

Voice over IP

Michał Hoefl

Plan wykładu

- Wstęp
 - Potrzeby VoIP
- Protokoły sygnalizacyjne
- Session Initiation Protocol
- Architektura SIP
- Scenariusze użycia
- Implementacje
- FreeSwitch
- Podsumowanie
 - Laboratorium

Wstęp

- Jak od strony użytkownika wygląda procedura nawiązania połączenia?
- Jakie wymagania muszą spełniać rozwiązania VoIP?
- Jakie mechanizmy są potrzebne w systemach VoIP?

Wstęp

- Potrzeby VoIP
 - Nawiązanie połączenia
 - Odnalezienie abonenta wywoływanego
 - Powiązanie adresu IP z identyfikatorem
 - Ustalenie wspólnych warunków realizacji połączenia
 - Nawiązanie/zakończenie połączenia
 - Zmiana parametrów połączenia
 - Realizacja połączenia
 - Kodowanie mowy
 - Transmisja pakietów mowy

Konwersja mowy A-C



- Próbkowanie



- Kwantyzacja



- Kodowanie

Protokoły sygnalizacyjne

	H.323	SIP	XMPP
	ITU-T (1996)	IETF	Jabber (1999) IETF (2002)
Przeznaczenie	Głos/video W sieciach pakietowych (nie tylko IP)	Głos w sieciach IP	Usługa obecności, IM
Protokoły transportu sygnalizacji	<u>TCP</u> , UDP	TCP, <u>UDP</u> , SCTP	TCP, <u>UDP</u> , SCTP
Postać wiadomości	Binarna	Tekstowa	Tekstowa (XML)

Podstawy

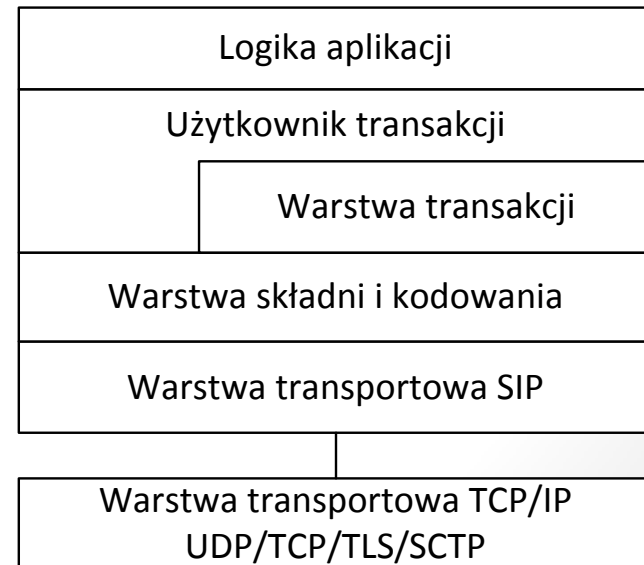
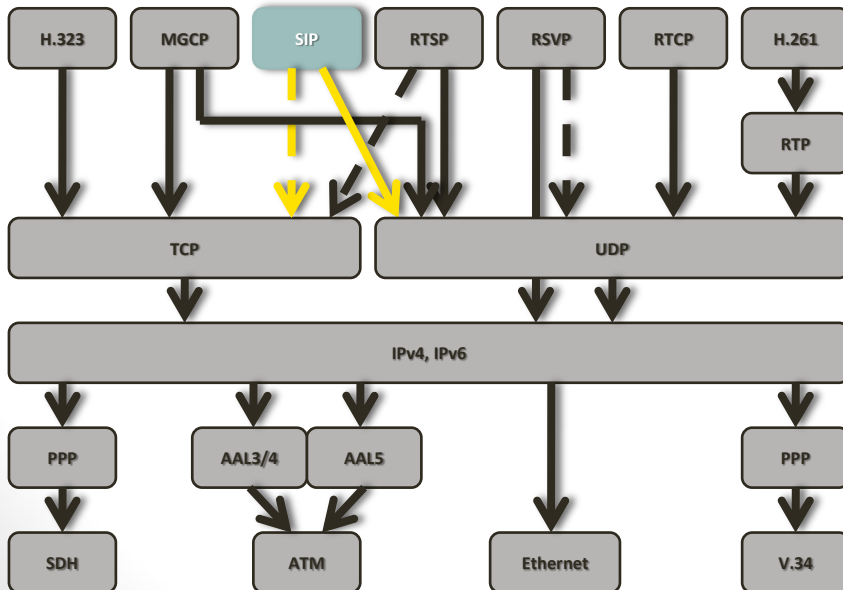
SESSION INITIATION PROTOCOL

Session Initiation Protocol

- SIP jest protokołem ogólnego przeznaczenia, którego zadaniem jest ustalanie, modyfikowanie i zakończenie sesji niezależnie od jej rodzaju. (IETF - RFC 3261)
- Przez sesję rozumiemy proces wymiany danych między jej uczestnikami (nie tylko rozmowa).
- Złożony i rozbudowany protokołów
 - Duża elastyczność
 - Duże możliwości zastosowania
 - SIP jest opisany przez dziesiątki RFC.

Session Initiation Protocol

- protokół warstwy aplikacji
- teoretycznie niezależny od niższych warstw
 - praktyka pokazuje coś innego
- architektura klient/serwer
- bezpieczeństwo – protokół SIPS
- niezależność ścieżki sygnalizacyjnej i wymiany danych
- współpraca z innymi protokołami (SDP, RTP, RSTP)



Funkcje SIP

- **Lokalizacja użytkownika** pozwalającą na określenie, który terminal końcowy ma zostać wybrany dla konkretnej sesji.
- **Dostępność użytkownika** określającą gotowość abonenta wywoływanego do dołączenia do sesji.
- **Możliwości użytkownika** określające jakie parametry strumienia danych mogą zostać obsłużone przez terminal użytkownika.
- **Zestawienie sesji** pozwalające na komunikację strony wywoływanej i wywołującej.
- **Zarządzanie sesją** zawierające przenoszenie sesji, modyfikację jej parametrów oraz zakończenie.

