

Zbigniew Stachowiak*, Rafał Wziątek**

TELEFONIA INTERNETOWA (VOIP) W BIZNESIE – KORZYŚCI I ZAGROŻENIA

1. WPROWADZENIE

Telefon jest jednym z tych wynalazków, bez których trudno wyobrazić sobie sprawne funkcjonowanie przedsiębiorstwa czy gospodarstwa domowego. W Polsce brak wyraźnej konkurencji na rynku operatorów telekomunikacyjnych powoduje, że ceny połączeń w relacji z krajowymi zarobkami są bardzo wysokie. Sposobów obniżenia kosztów rozmów telefonicznych jest wiele, począwszy od specjalnych ofert operatorów w postaci planów taryfowych, a skończywszy na ograniczeniu liczby połączeń. Ciekawą alternatywą dla tradycyjnej telefonii jest dostępna od kilku lat technologia *Voice over Internet Protocol* (VoIP)¹.

Istnienie technologii VoIP wytycza nowe kierunki rozwoju telekomunikacji. W jednych organizacjach przejście z telefonii tradycyjnej na pakietową nastąpi w drodze ewolucji (poprzez wdrożenie rozwiązań hybrydowych), a w innych rewolucji (telefonii internetowej wyprze całkowicie tradycyjną). Obecnie funkcjonuje wiele firm oferujących wdrożenia telefonii internetowej dla biznesu. Istnieją również rozwiązania dla odbiorców indywidualnych, np. Skype, Tlenofon.

Rosnąca popularność tej technologii sprawiła, że „tradycyjni” dostawcy usług telekomunikacyjnych wprowadzają do swojej oferty VoIP. Przykładem

* Mgr, doktorant w Zakładzie Informatyki Ekonomicznej Uniwersytetu Łódzkiego.

** Mgr, asystent w Zakładzie Informatyki Ekonomicznej Uniwersytetu Łódzkiego.

¹ VoIP (ang. *Voice over IP*) – technologia umożliwiająca przesyłanie głosu za pomocą łączy internetowych lub dedykowanych sieci wykorzystujących protokół IP. Popularnie nazywana telefonią internetową. Dane przesyłane są przy użyciu protokołu IP, co pozwala wykluczyć niepotrzebne „połączenie ciągłe” i np. wymianę informacji, gdy rozmówcy milczą. www.wikipedia.pl, 20.03.2006 r.

może być tutaj British Telecom, który zintegrował **BT Komunikator** z popularnym **Yahoo! Messenger** oferując konkurencyjne ceny.

Panująca obecnie moda na telefonię internetową oraz atrakcyjne ceny usług sprawiają, że coraz więcej przedsiębiorstw, a także małych firm decyduje się na jej wdrożenie. Nie zawsze jednak decydenci zdają sobie sprawę z zagrożeń, jakie niesie ze sobą zastosowanie VoIP.

W niniejszym artykule postaramy się przybliżyć zarówno korzyści, jak i zagrożenia związane z wdrożeniami VoIP.

2. OPIS TECHNOLOGII

Voice over IP jest technologią służącą do przesyłania głosu poprzez sieć pakietową. Jej głównym założeniem jest integracja ruchu telefonicznego z transmisją danych i stworzenie jednej uniwersalnej sieci mogącej przenosić każdy rodzaj ruchu. Technologią VoIP zajmuje się wiele firm produkujących sprzęt i oprogramowanie dla telekomunikacji, a także większość operatorów telekomunikacyjnych.

Obecnie technologia VoIP ma dwa podstawowe zastosowania. Pierwsze z nich, to prowadzenie międzymiastowych lub międzynarodowych rozmów telefonicznych. Za stałą, miesięczną opłatą przekazywaną usługodawcy internetowemu można korzystać z połączeń telefonicznych z każdą osobą mającą dostęp do sieci Internet. Istnieje wiele firm, które w ramach dodatkowego abonamentu udostępniają swoje bramki będące interfejsem pomiędzy siecią pakietową a siecią POTS (Plain Old Telephone Service), czyli zwykłą siecią telefoniczną z komutacją łączy.

Drugim popularnym zastosowaniem jest integracja sieci korporacyjnych. Połączenie sieci transmisji danych i głosu powoduje obniżenie kosztów wdrożenia i konserwacji takiej sieci. Wprowadzenie usługi VoIP w sieci korporacyjnej jest także dużo łatwiejsze niż w Internecie ze względu na możliwość sterowania priorytetami strumieni danych. W ogólnosięciowej sieci jest to prawie niemożliwe².

