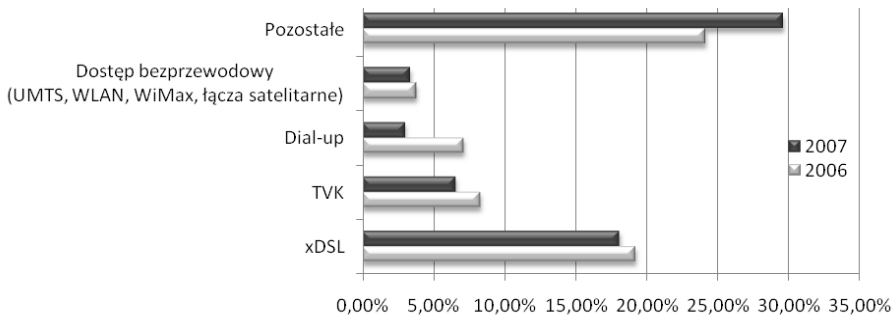
¹² Usługi *Triple play* (3 w 1) – Internet + TV + telefon.

¹³ *Data over Cable Service Interface Specification*.

¹⁴ W.E. Grzebyk, D. Howska, J.M. Janiszewski, G. Puszczczyk, *Planowanie i przygotowanie koncepcji budowy sieci szerokopasmowych na terenach wiejskich. Poradnik dla samorządowców*, UKE, Fundacja Wspomagania Wsi, kwiecień 2008, s. 53.

¹⁵ Raport UKE, *Raport o stanie rynku telekomunikacyjnego za rok 2007*, Departament Analiz Rynku Telekomunikacyjnego, s. 48, http://www.uke.gov.pl/_gALLERY/14/25/14258/Raport_o_stanie_ryнку_telekomunikacyjnego_2007_v3.pdf, (29.10.2009).

W Polsce najpopularniejszą technologią dostępową jest xDSL (rysunek 1). Na drugim miejscu uplasowała się technologia HFC (TVK), natomiast na kolejnych odpowiednio: dostęp „wzdzwaniany” (*dial-up*) oraz ogólnie dostęp bezprzewodowy (WiMax, UMTS, łącza satelitarne oraz WLAN). Badania UKE¹⁶ wskazują, że Internet w Polsce znajduje się w fazie dynamicznego wzrostu. Pozytywnym zjawiskiem jest malejąca liczba połączeń typu *dial-up* (w 2006 roku udział w ogóle połączeń wyniósł 7,16%, a w 2007 spadł do 3,04%), zastępowanych przez stały dostęp szerokopasmowy. Wciąż martwi jednak stosunkowo niska penetracja szybkiego Internetu w odniesieniu do innych krajów Wspólnoty Europejskiej.



Rys. 1. Technologie dostępu do Internetu w Polsce w latach 2006-2007

Źródło: Raport UKE, *Raport o stanie rynku telekomunikacyjnego za rok 2007*, Departament Analiz Rynku Telekomunikacyjnego..., dz. cyt.

2. Zapotrzebowanie na pasmo (kanał transmisyjny)

W ostatnich latach na świecie zaobserwować można wzmoczony ruch w sieciach IP. Nie wynika to tylko ze zwiększającej się liczby użytkowników tych sieci (rosnąca penetracja), lecz przede wszystkim jest efektem pojawienia się nowych usług teleinformatycznych. Usługi te można podzielić na usługi SI (jak np. telepraca, *e-learning*, telemedycyna, e-administracja itp.) oraz na

¹⁶ Tamże, s. 46.

inne usługi teleinformatyczne (tj. HDTV¹⁷, UHDTV¹⁸, 3DTV¹⁹, VoD²⁰, VoIP²¹, monitoring wizyjny czy zdalne odczytywanie liczników). Krótki opis najbardziej „pasmozernych” usług przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1.

Charakterystyka i zapotrzebowanie na pasmo wybranych usług teleinformatycznych

Charakterystyka danej usługi	Zapotrzebowanie na pasmo* (Mb/s)	
	Pobieranie	Wysyłanie
Internet – podstawowa usługa umożliwiająca dostęp do zasobów sieciowych, tj.: poczta elektroniczna (e-mail), komunikatory internetowe (tj. GG), grupy, fora i listy dyskusyjne, dostęp do danych zapisanych na serwerze (FTP), przeglądanie stron WWW, hosting (serwer dla stron WWW, FTP lub innych aplikacji), rejestracja domen i wiele innych	5	2
Internet – przeglądanie (również wysyłanie) kontentu multimedialnego	8	4
Telepraca – „każdy rodzaj zastępowania podróży związanych z pracą techniką informacyjną (np. telekomunikacją i komputerami); przemieszczanie pracy do pracowników zamiast pracowników do pracy”; rozszerzając tę myśl, należy dodać, że telepraca, często kojarzona tylko z zatrudnieniem dorywczym lub pracą wykonywaną przez osoby niepełnosprawne, w rzeczywistości jest nową formą zatrudnienia, charakterystyczną dla SI i przynoszącą wymierne korzyści, tj. ograniczanie kosztów czy samodzielna organizacja czasu pracy	4	1
Wideokonferencje i <i>e-learning</i> – obejmuje on nauczanie na odległość w czasie rzeczywistym oraz udostępnianie materiałów dydaktyczny, np. kursów, studentom. Zdalna nauka w czasie rzeczywistym jest usługą podobną do wideokonferencji. Oprócz połączenia audio-wideo z nauczycielem, student ma dostęp do dodatkowych informacji i baz danych. W zależności od przeznaczenia platformy <i>e-learningowe</i> tego typu mogą być wyposażone np. w pole do rysowania wykresów lub pisanie wzorów. Nauczyciel oprócz monitoringu grupy ma możliwość monitorowania odwiedzin użytkowników, sprawdzania ich wyników oraz innych danych statystycznych	2	2

¹⁷ HDTV (*High Definition TV*) – telewizja wysokiej rozdzielczości.