Adresacja

sip:user:password@host:port;uri-parameters?headers

- **user** – nazwa użytkownika powiązana z konkretnym kontem. Jeżeli w systemie istnieje możliwość obsługi tradycyjnych numerów telefonicznych pole to może mieć postać takiego numeru.
- **password** – hasło powiązane z użytkownikiem. Standard pozwala na przesyłanie hasła w jawnej formie w SIP URI oraz SIPS URI jest to jednak ze względów bezpieczeństwa bardzo niezalecane.
- **host** – określa serwer będący elementem infrastruktury SIP. Pole to może mieć postać adresu IPv4, IPv6 albo nazwy domenowej.
- **port** – określa numer portu protokołu warstwy transportowej na której uruchomiona jest aplikacja SIP.
- **URI-parameters** – pozwalają na konfigurację niektórych parametrów żądania tworzonego na podstawie przetwarzanego URI. Najczęściej spotykanym parametrem jest parametr 'transport'. Definiuje on z wykorzystaniem, którego protokołu transportowego ma zostać przesłana wiadomość SIP.

Przykładowa wiadomość SIP

Nazwa metody URI Numer wersji protokołu SIP

Request-Line → OPTIONS sip:alice@voipv6 SIP/2.0

Pola nagłówka {
Via: SIP/2.0/UDP pcscf.voipv6;branch=z9hG4bKhjhs8ass877
Max-Forwards: 70
To: <sip:alice@voipv6>
From: Alice <sip:bob@voipv6>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710
CSeq: 63104 OPTIONS
Contact: <sip:bob@pcscf.atlanta.com>
Accept: application/sdp
Content-Length: 0

Wiadomości i odpowiedzi SIP

Metoda	Odpowiedzi
REGISTER	1xx – informacyjne
INVITE	2xx – powodzenie
ACK	3xx – przekierowanie
BYE	4xx – błąd po stronie klienta
CANCEL	5xx – błąd po stronie serwera
OPTIONS	6xx – błąd globalny
REFER	
SUBSCRIBE	
NOTIFY	
MESSAGE	
INFO	
PRACK	
UPDATE	

Metody SIP

- **REGISTER** – wykorzystywana w procesie rejestracji pozwalającym na lokalizację użytkownika poprzez powiązanie jego identyfikatora z parametrami protokołu transportowego (RFC 3261)
- **INVITE** – wykorzystywana do inicjalizacji sesji oraz jeżeli przesyłana jest w ramach dialogu do zmiany jej parametrów (RFC 3261)
- **ACK** – pozwalająca na pozytywne zakończenie procesu przetwarzania innych metod (RFC 3261)
- **CANCEL** – wykorzystywana do anulowania aktualnie przetwarzanego żądania INVITE, jeszcze przed zestawieniem połączenia (RFC 3261)
- **BYE** – wykorzystywana do zakończenia istniejącej już sesji (RFC 3261)

Metody SIP

- **MESSAGE** – wykorzystywana do przesyłanie bezpośrednich wiadomości tekstowych (RFC 3428)
- **UPDATE** – wykorzystywana do modyfikacji parametrów sesji bez zmiany stanu dialogu (RFC 3311)
- **OPTION** – wykorzystywana do sprawdzenia możliwości elementów architektury SIP (RFC 3261)
- **PRACK** – wykorzystywana do przesyłania informacji o tymczasowym potwierdzeniu (RFC 3262)
- **SUBSCRIBE** – wykorzystywana do subskrypcji powiadamiania (RFC 3265)
- **NOTIFY** – wykorzystywana do przesyłania powiadomień (RFC 3265)
- **PUBLISH** – wykorzystywana do przesyłania wiadomości o zdarzeniach na serwer powiadamiania (RFC 3903)
- **INFO** – wykorzystywana do przesyłania informacji w trakcie trwania sesji (RFC 6086)
- **REFER** – wykorzystywana do wymuszania wywołania inicjalizacji połączenia (RFC 3515)

Przykładowa wiadomość SIP

Nazwa metody URI Numer wersji protokołu SIP

Request-Line → OPTIONS sip:alice@voipv6 SIP/2.0

Pola nagłówka {
Via: SIP/2.0/UDP pcscf.voipv6;branch=z9hG4bKhjhs8ass877
Max-Forwards: 70
To: <sip:alice@voipv6>
From: Alice <sip:bob@voipv6>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710
CSeq: 63104 OPTIONS
Contact: <sip:bob@pcscf.atlanta.com>
Accept: application/sdp
Content-Length: 0

Odpowiedź SIP



Wiadomości i odpowiedzi SIP

Metoda	Odpowiedzi
REGISTER	1xx – informacyjne
INVITE	2xx – powodzenie
ACK	3xx – przekierowanie
BYE	4xx – błąd po stronie klienta
CANCEL	5xx – błąd po stronie serwera
OPTIONS	6xx – błąd globalny
REFER	
SUBSCRIBE	
NOTIFY	
MESSAGE	
INFO	
PRACK	
UPDATE	

Odpowiedzi SIP

- 1xx – informacyjne (np. 180 Ringing):
 - Żądanie zostało odebrane.
 - Podjęto kroki w celu jego wykonania.
 - Nie napotkano problemów.
- 2xx – powodzenie (np. 200 OK):
 - Żądanie zostało przekazane poprawnie.
- 3xx – przekierowanie (np. 303 Redirect):
 - Wskazanie podjęcia dodatkowych akcji związanych z obsługą otrzymanego żądania.
 - Wywołanie powinno zostać wysłane pod nowy adres.

Odpowiedzi SIP

- 4xx – błąd po stronie klienta (np. 404 Not Found):
 - Żądanie błędnie sformułowane lub nie może być wypełnione przez dany serwer.
 - Żądanie zostanie odrzucone.
- 5xx – błąd po stronie serwera (np. 503 Service Unavailable):
 - Dany serwer nie może wykonać zleconego zadania.
- 6xx – błąd globalny (np. 600 Busy Everywhere):
 - Żaden z dostępnych serwerów nie może wykonać tego żądania.