Najważniejszą częścią systemu VoIP są terminale abonenckie, których funkcje mogą pełnić telefony IP lub komputery osobiste z zainstalowanymi aplikacjami PC2PC i PC2Phone. Wszystkie terminale podłączone są do jednej sieci transmisyjnej i tworzą tzw. strefę (z ang. *zone*).

Każda sieć VoIP powinna być wyposażona w strażnika (z ang. *gatekeeper*), do zadań którego należy zestawienie połączeń wewnątrz strefy, zarządzanie pasmem transmisyjnym w strefie oraz przetwarzanie numerów telefonicznych

² <http://voip.ort.pl/>, 30.01.2006 r.

na adresy IP terminali. Sieć VoIP musi zawierać bramkę (z ang. *gateway*), która łączy sieć z komutacją z siecią pakietową. W przypadku braku strażnika przejmuje ona jego zadania.

Ważnym składnikiem sieci jest Multiport Control Unit. Zadaniem jego jest zestawienie połączeń konferencyjnych (połączeń, w których biorą udział więcej niż dwa terminale). MCU ustala rodzaj kodowania wykorzystywanego podczas połączeń, a także przekazuje wiadomość strażnikowi lub bramce o konieczności realizacji danego połączenia pomiędzy terminalami o danych adresach IP. Jest to klasyczny system zawierający strażnika, bramkę i MCU.

Technika VoIP występuje w trzech odmianach:

1. Komputer – Telefon / Telefon – Komputer

Taka konfiguracja umożliwia komunikację między użytkownikiem, wyposażonym w komputer osobisty z kartą dźwiękową i odpowiednim oprogramowaniem, a tradycyjnym telefonem. Nie wymaga to od rozmówcy znajomości obsługi komputera i daje dostęp do bardzo rozbudowanej sieci telefonicznej. Inną ciekawą możliwością jest odbieranie połączeń na komputerze w chwili, gdy linia jest zajęta połączeniem przez modem.

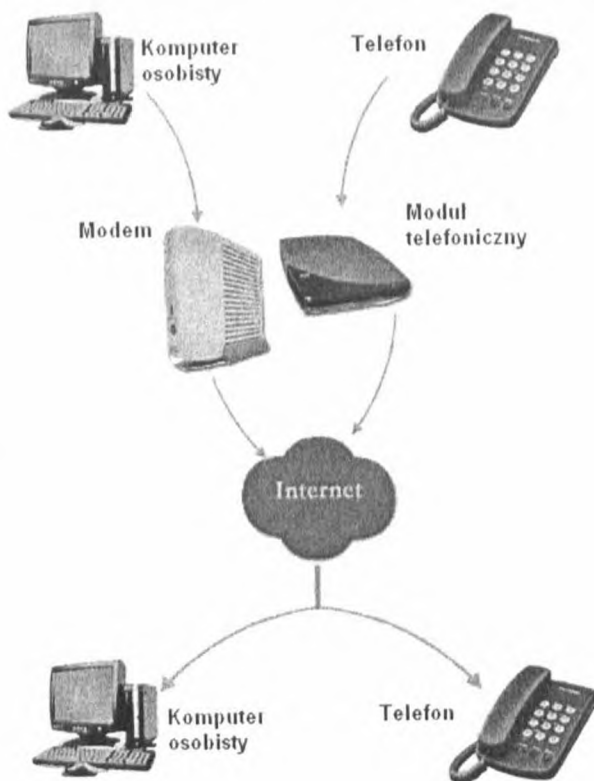
2. Komputer – Komputer

Najbardziej znanym przykładem tej usługi dla użytkowników komputerów osobistych są różnego rodzaju funkcje połączeń głosowych w komunikatorach internetowych, takich jak Gadu-gadu, IRCnet, Tlen czy Heyah. Komunikacja ta oparta jest na dwóch komputerach wyposażonych w kartę dźwiękową i specjalne oprogramowanie. Takie rozwiązanie daje dodatkowe korzyści: możliwość rozmowy z kilkoma rozmówcami, wideokonferencje (z użyciem kamery podłączonej do komputera), przysyłanie plików, udostępnianie zasobów komputera. Wymagania sprzętowe dla tych zadań nie są wysokie.

Jednym z programów realizujących wspomniane wcześniej zadania jest NetMeeting, który standardowo jest dodawany do systemu Windows. Znacznie lepszy poziom dźwięku zapewnia program Buddy Phone do głosowej (wyłącznie) komunikacji VoIP między dwoma komputerami.