¹⁸ UHDTV (*Ultra High Definition TV*) – telewizja ultra wysokiej rozdzielczości.

¹⁹ 3DTV – telewizja trójwymiarowa.

²⁰ VoD (*Video On Demand*) – wideo na żądanie.

²¹ VoIP (*Voice over Internet Protocol*) – przesyłanie dźwięku za pomocą sieci IP.

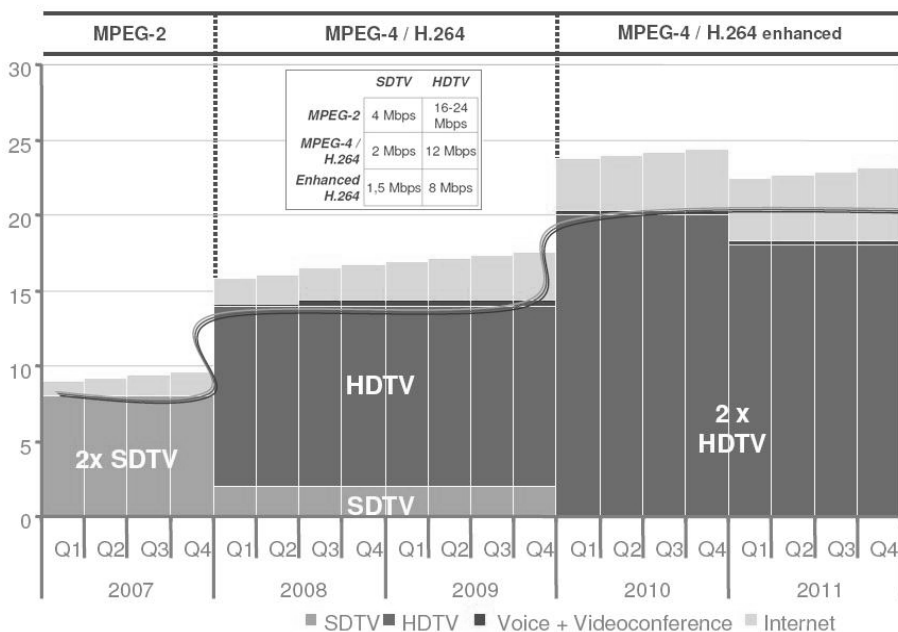
Tabela 1.

Charakterystyka i zapotrzebowanie na pasmo... (cd.)

Charakterystyka danej usługi	Zapotrzebowanie na pasmo*(Mb/s)	
	Pobieranie	Wysyłanie
Telemedycyna – polega na zdalnej wymianie informacji za pomocą medium teleinformatycznego pomiędzy instytucją służby zdrowia a pacjentem. System taki wymaga zastosowania odpowiednich urządzeń po stronie pacjenta, np. do rejestracji EKG, podłączonych do komputera. Dane po cyfrowej obróbce i wstępnej identyfikacji są klasyfikowane i trafiają w zależności od ich zawartości do odpowiedniego organu w służbie zdrowia (lekarza rodzinnego, lekarza specjalisty lub np. w nagłym przypadku do dyspozytorni karetek pogotowia)	2	6
Telewizja cyfrowa – obecnie najbardziej „pasmożerna” usługa teleinformatyczna. Telewizja cyfrowa jest usługą bardzo szybko rozwijającą się. Najpowszechniejszym standardem jest HDTV, chociaż w niektórych regionach świata (np. w Japonii) powoli wprowadza się telewizję ultrawysokiej rozdzielczości. Rozwój tej usługi jest w dużej mierze uzależniony od szerokości pasma (usługa VoD jako bezpośrednia pochodna telewizji cyfrowej nie jest osobno rozważana, lecz wliczana w szacowanie zapotrzebowania na pasmo dla telewizji cyfrowej)	8-10	0,5-1
Telefonia VoIP – usługa pozwalająca na przesyłanie głosu w sieciach IP	0,5	0,5
Monitoring wizyjny – usługa oferowana coraz częściej przez deweloperów w przypadku nowo powstałych osiedli. Usługa umożliwia monitoring domu i jego otoczenia w czasie rzeczywistym przez Internet podczas nieobecności gospodarzy. Bardziej rozbudowana forma tej usługi umożliwia interaktywne sterowanie kamerą	1	1
Zdalne odczytywanie liczników – nowo powstała usługa przeznaczona głównie dla dostawców energii elektrycznej, gazu itp., choć często (głównie w krajach skandynawskich) przez nich samych realizowana	0,5	0,5
Gry on-line – rozgrywki sieciowe (z wykorzystaniem komputera lub konsoli do gier)	2-4	2-4
RAZEM	37	22

*Dane dotyczące zapotrzebowania na pasmo mają charakter przybliżony z uwagi na fakt, że zależnie od źródła wielkości te są różne; ponadto niektóre usługi, jak np. telemedycyna, będące w ciągłym i dynamicznym rozwoju, są niezmiernie trudne w scharakteryzowaniu ich zapotrzebowania na pasmo; większość danych pochodzi ze strony www.e-photon-one.org.