ARCHITEKTURA SIP

Architektura SIP

- Oprogramowanie klienckie (UA – User Agent)
 - UAC (User Agent Client)
 - UAS (User Agent Serwer)
- Serwer SIP
 - Registrar Server
 - Location Service
 - Proxy Server
 - stateless
 - stateful
 - Redirect Server
 - Authentication, Authorization, Accounting
 - Serwer Aplikacyjny
- Kontroler
 - Session Border Controller (interfejsy UNI, NNI)

User Agent

- Współpraca UAC i UAS
- Funkcje UAC (inicjacja połączenia):
 - Generacja żądań
 - Wysyłanie żądań
 - Przetwarzanie odpowiedzi
- Część serwerowa UAS (przetwarzanie żądań)
 - Autoryzacja
 - Badanie metody
 - Badanie nagłówka
 - Przetwarzanie wiadomości
 - Dodawanie rozszerzeń
 - Przetwarzanie właściwe żądań
 - Generacja odpowiedzi

Registrar Server

- Serwer rejestrujący zapisuje nową lokalizację, aby SIP mógł zlokalizować hosta wywoływanego.
- Lista powiązań użytkowników z lokalizacjami nazywamy Address of Record (AoR) i są przechowywane w serwerze lokalizacji (Location Service).

Proxy Server

- Jest to pośrednik urządzeń końcowych. Do jego zadań należy znajdowanie dróg połączeniowych między terminalami, a także przesyłanie żądań i odpowiedzi.
- Jeżeli jest to konieczne, modyfikuje pola nagłówkowe.
- Serwer pośredniczący odpowiada również za uwierzytelnienie użytkownika oraz autoryzację i kontrolę dostępu.

Redirect Server

- Mechanizm przekierowania ma zadanie ograniczyć przetwarzanie w serwerach Proxy.
- Kiedy serwer przekierowujący odbiera żądanie, którego nie może obsłużyć, zwraca do UAC adres kolejnego serwera przekierowującego, z którym powinien się skontaktować.
- Procedura ta powtarza się aż do momentu skontaktowania się UAC z właściwym serwerem.

Architektura SIP

- W praktyce
 - Serwery SIP często implementowane jako jedna usługa
 - Rozdzielne fizycznych maszyn dyktowane wydajnością, a nie realizowaną funkcją
 - Proxy połączone z Redirect
 - Odseparowane Registrar
- Który z serwerów musi sprostać największemu obciążeniu żądań SIP?

Session Border Controller

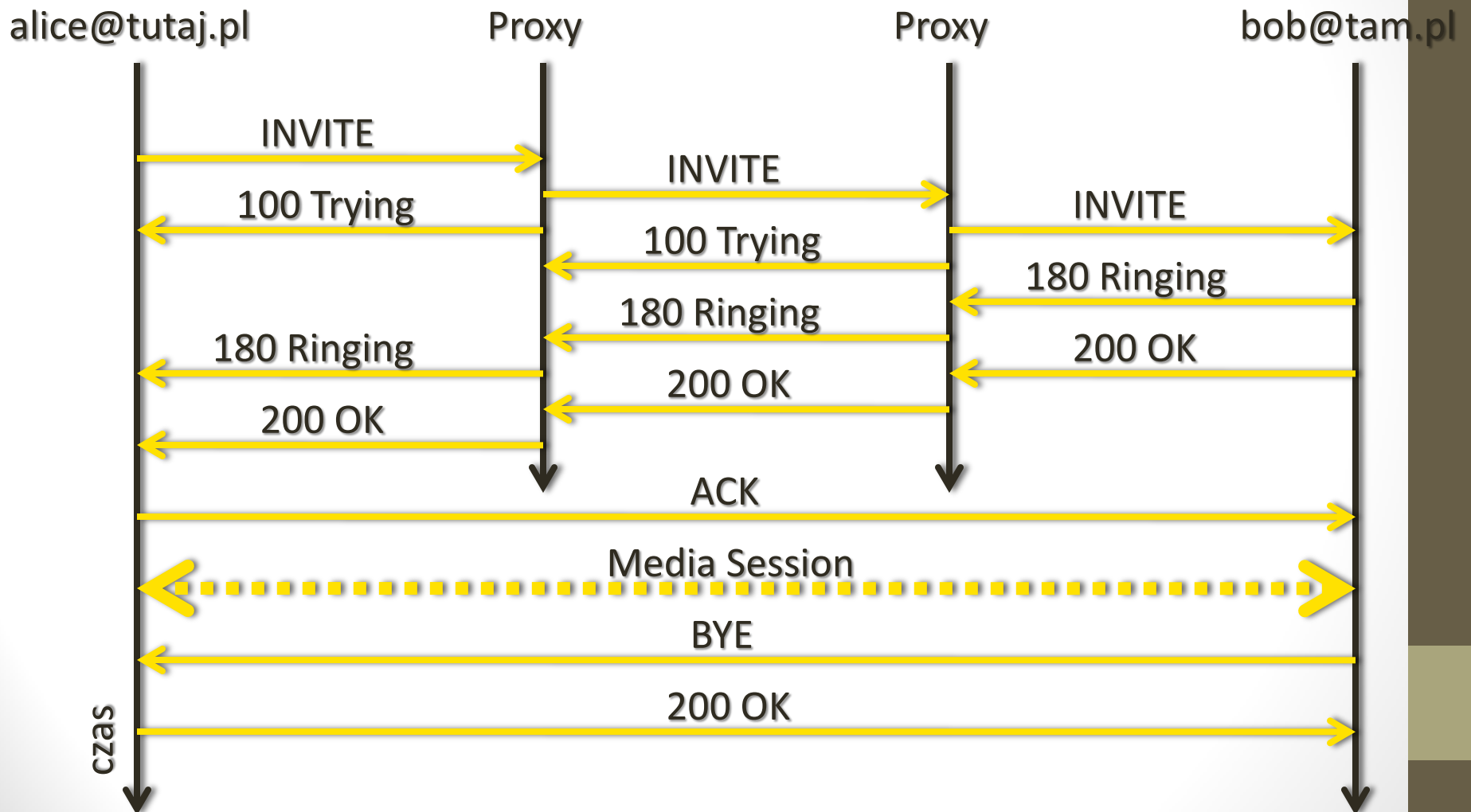
- SBC składają się z dwóch logicznych elementów
 - Session Gateway Control (SGC) odpowiedzialnym za monitorowanie i manipulowanie wiadomościami sygnalizacyjnymi
 - Media Proxy (MP) pośredniczy w ścieżce przekazywania strumienia mediów (strumienia RTP), tak że użytkownicy nie wymieniają się pakietami RTP bezpośrednio, a za pośrednictwem MP