3. Free Fax

Rozwinięciem VoIP jest przysyłanie telefaksów. Usługa ta występuje pod wieloma postaciami i część firm pobiera za nią opłaty. Znaczna część darmowych rozwiązań umożliwia wysyłanie wyłącznie tekstu wpisanego przez użytkownika w specjalny formularz na stronie WWW. Wstawianie w dokument grafiki lub zmiana czcionki są niemożliwe. Usługa *Fax over IP* często bywa łączona z bezpłatną pocztą głosową.



Rys. 1. Przykładowy model telefonii internetowej

Źródło: <http://www.fcc.gov/voip/>, 30.01.2006 r.

Podsumowując, usługa VoIP polega na stworzeniu cyfrowej reprezentacji sygnału mowy, poddaniu go odpowiedniej kompresji i podzieleniu na pakiety. W takiej formie jest następnie przesyłany za pomocą sieci pakietowej wraz z innymi danymi pochodzącymi np. od komputerów. W „odbiorniku” – komputerze bądź telefonie cały proces przebiega odwrotnie, co skutkuje otrzymaniem przekazu głosowego. Sieć komputerowa oparta na protokole IP może być dowolną siecią z komutacją pakietów, włączając w to ATM, Frame Relay, Internet, sieć opartą na łączach TI (E1) czy 56 kbps.

2.1. Techniczne aspekty i standardy protokołów

Telefonia IP wykorzystuje nowe technologie sieciowe i protokoły. Elementy logiczne sieci są niezbędne do zarządzania zgłoszeniami, routowania pakietów, przechowywania informacji o zgłoszeniu itp. Protokoły sygnalizacyjne są

używane do ustanawiania połączeń lub sesji multimedialnych, takich jak telekonferencje i rozmowy telefoniczne. Za pomocą tych protokołów tworzy się połączenia pomiędzy klientami w sieciach intranetowych bądź przez Internet. Główną ich funkcją jest ustalenie położenia użytkownika, translacja adresów, ustanowienie połączenia, negocjacja parametrów dla zgłoszenia, rozłączenie i zarządzanie zgłoszeniami pochodzącymi od innych użytkowników, np. w momencie tworzenia połączenia telekonferencyjnego. Dodatkowo, protokoły sygnalizacyjne są odpowiedzialne za naliczanie opłat i bezpieczeństwo.

Podstawowym i najważniejszym warunkiem szerokiego korzystania z technologii VoIP jest stworzenie międzynarodowych standardów zapewniających bezproblemową współpracę pomiędzy produktami pochodzącymi od różnych dostawców. Kilka organizacji pracuje nad stworzeniem standardu VoIP. Do ważniejszych należą ITU-T, IETF, ETSI, iNOW!, IMTC VoIP Forum i MIT's Telephony Consortium. Obecnie istnieją dwa liczące się standardy protokołów sygnalizacyjnych dla telefonii IP:

- seria ITU H.32x,
- IETF Session Initiation Protocol (SIP).

Tabela 1

Zestawienie cech protokołów H.323 i SIP

Protokół H.323	Protokół SIP
Dojrzały i stabilny standard stosowany w sieciach klasy operatorskiej i korporacyjnych Dobra integracja z PSTN Sprzęt H.323 jest od dawna na rynku Wielu dostawców sprzętu i oprogramowania wspiera rozwój standardu H.323 Wiele organizacji zajmuje się rozwijaniem tego standardu	– prostota – dostawcy i operatorzy wykorzystują SIP – instytucje normalizacyjne wspierają SIP

Źródło: oprac. własne.

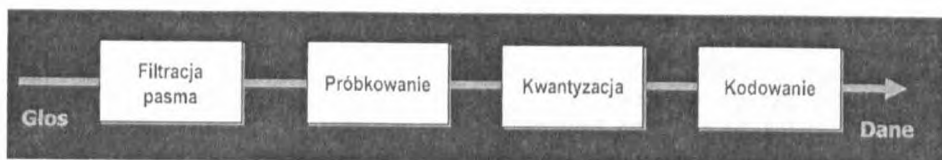
Protokół H.323 ma ugruntowaną pozycję na rynku w porównaniu z protokołem SIP, który jest nowym, dopiero rozwijającym się rozwiązaniem. Standaryzację H.323 zapoczątkowano ok. 10 lat temu, natomiast pierwszą jego wersję przyjęto w roku 1996. H.323 należy do serii standardów komunikacyjnych nazywanych H.32x, opisujących połączenia multimedialne w różnych typach sieci, włączając w to ISDN i PSTN. W styczniu 1998 r. zatwierdzono drugą wersję tego standardu opisującą dodatkowo sposób tworzenia połączeń multimedialnych w sieciach WAN.