Źródło: opracowanie własne na podstawie źródeł literaturowych i internetowych



Rys. 2. Zapotrzebowanie na pasmo dla wybranych usług teleinformatycznych (prognoza do 2011 roku)

Źródło: ONO, European FTTH Council: *So what's happening on the Spanish market?*, 2007, s. 6, <http://www.localret.cat/revistesinews/broadband/num18/docs/8num18.pdf>.

Na obecnym etapie rozwoju usług teleinformatycznych najpopularniejsze architektury sieciowe są w stanie zapewnić wystarczające pasmo przeniesienia. Dynamika rozwoju usług wskazuje jednak, że w niedalekiej przyszłości klasyczne media sieciowe nie będą w stanie zaspokoić popytu na pasmo (rysunek 2, 3 i 4).

Z danych zamieszczonych w tabeli 1 wynika, że przeciętny internauta, aby swobodnie korzystać ze wszystkich nowoczesnych usług ICT dnia dzisiejszego, powinien dysponować pasmem o przepustowości 37 Mb/s w stronę użytkownika oraz 22 Mb/s w stronę sieci. Zauważalny jest znaczny wzrost zapotrzebowania na wysyłanie danych. O ile zapotrzebowanie na przepustowość dotyczącą pobierania danych z Internetu (*upload*) wzrosła w ostatnich latach bardzo szybko, to w porównaniu z nią dynamika popytu na pasmo umożliwiające wysyłanie danych jest dużo większa. Dzieje się tak za sprawą postępującej informatyzacji społeczeństwa. Użytkownicy nie chcą już tylko oglądać



Rys. 3. Przepustowości wymagane dla kolejnych generacji sygnałów telewizyjnych

Źródło: J. George, *Start thinking about 3 to 30 Gbps by 2030! Today's networks can be designed to eventually carry that traffic; here's how.*, [w:] *Broadband Properties*, OFS, s. 42, www.broadbandproper.ties.com, październik 2006

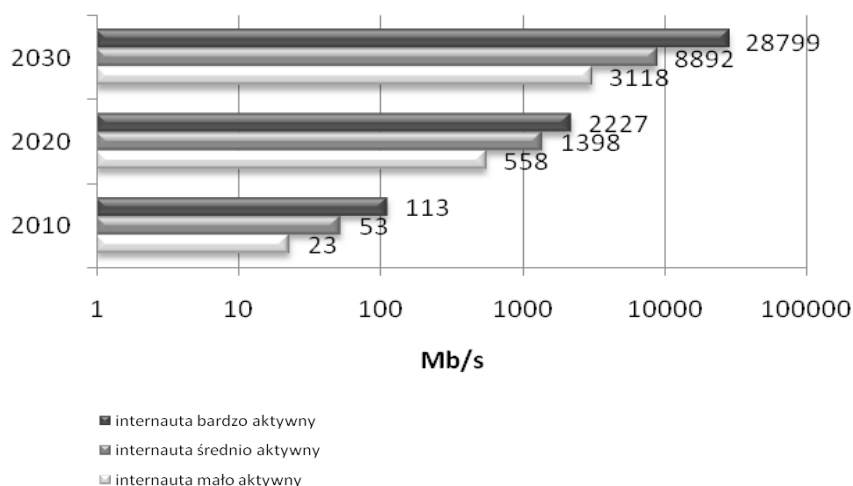
i pobierać, lecz tworzą własny контент (np. multimedialny) i chcą dzielić się nim w sieci (idealnym przykładem mogą tu być zdjęcia w wysokiej rozdzielczości; pojawienie się nowoczesnych aparatów cyfrowych, umożliwiających robienie bardzo dużej ilości zdjęć o wysokiej rozdzielczości, łatwość ich obróbki i wysyłania to jedne z czynników mających duży wpływ na taką sytuację).

Rozwiązanie tego problemu stanowi technologia światłowodowa. Najpopularniejsze obecnie standardy światłowodowej sieci dostępowej to rodzina FTTx (*Fibre To The x*):

- FTTH (*Fiber To The Home*) – światłowód doprowadzony do domu/mieszkania,
- FTTB (*Fiber To The Building*) – światłowód doprowadzony do budynku,
- FTTCab (*Fiber To The Cabinet*) – światłowód doprowadzony do skrzynki,
- FTTEx (*Fiber To The Exchange*) – światłowód doprowadzony do wyniesionej centrali,
- FTTC (*Fiber To The Curb*) – światłowód doprowadzony „do krawężnika”²².

Rys. 4. Prognoza popytu na pasmo (2010-2030)

²² <http://xdsl.stojek.org/dostep/xdsl/wstep.html> (20.04.2008).



Źródło: J. George, *Start thinking about 3 to 30 Gbps by 2030!...*, dz. cyt., s. 44.

Technologia FTTH umożliwia symetryczny dostęp z przepustowością 100Mb/s. W teorii jest to jednak medium o nieograniczonych możliwościach przesyłowych. Rysunki 2 i 3 prezentują przyszłościową prognozę zapotrzebowania na pasmo. Można postawić tezę, że jedyną technologią, która będzie mogła sprostać tak wysokiemu zapotrzebowaniu, jest właśnie FTTH.