Teoria

SCENARIUSZE UŻYCIA

Przepływ wiadomości

Nawiązanie połączenia



Scenariusz połączenia

Redirect

Proxy

UA
alice@tutaj.pl

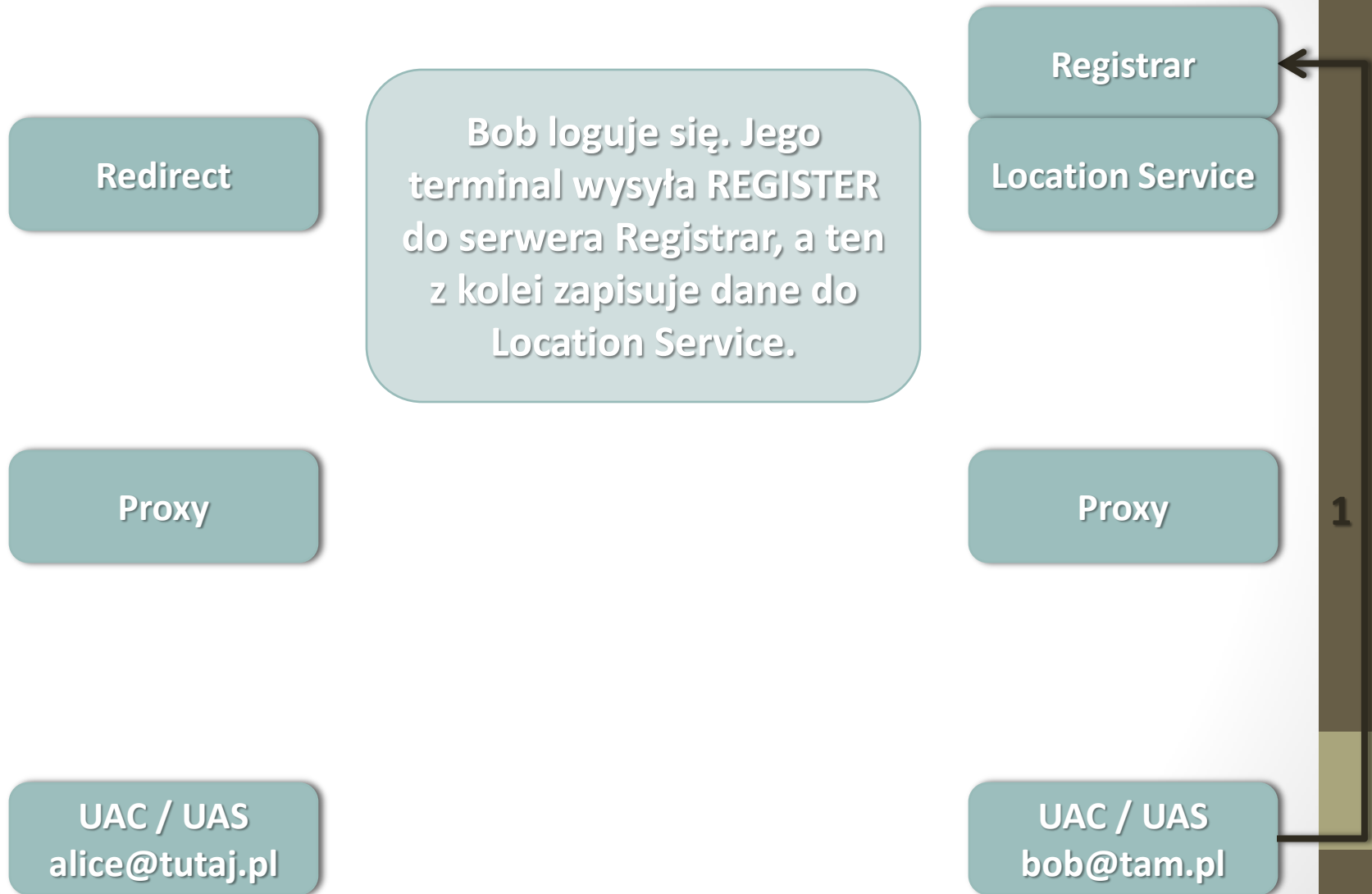
Registrar

Location Service

Proxy

UA
bob@tam.pl

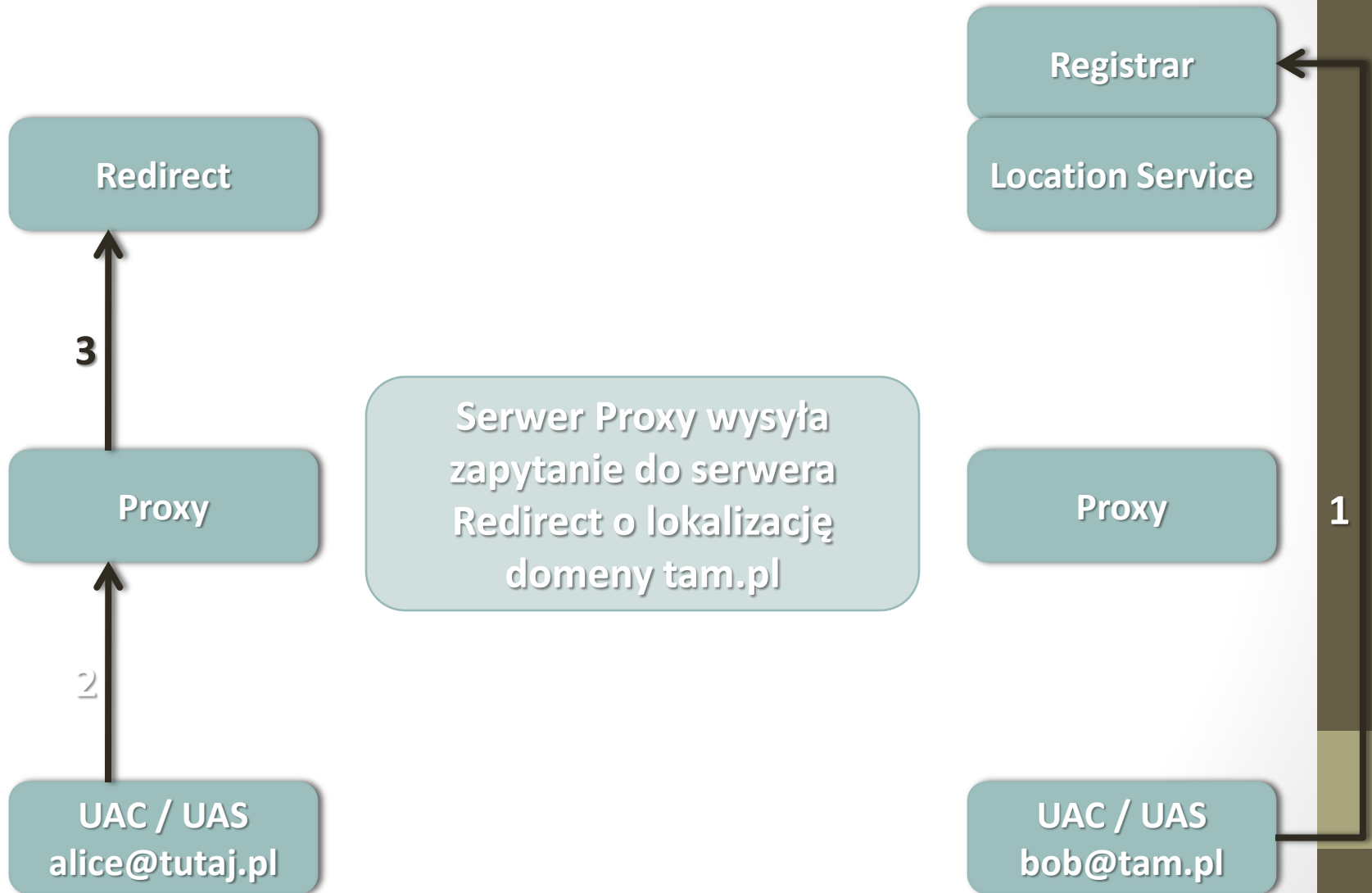