SIP to standard stworzony przez Multipart Multimedia Session Control (MMUSIC), pracujący pod egidą IETF. Protokół SIP jest ciągle jeszcze w fazie tworzenia i w związku z tym nie jest tak dobrze znany jak H.323, ale staje się coraz bardziej popularny. SIP został zbudowany na podstawie HTTP i oryginalnie zaprojektowano go do obsługi internetowych konferencji multimedialnych. Architekturę protokołu SIP tworzą dodatkowo jeszcze dwa inne protokoły sygnalizacyjne: Session Description Protocol (SDP) i Session Announcement Protocol (SAP). Na jego korzyść przemawia także prostota, która sprawia, że jest bardzo często stosowany przez operatorów i dostawców usług VoIP³.

2.2. Kompresja mowy

Aby można było przesłać mowę w sieci LAN, należy zamienić sygnał analogowy na cyfrowy. Ten tzw. proces kodowania przebiega w czterech etapach⁴:

- filtrowanie pasmowe (z ang. *bandpass filtering*) – ogranicza zakres częstotliwości,
- próbkowanie (z ang. *sampling*) – zamienia sygnał ciągły w czasie na dyskretny w czasie,
- kwantyzacja (z ang. *quantization*) – przydziela próbkom dyskretne wartości liczbowe,
- kodowanie (z ang. *coding*).



Rys. 2. Etapy kompresji mowy

Źródło: M. Średniawa, *Telefonia internetowa – podstawy techniczne i nowe możliwości*, CPI, Warszawa, 26.01.2006 r.

Można wyróżnić następujące metody kompresji sygnału mowy:

- kodowanie kształtu fali (z ang. *waveform coding*) – charakteryzuje się małą wrażliwością na błędy transmisji, ale zazwyczaj większą przepływnością (natężenie strumienia informacji – danych) wyjściową;

³ <http://voip.ort.pl/>, 30.01.2006 r.

⁴ M. Średniawa, *Telefonia internetowa – podstawy techniczne i nowe możliwości*, CPI, Warszawa, 26.01.2006 r.

- Pulse Code Modulation (PCM) – jest to czysta kwantyzacja;
- Differential Pulse Code Modulation (DPCM) – kodowanie różnicowe sygnałów;
- Adaptive Differential Pulse Code Modulation (ADPCM) – dynamiczna zmiana rozdzielczości lub poziomów kwantyzacji;
- Wokodery – naśladownictwo procesu formowania głosek – charakteryzują się małą przepływnością oraz podatne są na błędy transmisji, przez co dźwięk jest nienaturalny;
- Rozwiązania hybrydowe, np. Residual Excited Linear Prediction (RELPE), Multi-Pulse Coding (MPC), Codebook Excited Linear Prediction (CELP).

Do kodowania mowy stworzono wiele kodeków. Poniżej przedstawiono kilka z nich.

Wybrane standardy kodeków – ITU-T⁵:

- G.711 (ITU-T, PCM: Pulse Code Modulation) – wymagany w H.323,
 - 64 kbps 4KHz audio (słaba jakość), duże wymaganie na pasmo,
- G.722 (ITU-T, SB-ADPCM: Sub-Band Adaptive Differential PCM),
 - używany w kanałach B ISDN, 64 kbit/s,
 - do 7 kHz (średnia jakość), małe opóźnienie kodowania (5 ms),
- G.723.1 (ITU-T, G.721 + G.723),
 - mowa 6.4 kbit/s (kompresja 20:1), mowa 5.3 kbit/s (kompresja 24:1),
 - rekomendowana dla telefonii internetowej (małe pasmo, dobra jakość).

Wybrane standardy kodeków – ETSI GSM/UMTS⁶:

- 13 kbit/s RPE-LTP (Full rate GSM, 1988),
- 6.5 kbit/s VSELP (Half-rate GSM, 1993),
- 12.2 kbit/s EFR (Enhanced full-rate GSM, 1996),
- 12.2–4.75 kbit/s AMR (Adaptive Multi Rate, 1999),
- 6.5–23.95 kbit/s AMR-WB (Wideband AMR, 2000).