W USA już 2,14 mln gospodarstw domowych posiada szerokopasmowy Internet doprowadzony dzięki technologii FTTH²³. Również w Polsce operatorzy telekomunikacyjni, między innymi: TP²⁴, Dialog²⁵, Multimedia²⁶ oraz Śląskie Sieci Światłowodowe²⁷, powoli przygotowują się do modernizacji sieci. W tym celu testują nowe technologie światłowodowe ze wskazaniem na FTTH.

²³ http://www.wirtualnemedia.pl/article/258419_FTTH_coraz_popularniejsze.htm (20.04.2008).

²⁴ <http://www.fkn.pl/1,351,1673858,1,wiadomosc.html> (20.04.2008).

²⁵ <http://www.telepolis.pl/news.php?id=10144> (20.04.2008).

²⁶ <http://e-portalik.net/telekomunikacja/multimedia-polska-buduja-siec-ftth/> (20.04.2008).

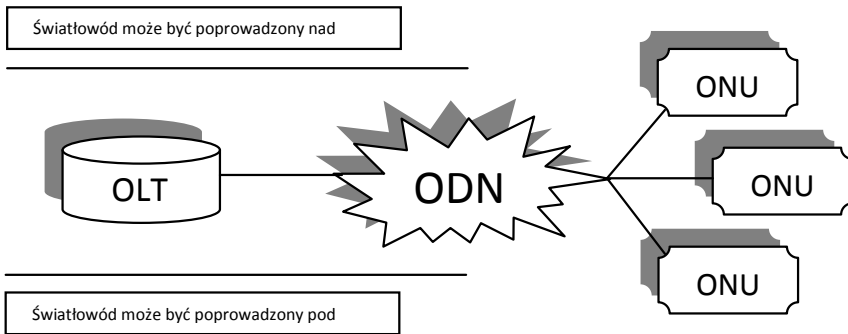
²⁷ <http://www.3s.pl/> (20.04.2008).

3. Technologia FTTH²⁸

FTTH jest to szerokopasmowe łącze światłowodowe, umożliwiające transmisję wielu usług telekomunikacyjnych. Podstawowymi elementami sieci FTTH są:

- zakończenie linii optycznej OLT (*Optical Line Termination*),
- jednostka sieci optycznej ONU (*Optical Network Unit*) lub ONT (*Optical Network Termination*),
- optyczna sieć dystrybucyjna ODN (*Optical Distribution Network*)²⁹.

Podstawowy schemat funkcjonowania FTTH przedstawiony jest na rysunku 5.



Rys. 5. Architektura sieci FTTH

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Fiber to the Home. Overview & Technical Tutorial*, materiały dostępne w Internecie pod adresem: www.fcc.gov/oet/tutorial/FTTH_Tutorial-8-7-03.ppt

ODN zapewnia fizyczne połączenie pomiędzy zakończeniem linii optycznej a jednostkami sieciowymi. Wyróżniamy dwa rodzaje tej sieci:

- pasywną PON (*Passive Optical Network*),
- aktywną AON (*Active Optical Network*).

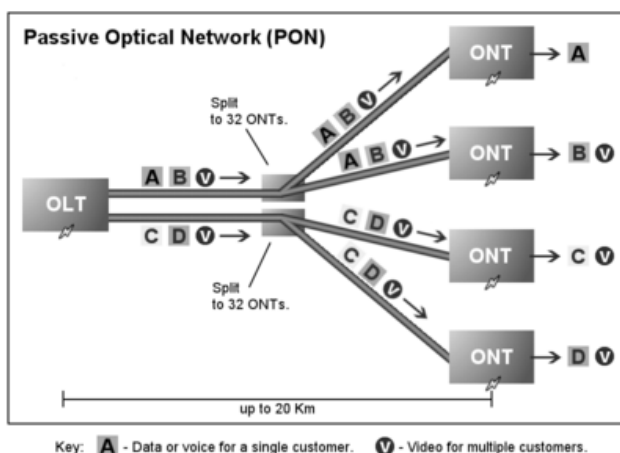
²⁸ Rozdział opracowany na podstawie: P. Gutowski, *Technologia FTTH. Spojrzenie ekonomiczno-techniczne* [w:] H. Babis, A. Budziewicz-Guźlecka (red.), *Miejsce poczty i telekomunikacji w tworzeniu społeczeństw informacyjnych*, materiały konferencyjne, PPH ZAPOL, Szczecin 2008, s. 56-63.

²⁹ H. Gut-Mostowy, *Światłowodowe sieci dostępowe – techniki FITL*, s. 2, http://net.itl.waw.pl/technologie/pdf/techniki_fitl.pdf (21.04.2008).

W pasywnej sieci optycznej medium transmisyjnym jest światłowód jednomodowy. Sygnał światłowodowy może być rozdzielony maksymalnie na 32 abonentów końcowych. Rozdzielaniem sygnału zajmują się pasywne splitery optyczne, rozmieszczone zależnie od postaci sieci (gwiazda, drzewo itp.) w określonych punktach sieci PON. Elementy sieci pasywnej z reguły nie potrzebują dodatkowego zasilania zewnętrznego, z wyjątkiem aktywnych urządzeń zamieszczonych w końcowych węzłach³⁰. Zadaniem splittera jest rozdzielenie sygnału i rozprowadzenie go do poszczególnych ONT (możliwe jest również wykorzystanie zwielokrotnienia częstotliwościowego i rozsyłanie do poszczególnych użytkowników sygnału o danej długości fali). Zarządzanie dostępem do zamówionych usług odbywa na poziomie urządzeń końcowych (ONT). Za pomocą identyfikacji adresu MAC użytkownik otrzymuje tylko zamówioną usługę, choć do urządzenia końcowego dochodzi cały ich pakiet. Wyróżniamy następujące standardy optycznej sieci pasywnej³¹:

- APON (*ATM Passive Optical Network*),
- BPON (*Broadband Passive Optical Network*),
- GPON (*Gigabit Passive Optical Network*).