Scenariusz połączenia



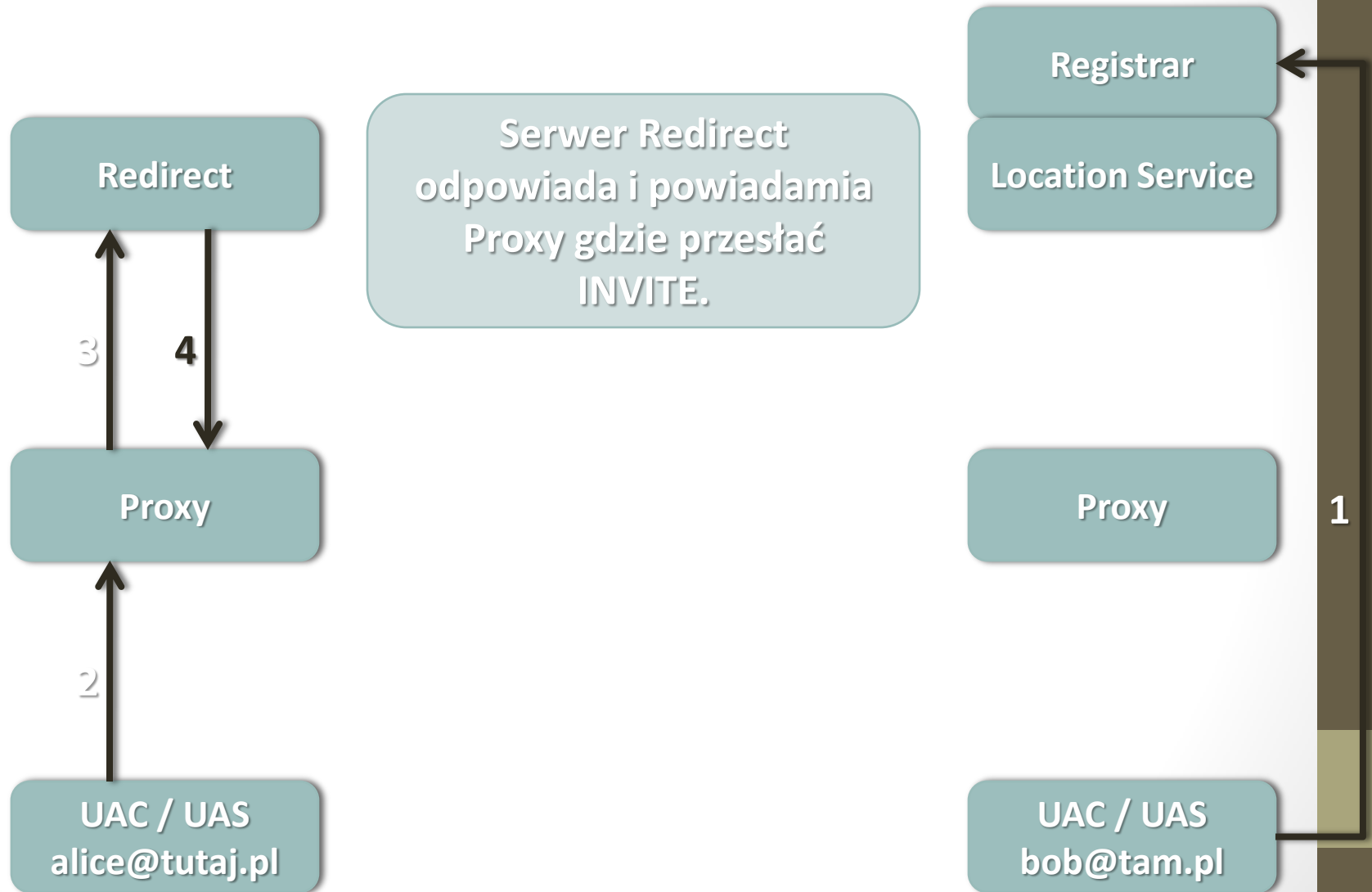
Scenariusz połączenia



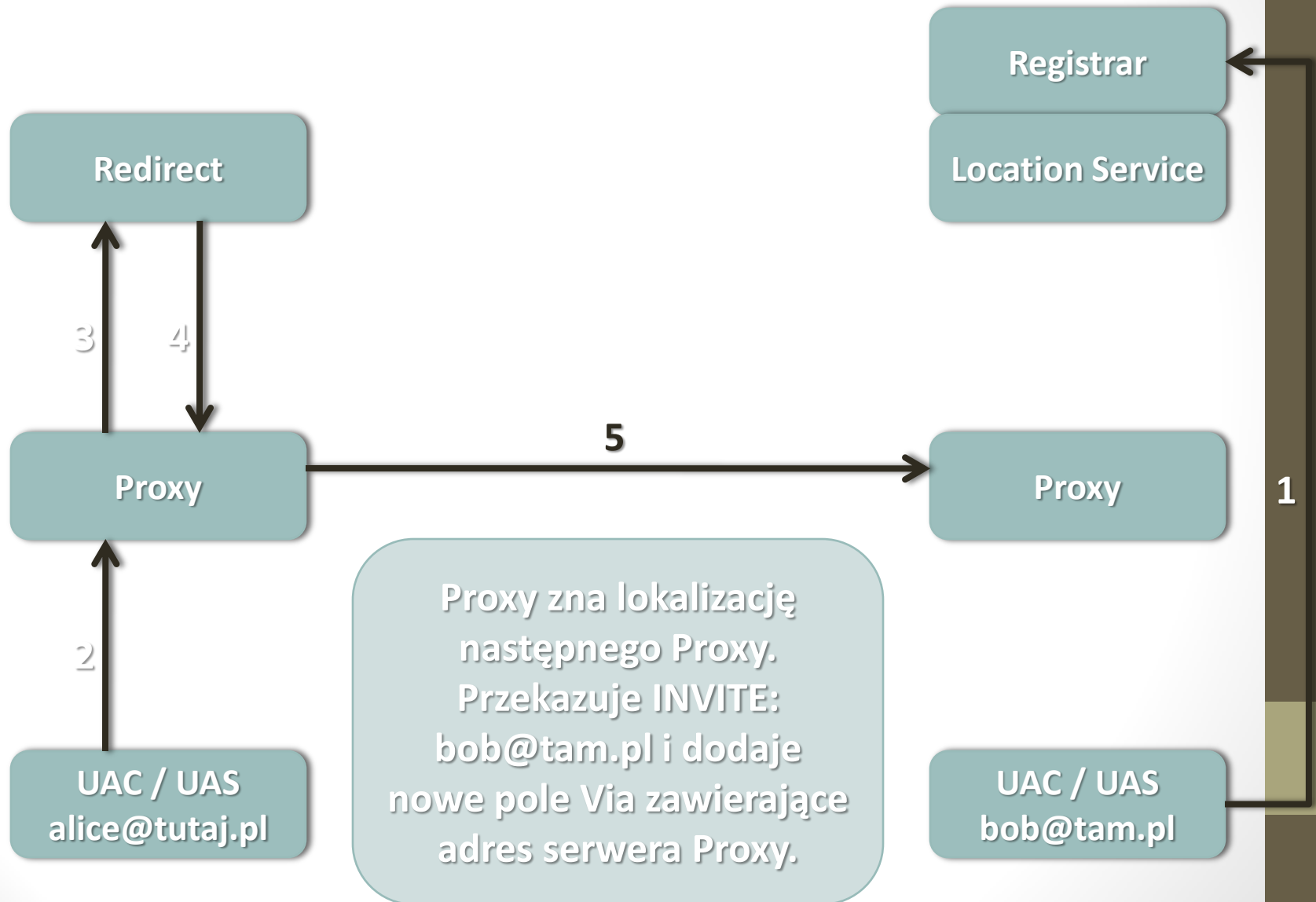
Scenariusz połączenia