2.3. Jakość mowy

Na początku jakość dźwięku przesyłanego siecią pakietową była słaba i niezadowalająca użytkowników. Telefonia tradycyjna znacznie przewyższała pod tym względem VoIP. Obecnie jednak jakość dźwięku cyfrowego w niektórych przypadkach przewyższa dźwięk analogowy. Na komfort rozmowy wpływają takie parametry sieci pakietowej, jak opóźnienie, rozsynchronizowanie i utrata pakietów. Aby jakość połączenia była zadowalająca, wartości te nie mogą być zbyt wysokie.

⁵ *Ibidem.*

⁶ *Ibidem.*

Tabela 2

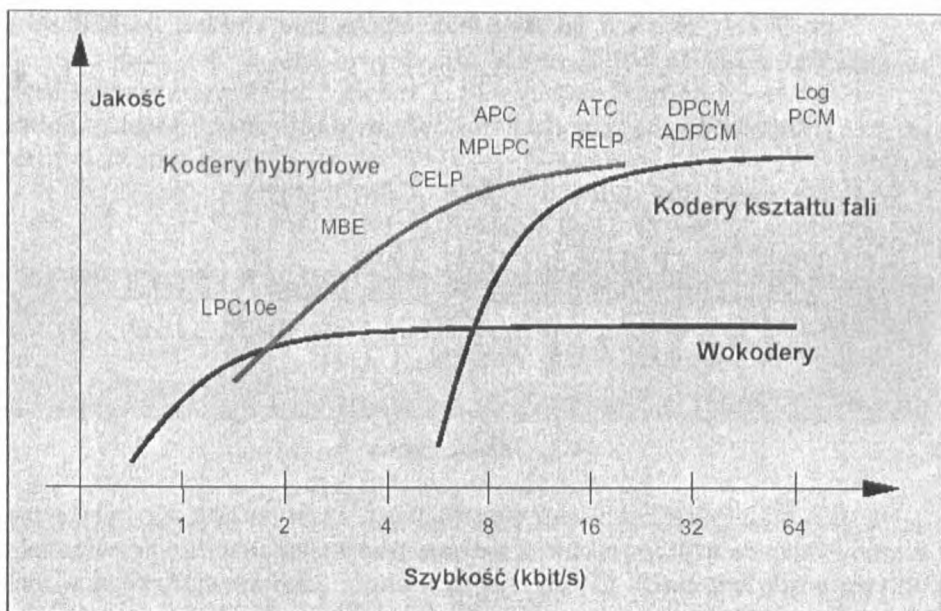
Wymagania dotyczące QoS – dobra jakość

Wyszczególnienie	Optymalne parametry	Wartości graniczne
Opóźnienie	≤ 100 ms	≤ 150 ms
Jitter (rozsynchronizowanie)	≤ 40 ms	≤ 75 ms
Utrata pakietów	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$

Źródło: M. Średniawa, *Telefonia internetowa – podstawy techniczne i nowe możliwości*, CPI, Warszawa, 26.01.2006 r.

Poniżej przedstawiono wpływ zastosowania koderów na jakość mowy przesyłanej siecią pakietową.

Jak widać, kodery hybrydowe wydają się najlepszym rozwiązaniem. Dają one najlepszą jakość w stosunku do szybkości.



Rys. 3. Jakość mowy w zależności od użytych koderów i przepustowości łącza

Źródło: M. Średniawa, *Telefonia internetowa...*

3. KORZYŚCI I ZAGROŻENIA

Obecnie VoIP zaczyna być również postrzegany jako alternatywa dla zwykłych sieci telefonicznych. W sieci pakietowej dużo prościej jest zaimplementować takie usługi, jak telekonferencje, które w zwykłych sieciach telefonicznych z komutacją łączy sprawiają sporo problemów. Technologia VoIP może także często obniżyć koszty administracji i utrzymania systemu, co sprawia, że wiele firm próbuje szukać rozwiązań w technologii VoIP dla wewnętrznej sieci telefonicznej.

3.1. Korzyści

Wiele przedsiębiorstw decydując się na wdrożenie VoIP patrzy na ten proces przez pryzmat kosztów eksploatacji. Oto kilka korzyści, jakie technologia VoIP może przynieść przedsiębiorstwu:

- **zwiększenie wydajności operacyjnej i produktywności** – pracownik jest cały czas dostępny pod jednym numerem telefonu. Nie musi przebywać na stanowisku pracy lub w firmie, aby można się było z nim skontaktować
- odpowiednia usługa przełączy rozmowę na jego telefon komórkowy, w przypadku nieodebrania przez niego telefonu na stanowisku.