Architekturę PON przedstawiono na rysunku 6.



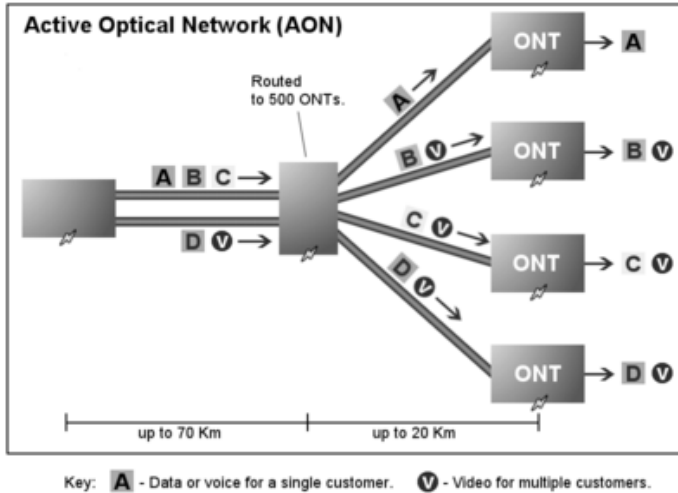
Rys. 6. Architektura PON

Źródło: http://en.wikipedia.org/wiki/Image:PON_vs_AON.png

³⁰ http://pl.wikipedia.org/wiki/Pasywne_sieci_optyczne (21.04.2008).

³¹ C. Lin, *Broadband Optical Access Networks and Fibre to the Home. Systems Technologies and Deployment Strategies*, Center for Advanced Research in Photonics, Chinese University of Hong Kong, John Wiley & Sons, Ltd., Anglia 2006, standardy i ich opis wymieniane są w całym dokumencie.

Podstawową różnicą w sieci aktywnej jest fakt, że zastosowane w niej urządzenia potrzebują zasilania zewnętrznego. Sieć opiera się na urządzeniach dystrybuujących sygnał typu ruter, switch lub multiplexer. Do routera dochodzi cały pakiet usług i na tym poziomie jest on rozdzielany, a poszczególne usługi wysyłane są do przypisanych im klientów końcowych. Architekturę AON przedstawia rysunek 7.



Rys. 7. Architektura AON

Źródło: http://en.wikipedia.org/wiki/Image:PON_vs_AON.png

ONU lub ONT – jest to albo ostatni poziom sieci dostępowej lub bezpośrednio urządzenie końcowe rozprowadzające sygnał do telewizora, komputera czy telefonu. Równocześnie dochodzi tutaj do zamiany sygnału cyfrowego na analogowy.

OLT jest to zakończenie linii optycznej. Z jednej strony łączy ze sobą jednostki ONU, a z drugiej zapewnia połączenie sieci FTTH z publiczną siecią telekomunikacyjną.

Zastosowanie medium światłowodowego generuje liczne korzyści, z których najistotniejszą jest: „szerokie gardło przepustowe” zapewniające strategiczne zaplecze usługowe na długie lata. Pozostałe korzyści to:

- ogromna informacyjna przepustowość nośna, praktycznie nieograniczona, zależna tylko od urządzeń nadawczych i odbiorczych,
- łatwość modernizacji i konserwacji,

- duża odporność na zakłócenia elektromagnetyczne,
- stałość chemiczna,
- możliwość transmisji na bardzo długie dystanse z minimalną stratą jakościową,
- stosunkowo mała liczba urządzeń,
- w niektórych przypadkach brak potrzeby stosowania zasilania zewnętrznego,
- mała średnica kabla,
- pewność, elastyczność i zaufanie.

Podstawową wadą sieci światłowodowych jest wysoki koszt budowy infrastruktury sieciowej. Patryk Urban – pracownik naukowy na Uniwersytecie Eindhoven w Holandii, gdzie w ramach Instytutu Badawczego COBRA zajmuje się badaniami nad optycznymi sieciami dostępowymi nowej generacji, pisze: „Teoretycznie najważniejszymi czynnikami decydującymi o powodzeniu szerokopasmowych sieci optycznych są: dostępność standardowych elementów i produktów sprzętowych, jakość wsparcia świadczonego przez usługodawców oraz atrakcyjność oferowanych usług. Dopiero połączenie wszystkich tych elementów może zapewnić rentowność inwestycji”. Należy dodać, że inwestycja taka, jeżeli nie jest wdrażana na dużą skalę, jest uzasadniona bardziej ze strategicznego niż ekonomicznego punktu widzenia.

Możliwości skłaniające do budowania sieci FTTH to:

- działalność usługowa – operator buduje infrastrukturę, po czym za jej pomocą świadczy usługi telekomunikacyjne; niestety, rentowność w takim przypadku zapewnia jedynie duża liczba klientów;
- dzierżawa sieci – operator buduje sieć FTTH i dzierżawi ją innym operatorom, którzy dostarczają usługi do klientów końcowych;
- sprzedaż sieci – operator buduje sieć FTTH z myślą jej późniejszej odsprzedaży np. innemu operatorowi wchodzącemu na rynek.