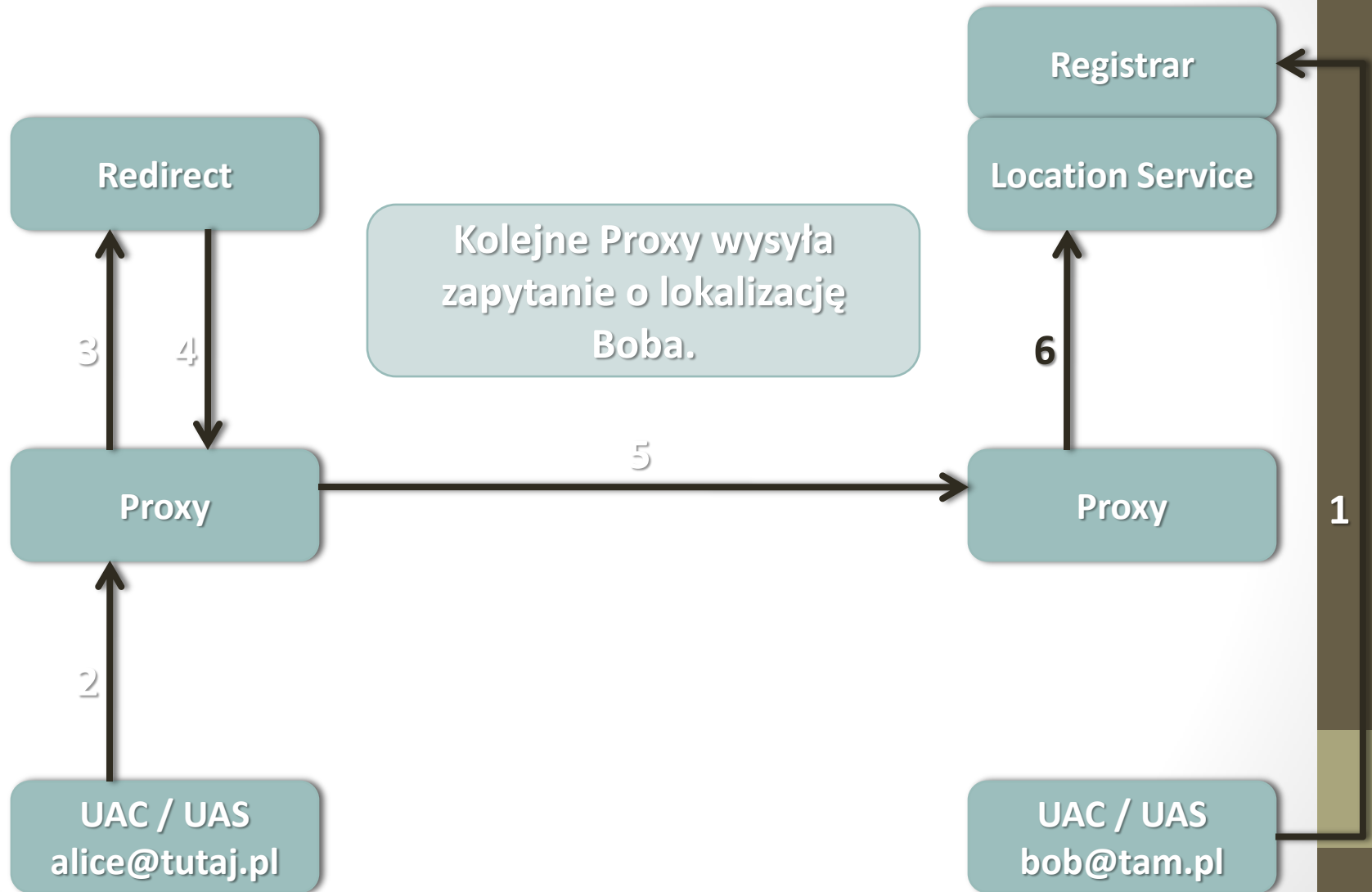
Scenariusz połączenia



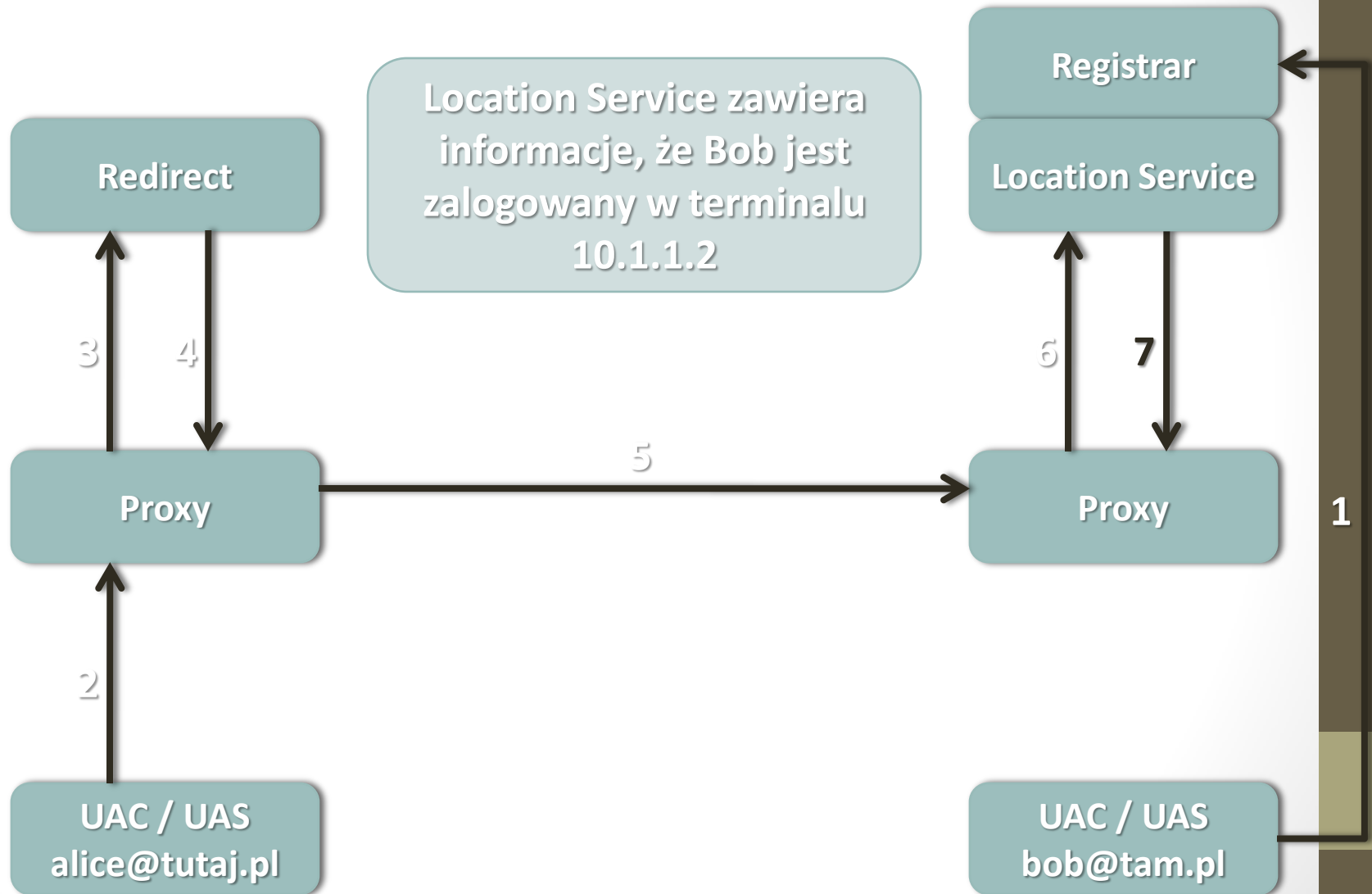
Scenariusz połączenia