- **poprawa satysfakcji klienta** – poprzez możliwość komunikacji za pomocą różnych mediów bez opuszczania stanowiska pracy oraz przez praktycznie całodobową dostępność pod jednym numerem telefonu. Istnieje również możliwość wdrożenia serwisów samoobsługowych automatyzujących obsługę klientów w krytycznych przedziałach czasowych;

- **zintegrowanie aplikacji biznesowych** – niektóre firmy oferują gotowe platformy biznesowe zintegrowane z telefonią internetową;

- **prostota rozwiązań technologicznych** – pozwala na szybkie wprowadzanie zmian – upraszcza przeniesienie czy dodanie nowego pracownika, automatyczną konfigurację aparatu – przypisanie MAC do nr telefonu, tzw. Extension Mobility – powiązanie profilu użytkownika z funkcjami telefonu i numerem, rozliczenia rachunków – bilingi itp.⁷

Rozpatrzmy następujący przykład: pan Kowalski pracuje w firmie X, która wdrożyła telefonię internetową. Ma on swoje biurko, na nim komputer i telefon. Aby się skontaktować z panem Kowalskim, trzeba znać tylko nr telefonu znajdującego się na biurku. Będzie on zawsze osiągalny. Jeżeli zostanie przeniesiony do innego pokoju, to dzięki usłudze Extension Mobility jego numer telefonu nie ulegnie zmianie. W przypadku gdy pan Kowalski

⁷ M. Kotowicz, *Nowa Era w Komunikacji – korzyści z wdrożenia rozwiązań VoIP i IP Avaya, CPI*, Warszawa, 26.01.2006 r.

nie będzie obecny w pokoju lub w pracy, rozmowy do niego będą automatycznie przekierowywane na telefon komórkowy. Jeśli mimo to nie odbiera telefonu, istnieje możliwość zostawienia wiadomości na firmowej skrzynce głosowej.

Koszty związane z wdrożeniem, administracją i eksploatacją telefonii internetowej, można podzielić na dwie kategorie:

a) koszty jawne:

– rachunki połączeń – redukcja kosztów połączeń międzystrefowych i pomiędzy oddziałami firmy;

– koszty dzierżawy łączy – konsolidacja sieci VOICE i DATA powoduje, że zapotrzebowanie na pasmo wzrasta, co podnosi też koszty.

b) koszty ukryte:

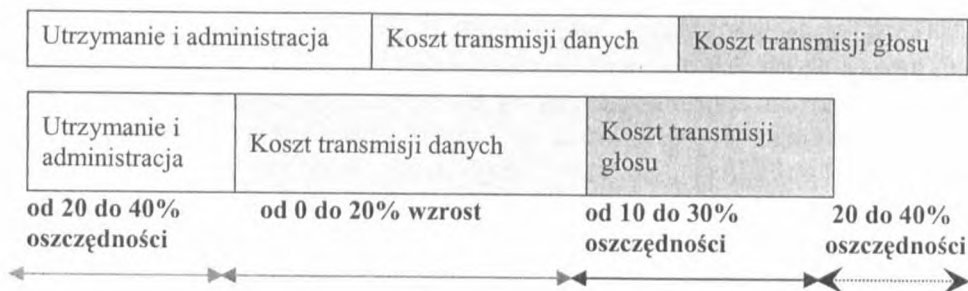
– znacznie obniżają się koszty umów z firmami zewnętrznymi związane z utrzymaniem oddzielnej infrastruktury telefonicznej;

– maleją koszty zmian i modyfikacji konfiguracji (moves, adds & changes = MAC);

– wynagrodzenia pracowników – redukcja personelu administracyjnego wpływa na obniżenia kosztów;

– koszty uaktualnień systemowych – centralizacja systemu pozwala na zdalne przeprowadzenie aktualizacji oprogramowania zarówno na routerach, jak i telefonach, co wpływa na oszczędność czasu i redukcję kosztów⁸.

Uważa się, że przechodząc na technologię VoIP można zaoszczędzić od 20 do 40% kosztów operacyjnych.



Rys. 4. Wpływ konwergencji na koszty operacyjne

Źródło: G. Dobrowolski, *Telefonia IP a potrzeby komunikacji w organizacji*, CPI, Warszawa, 26.01.2006 r.

⁸ G. Dobrowolski, *Telefonia IP a potrzeby komunikacji w organizacji*, CPI, Warszawa, 26.01.2006 r.