Jest pewne, że FTTH stanowi przyszłość transmisji telekomunikacyjnej. Za jej pomocą możliwe będzie świadczenie wielu usług typu: pełne *triple-play*, bardzo szybki Internet, telewizja wysokiej i ultrawysokiej jakości, VoD, VoIP i wiele innych. W porównaniu z innymi technologiami (tabela 2) FTTH wypada zdecydowanie najlepiej.

Tabela 2.

Porównanie wybranych technologii szerokopasmowych

Technologia	Zasięg*	Przepustowość*
ADSL 2+	do 1500 metrów	upstream 24 Mb/s downstream 1 Mb/s
VDSL 2	do 700 metrów	teoretycznie 100 Mb/s
Fast/Gigabit Ethernet	około 100 metrów	100 Mb/s , 1 Gb/s
TVK (HFC DOCSIS 1.1)	bardzo duży	teoretycznie 39 Mb/s
TVK (HFC DOCSIS 3.0)	bardzo duży	teoretycznie 1 Gb/s
WiFi	110 metrów (jednak otwarta przestrzeń lub zastosowanie dodatkowych anten lub wzmacniaczy może zwiększyć ten dystans)	54 Mb/s
WiMax	teoretycznie 48 km (obecnie 10 km)	teoretycznie 70 Mb/s (obecnie 10 Mb/s)
FTTH	bardzo duży (największy)	100 Mb/s, GPON 2,5 Gb/s (w teorii nieograniczona)

*W przybliżeniu.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: K. Buczkowski, *Sieć komputerowa w gminie...*, dz. cyt. s. 21; ONO, European FTTH Council: *So what's happening on the Spanish market?...*, dz. cyt.

Specjaliści przewidują, że w niedalekiej przyszłości możemy spodziewać przekształcania architektury sieciowej, w kierunku od obecnie najpopularniejszych standardów jak HFC DOCSIS 1.1 i xDSL do odpowiednio: HFC DOCSIS 3.0 i FTTB/FTTN+ADSL 2+/VDSL2, oraz niezależnie budowanych (głównie przez developerów, innowacyjnych operatorów i dzięki projektom municypalnym) sieci FTTH w standardzie GPON³².

4. Przekształcenia sektorów telekomunikacyjnych w zakresie budowy infrastruktury

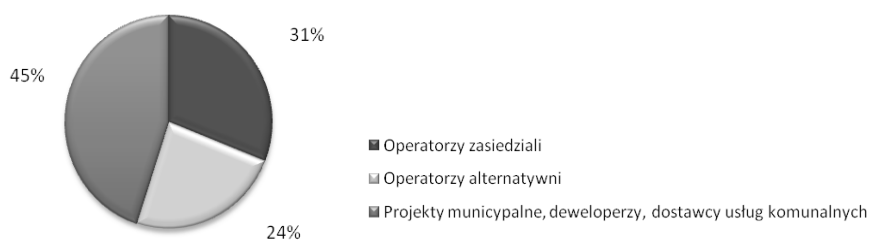
W ostatnich latach dostrzega się przekształcenia na światowych rynkach telekomunikacyjnych w zakresie budowy infrastruktury i wdrażania nowych mediów przesyłowych. Sytuacja klasyczna, polegająca na tym, że to operator zasiedziały jest głównym innowatorem w kraju w aspekcie technologii

³² ONO, *European FTTH Council...*, dz. cyt., s. 7 (24.10.2009).

i nowych usług, staje się przeszłością. Obecnie wyróżnić można kilka grup podmiotów czynnie rozwijających technologię FTTH. Są to:

- operatorzy (zarówno zasiedziali, jak i alternatywni),
- projekty municypalne,
- dostawcy usług komunalnych (głównie dostawcy energii elektrycznej),
- deweloperzy.

W USA dominującą rolę w rozbudowie FTTH odgrywa operator należący do grupy przedsiębiorstw powstałych w wyniku polityki antymonopolowej i rozbicia operatora zasiedziałego – Verizon Communications Inc. Jest on zdecydowanym liderem na rynku amerykańskim pod względem posiadanych łączy światłowodowych (w połowie 2007 roku Verizon miał już 1,44 mln klientów podłączonych za pomocą technologii FTTH)³³. Warto dodać, że w USA funkcjonuje aż 30 projektów realizowanych przez władze miejskie albo dostawców usług komunalnych (bądź w kooperacji pomiędzy tymi dwoma podmiotami), a 14 kolejnych jest w przygotowaniu³⁴. Podobna sytuacja – a więc dominująca rola operatora – występuje również w Japonii i innych krajach azjatyckich wiodących światowy prym we wdrażaniu nowoczesnych technologii. W Europie sytuacja jest bardziej skomplikowana, zarówno pod względem poziomu budowy sieci FTTH/x, jak i rodzaju budujących (rysunek 8).



Rys. 8. Prognoza udziału budowniczych sieci FTTH w Europie na rok 2013

Źródło: G. Finnie, *European FTTH Forecast, 2008-2013*, materiały konferencyjne, Kopenhaga 10 luty 2009r., materiały dostępne w Internecie pod adresem: <http://www.docstoc.com/docs/4898109/European-FTTH-Forecast-Graham-Finnie-Chief-Analyst-Heavy-Reading>

³³ RVA LCC Marked Research & Consulting, FTTH/FTTP UPDATE, październik 2007, <http://www.rvllc.com/> (24.10.2009).