Bardziej obrazowo przedstawia tę kwestię następujące studium przypadku⁹.

Założmy, że firma składa się z centrali (80 pracowników) + 8 biur regionalnych (do 8 pracowników).

Średnia liczba połączeń pomiędzy oddziałami firmy = 100.

Średnia długość połączenia = 2 min.

Łączy WAN:

- Centrala – SDSL 1024Mbps,
- Oddziały – ADSL = 256/128 kbps.

W tab. 3 przedstawiono analizę kosztów telefonii tradycyjnej i VoIP.

Tabela 3

Porównanie kosztów pomiędzy telefonią tradycyjną a VoIP

Opis	PTSN	VoIP	Jednostka
Liczba oddziałów firmy (centrala + 8 biur terenowych)	9	9	j.
Stawka za minutę połączenia*	0,14	0,00	zł
Średnia liczba połączeń między oddziałami w ciągu dnia roboczego	100	100	j.
Średni czas połączenia	2	2	min.
Łączny czas połączeń z oddziałami w ciągu dnia roboczego	200	200	min.
Liczba dni roboczych	25	25	j.
Miesięczny czas połączeń z innymi oddziałami	5000	5000	min.
Miesięczny koszt połączeń 1 oddziału z innymi oddziałami	700,00	0,00	zł
Opłaty abonamentowe – centrala**	549,00	999,00	zł
Opłaty abonamentowe – oddziały**	634,40	2 392,00	zł
Miesięczny koszt połączeń między oddziałami firmy	7 483,40	3 391,00	zł
Oszczędności miesięczne	4092,40		zł

* Opłata według planu sekundowego TP Profit.

** Opłaty według cennika usługi ISDN TP i ISDN TP Pro.

Źródło: oprac. własne na podstawie studium przypadku Veracomp.

⁹ Oprac. własne na podstawie studium przypadku firmy Veracomp.

Przyjmując, że całe oszczędności przeznaczone zostaną na wdrożenie technologii VoIP, to zwrot z inwestycji będzie wynosił odpowiednio:

– dla przypadku, gdy wykorzystana zostanie już istniejąca sieć telefoniczna:

Tabela 4

Stopa zwrotu z rozwiązania hybrydowego

Opis	VoIP
Instalacja i aktywacja łączy*	4 049,00 zł
Wypożyczenie lokalizacji centralnej	18 500,00 zł
Wypożyczenie oddziałów	8 960,00 zł
Razem inwestycje	31 509,00 zł
Oszczędności miesięczne	4 092,40 zł
ROI (miesiące)	8

* Opłaty według cennika usługi ISDN TP i ISDN TP Pro.

Źródło: oprac. własne na podstawie studium przypadku Veracomp.

– dla przypadku, gdy zrezygnuje się całkowicie z dotychczasowej sieci telefonicznej i wprowadzi telefonię IP:

Tabela 5

Stopa zwrotu z pełnego wdrożenia telefonii IP

Opis	IPT
Instalacja i aktywacja łączy*	4 049,00 zł
Wypożyczenie lokalizacji centralnej	29 335,00 zł
Wypożyczenie oddziałów	79 920,00 zł
Razem inwestycje	113 304,00 zł
Oszczędności miesięczne	4 092,40 zł
ROI (miesiące)	28

* Opłaty według cennika usługi ISDN TP i ISDN TP Pro.

Źródło: oprac. własne na podstawie studium przypadku Veracomp.

3.2. Zagrożenia

Korzyści finansowe związane z wdrożeniem telefonii internetowej są znaczne, jednak kwestia związanych z nią zagrożeń nie może zostać pominięta.

Systemy VoIP są narażone na wszystkie znane zagrożenia sieciowe, sprzętowe oraz te związane z oprogramowaniem sieciowym (np. ataki DDoS itd). Telefony IP są terminalami, z własnym oprogramowaniem, wpiętymi w sieć pakietową. W systemach telefonii internetowej mogą występować dwa rodzaje luk, spowodowanych przez:

- błędy w oprogramowaniu i/lub wykorzystywanym sprzęcie,
- błędy w konfiguracji urządzeń, które są najczęściej wykorzystywane przez atakujących.