³⁴ FTTH Council, *Municipal FTTH Systems. Municipal Fiber to the Home Deployments: Next Generation Broadband as a Municipal Utility*, kwiecień 2008, s. 5, <http://www.ebusiness-forum.gr/engine/index.php?op=modload&modname=Downloads&action=downloadsviewfile&ctn=1889&language=en> (24.10.2009).

Szacuje się, że taki stan rzeczy będzie się utrzymywał. Zróżnicowanie kulturowe, finansowe i przede wszystkim rozwojowe w Europie sprawi, że równocześnie rozwijane będą wszystkie modele budowy infrastruktury, włączając model współpracy lub kooperacyjny.

Tabela 3.

Wdrożeniowcy technologii FTTH/B (podłączone mieszkania/budynki)
w wybranych krajach w Europie

Kraj	Operator zasiedziały	Projekt municypalny/ dostawca usług komunalnych (energii)	Operator alternatywny	Deweloperzy i spółdzielnie mieszkaniowe
Austria	3500	32500	5000	×
Belgia	500	×	4 000	×
Czechy	×	25 000	×	×
Dania	×	550 000	72 000	×
Finlandia	400 000	12 000	4 470	3 500
Francja	500 000	5 200	3 950 000	×
Niemcy	×	231 800	50 000	×
Włochy	7 200	103 000	2 000 000	×
Łotwa	3 000	×	60 500	×
Norwegia	×	248 500	1 500	24 500
Polska	265	40 000	×	×
Portugalia	50 000	×	150 000	×
Słowacja	200 000	15 000	215 000	×
Słowenia	82 000	×	200 000	×
Hiszpania	250 000	38 000	10 000	×
Szwecja	120 000	316 000	426 600	47 400
Szwajcaria	10 000	11 500	780	×
Wielka Brytania	×	4 180	1 000	×

× Brak danych.

Źródło: *FTTH European Panorama*, listopad 2008, materiały konferencyjne FTTH Council Europe Conference, Kopenhaga 11 lutego 2009 r., s. 7, http://www.ftthcouncil.eu/documents/studies/Market_Data-December_2008.pdf

Najbardziej z informatyzowanym regionem w Europie są kraje skandynawskie. Należy przewidywać, że w przyszłości sytuacja ta nie zmieni się i w tych krajach w sposób najbardziej czynny rozwijane będą techniki światłowodowe. Porównanie europejskich państw o największym (w UE) stopniu penetracji technologii FTTH/B przedstawiono w tabeli 3. Z danych

zamieszczonych w tabeli 3 wynika, że jako wdrożeniowcy FTTH/B dominują w Europie operatorzy alternatywni. Krajem posiadającym największą liczbę podłączonych, dzięki tej technologii, gospodarstw domowych (4 455 200 hp³⁵) jest Francja, natomiast najbardziej zaawansowanym regionem – kraje skandynawskie. Na uwagę zasługuje stosunkowo wysoka pozycja krajów z byłego bloku wschodniego, tj. Słowacji i Słowenii. Z pewnością dziwi niewielka liczba łączy w Wielkiej Brytanii. Można przypuszczać, że wynika to z czynnej agresywnej polityki antymonopolowej w tym kraju, ukierunkowanej na tamtejszego operatora zasiedziałego.

Polska, o czym autorzy wspominali już wcześniej, posiada raczej śladowe ilości hp podłączonych za pomocą FTTH/B. Telekomunikacja Polska S.A. pozostaje dalej w fazie testów (można przypuszczać, że wynika to z braku jasno zdefiniowanego stanowiska UKE w sprawie regulacji nowo budowanych sieci światłowodowych), natomiast pierwsze kroki w budowie infrastruktury światłowodowej w naszym kraju stawiają operatorzy alternatywni.

Podsumowanie

Budowanie nowoczesnych sieci światłowodowych jest nieuniknione. Wymusza to popyt na nowoczesne usługi. Operatorzy mogą realizować różne strategie – bądź dzierżawy łączy, bądź dostępu hurtowego, bądź budowy własnej sieci. W tym ostatnim przypadku można starać się o dofinansowanie ze środków unijnych, niemniej jednak takie rozwiązanie pozostaje bardzo kosztowne i często ekonomicznie nieuzasadnione (przynajmniej w bliskiej perspektywie).

Przeniesienie ekonomicznego środka ciężkości z gospodarki przemysłowej na gospodarkę opartą na informacji wymaga przekwalifikowania i wdrożenia w proces kształtowania tej cywilizacji dużej części społeczeństwa. Nie jest to jednak możliwe bez pomocy i efektywnego celowego działania państwa.

Osiągnięcie zamierzonych celów budowy SI jest procesem długoletnim. Równomierne i sumienne realizowanie prezentowanych narodowych planów rozwojowych oraz honorowanie i kontynuowanie inicjatyw rozpoczętych za poprzednich kadencji rządu z pewnością zmieniłoby niekorzystną sytuację Polski na arenie międzynarodowej w aspekcie zaawansowania budowy cywili-

³⁵ Hp – *house point*, pojęcie potocznie używane w telekomunikacji, oznaczające odbiorcę końcowego w lokalu/mieszkanu/domu.

zacji wiedzy. Uprawiany w Polsce „szarpany” system rządzenia nie jest dobry dla wszystkich ekonomicznych długofalowych procesów i inicjatyw, których realizacja zajmuje od kilku do kilkudziesięciu lat. Wprowadzanie coraz to nowszych pomysłów powinno być przemyślane, ponieważ niweczą one konsekwencję działania, przyczyniając się tym samym do szkodliwego oddziaływania na rozwój gospodarczy Polski.

Literatura

Babis H., Budziewicz-Guźlecka A. (red.), *Miejsce poczty i telekomunikacji w tworzeniu społeczeństw informacyjnych*, PPH ZAPOL, Szczecin 2008;

Blizniuka G., Nowak J.S., *Spółeczeństwo informacyjne 2005*, Wyd. Polskie Towarzystwo Informatyczne, Katowice 2005;

Buczowski K., *Sieć komputerowa w gminie. Wybrane problemy organizacji i zarządzania*, Fundacja Wspomagania Wsi 2007, http://www.witrynowiejska.org.pl/images/19233_Sieci_calosc_opt.pdf;

Farmer J., President V., Ray L., *Fibre to the Home. Overview & Technical Tutorial*, www.fcc.gov/oet/tutorial/FTTH_Tutorial-8-7-03.ppt;

FTTH Council, *Municipal FTTH Systems. Municipal Fiber to the Home Deployments: Next Generation Broadband as a Municipal Utility*, kwiecień 2008, <http://www.ebusinessforum.gr/engine/index.php?op=modload&modname=Downloads&action=downloadsviewfile&ctn=1889&language=en>;

Fiber to the Home. Overview & Technical Tutorial, www.fcc.gov/oet/tutorial/FTTH_Tutorial-8-7-03.ppt;

Filipiak B., Panasiuk A., *Gospodarka w dobie globalizacji – usługi, decyzje, innowacje*, Zeszyty Naukowe nr 507, WNUS, Szczecin 2008;

Finnie G., *European FTTH Forecast, 2008-2013*, Kopenhaga 10 lutego 2009, <http://www.docstoc.com/docs/4898109/European-FTTH-Forecast-Graham-Finnie-Chief-Analyst-Heavy-Reading>;

Grzebyk W.E., Hłowska D., Janiszewski J.M., Puszczczyk G., *Planowanie i przygotowanie koncepcji budowy sieci szerokopasmowych na terenach wiejskich. Poradnik dla samorządowców*, UKE, Fundacja Wspomagania Wsi, kwiecień 2008;

Gut-Mostowy H., Kowalewski M., *Aspekty techniczno-ekonomiczne szerokopasmowych sieci dostępowych* [w:] *Telekomunikacja i Techniki Informacyjne* 2001, nr 3-4;

Gut-Mostowy H., *Światłowodowe sieci dostępowe – techniki FITL*, http://net.itl.waw.pl/technologie/pdf/techniki_fitl.pdf;

Lin C., *Broadband Optical Access Networks and Fibre to the Home. Systems Technologies and Deployment Strategies*, Center for Advanced Research in Photonics, Chinese University of Hong Kong, John Wiley & Sons, Ltd., Anglia 2006;

Krajowa Rada Radiofonii i Telewizji, *Spółczesność informacyjna w Polsce. Wstęp do formułowania założeń polityki państwa*, Warszawa 1996, <http://kbn.icm.edu.pl/pub/info/dep/spo.html>;

ONO, European FTTH Council: *So what's happening on the Spanish market?*, 2007, <http://www.localret.cat/revistesinews/broadband/num18/docs/8num18.pdf>;

Przegląd publikacji i opracowań poświęconych telepracy, Sopot/Warszawa, październik 2005, http://www.telepracaefts.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=41&Itemid=62;

Raport o stanie rynku telekomunikacyjnego za rok 2007, Departament Analiz Rynku Telekomunikacyjnego UKE, http://www.uke.gov.pl/_gAllery/14/25/14258/Raport_o_stanie_rynk_u_telekomunikacyjnego_2007_v3.pdf;

RVA LCC Marked Research & Consulting, FTTH/FTTP UPDATE, październik 2007, <http://www.rvallc.com/>;

Strategia szerokopasmowego dostępu do usług społeczeństwa informacyjnego w Polsce na lata 2007-2013, Ministerstwo Transportu, Warszawa, luty 2007, http://www.piiit.org.pl/_gAllery/16/82/1682/6505.pdf;

Szyjewski Z., Borawski M., *Technologie informacyjno-komunikacyjne*, PPH ZAPOL, Szczecin 2009;

Urban P., *Optyczna rewolucja*, <http://www.idg.pl/artykuly/56887.html>.

http://en.wikipedia.org/wiki/Image:PON_vs_AON.png;

www.e-photon-one.org;

<http://e-portalik.net/telekomunikacja/multimedia-polska-buduja-siec-ftth/>;

http://pl.wikipedia.org/wiki/Aktywne_sieci_optyczne;

http://pl.wikipedia.org/wiki/Pasywne_sieci_optyczne;

<http://xdsl.stojek.org/dostep/xdsl/wstep.html>;

<http://www.3s.pl/>;

<http://www.telepolis.pl/news.php?id=10144>;

<http://www.fkn.pl/1,351,1673858,1,wiadomosc.html>;

http://www.wirtualnemedi.pl/article/258419_FTTH_coraz_popularniejsze.htm.

Summary

This article is an attempt to find a definition of informational society and their needs. It analyses behaviors and trends in the Internet. Authors research the exciting access to broadband technologies in Poland, they estimate their functionality and usefulness to changing tendencies. Authors predict the contribution of the FTTH network in European Market in 2013. Authors also present the prognosis of demand on band, and define the place of Poland on international area in aspect of developing FTTH/FTTB technology.

Translated by Piotr Gutowski and Monika Tomczyk