Najważniejsze zagrożenia dla systemu VoIP¹⁰:

- **Utrata poufności danych** – podsłuch (z ang. *sniffing*) – gdy głos jest przesyłany bez szyfrowania, podsłuch ruchu danych w sieci umożliwia nagranie rozmowy np. do pliku dźwiękowego. Metodą ochrony przed taką sytuacją jest szyfrowanie całego ruchu głosowego lub odseparowanie ruchu VoIP od reszty ruchu sieciowego. Wyjściem jest też budowa szyfrowanych tuneli (VPN) pomiędzy segmentami sieci, jeśli ruch ten przechodzi przez segmenty danych;

- **Kradzież usługi** (defraudacja) – możliwość wykonywania telefonów na cudzy koszt czy nadmierne wykorzystanie infrastruktury sieciowej dzięki łatwości podpięcia się do istniejącej sieci VoIP. W tym przypadku możliwym rozwiązaniem jest odseparowanie ruchu VoIP od danych, oddzielenie automatycznego rejestrowania klientów VoIP w serwerach sygnalizacyjnych oraz zastosowanie zabezpieczeń na sprzęcie dostępowym, uniemożliwiających podpięcie dodatkowych, nieautoryzowanych urządzeń;

- **Ataki odmowy usługi** (Denial of Service, DoS), polegające na uniemożliwieniu uprawnionym użytkownikom skorzystania z usługi telefonii (brak dostępności). W wypadku sieci VoIP dotyczą głównie ataków na terminale końcowe i serwery sygnalizacyjne. Rozwiązaniem może być tutaj instalacja systemów zabezpieczających przed atakami DDoS (typu *syn-flood*, *smurf* itp.) i autoryzowany dostęp do sieci VoIP.

Specyfika działania telefonii VoIP rodzi również nowe zagrożenia, np. SPIT (Spam over Spam Internet Telephony), czyli niechciane rozmowy o charakterze reklamowym.

Aby uniknąć tych zagrożeń, konieczne jest możliwie najpełniejsze odseparowanie sieci VoIP od sieci przesyłu danych oraz rezygnacja z rozwiązań typu *softphone*. Należy również zadbać o bezpieczeństwo serwerów sygnalizacyjnych, wymienianych między nimi wiadomości oraz szyfrowanie przesyłanych rozmów. Segment głosowy powinien być monitorowany. Dobra

¹⁰ W. Mazurczyk, *Bezpieczeństwo VoIP*, CPI, Warszawa, 26.01.2006 r.

praktyka administratorska nakazuje wyłączenie wszelkich automatycznych procedur rejestracji sprzętu i niepotrzebnych usług. Ważne jest, aby korzystać z dostępnych mechanizmów bezpieczeństwa, gdyż zdarza się, że w celu poprawy jakości połączenia rezygnuje się z pewnych zabezpieczeń (np. szyfrowania przesyłanych rozmów), co w konsekwencji może doprowadzić do katastrofy.

4. ZAKOŃCZENIE

Telefonia IP zdobywa popularność m. in. za sprawą niskich kosztów – zarówno dla abonentów, jak i usługodawców. Rozmowy wykonane dzięki technologii VoIP są dużo tańsze w porównaniu z realizowanymi za pośrednictwem klasycznej telefonii.

Wraz z nastaniem ery punktów dostępowych 802.11 Wi-Fi technologia VoIP stanie się bardziej mobilna i stanowić będzie alternatywę dla telefonii komórkowej.

Możliwość wykonywania rozmów telefonicznych, odbierania poczty głosowej i dostępu do innych funkcji wszędzie, gdzie można znaleźć komputer osobisty z dostępem do Internetu, to niewątpliwe zalety tej technologii.

Przedsiębiorcy muszą jednak liczyć się z zagrożeniami, jakie niesie z sobą wdrożenie telefonii internetowej w firmie. Telefon IP, będąc terminalem wpiętym do sieci, jest podatny na podobne ataki jak komputer stacjonarny. Należy zatem pamiętać o stosowaniu właściwych metod zabezpieczeń, a ryzyko związane z VoIP będzie niewspółmiernie niskie w porównaniu z korzyściami, jakie można osiągnąć.

Zbigniew Stachowiak, Rafał Wziątek

VOICE OVER INTERNET PROTOCOL TELEPHONY IN BUSINESS – BENEFITS AND RISKS

(Summary)

Voice over Internet Protocol (VoIP) is a technology that allows making telephone calls using a broadband Internet connection instead of a regular (or analog) phone line. There are many benefits of using it in business. VoIP is much cheaper than standard telephony and offer a lot of useful applications that support employees and management in a company. However, there are some risks too. Internet telephony has the same weaknesses and must be protected as typical Local Area Networks because it can be attacked by hackers. Unfortunately, the most of managers don't notice that.