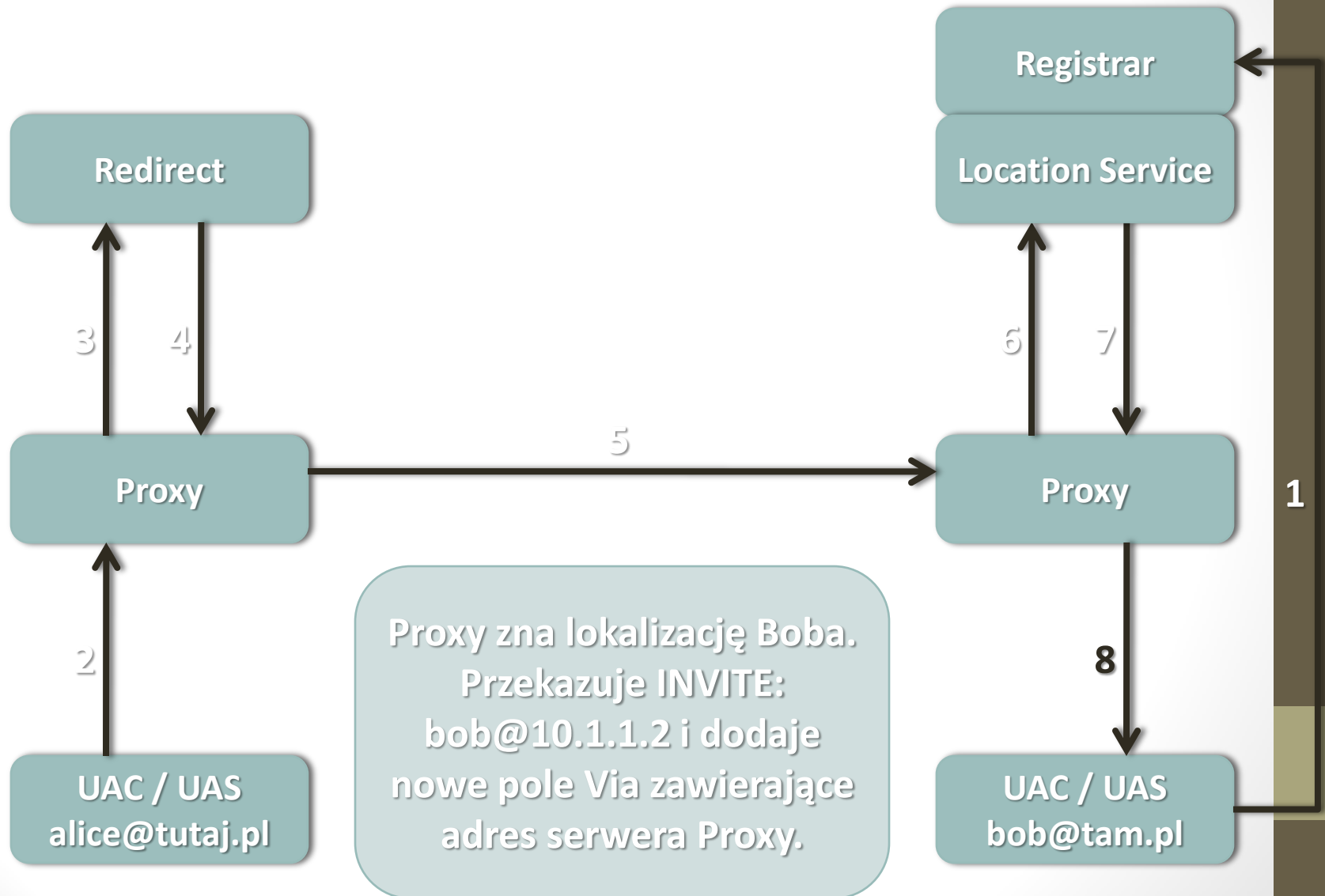
Scenariusz połączenia



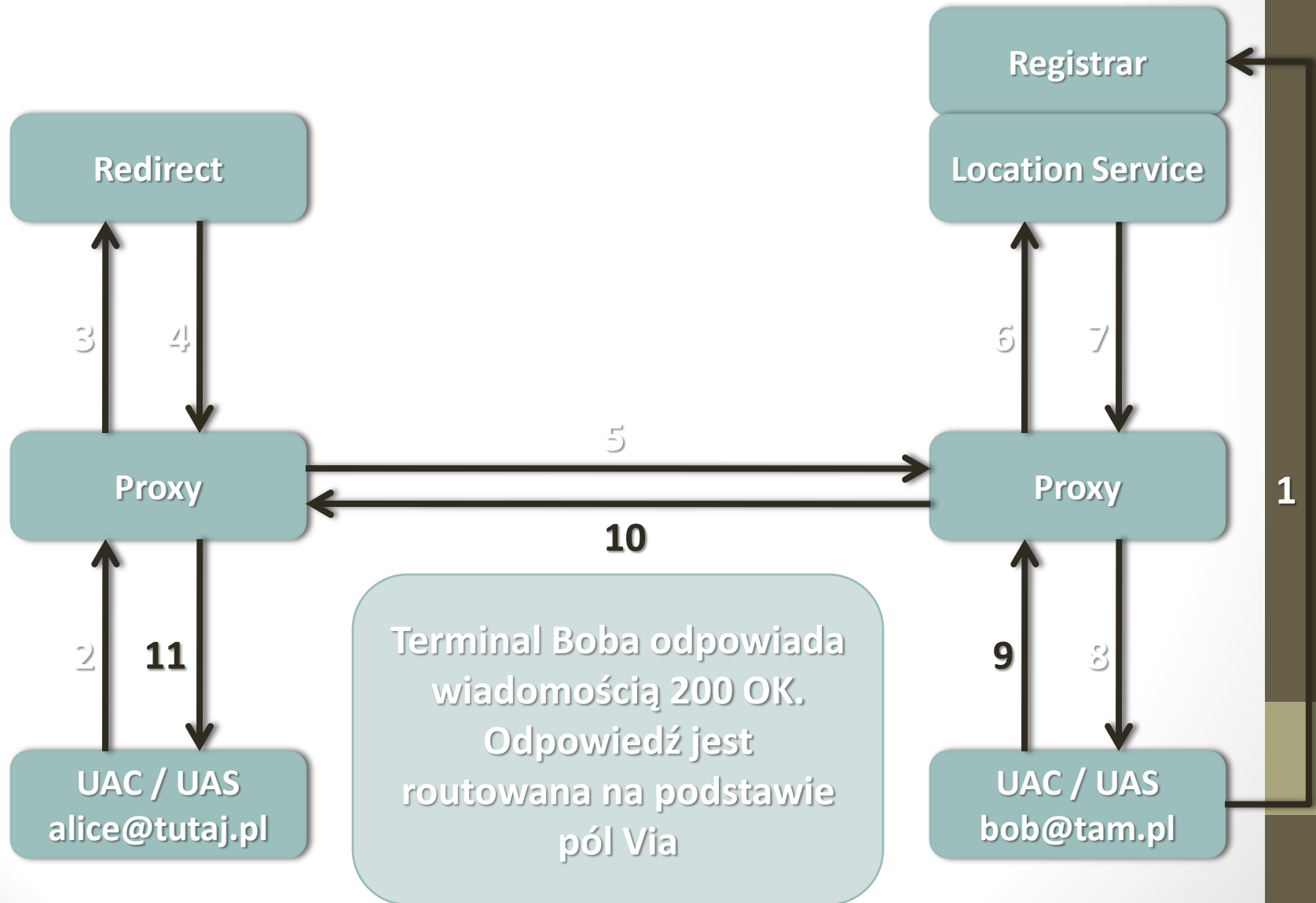
Scenariusz połączenia



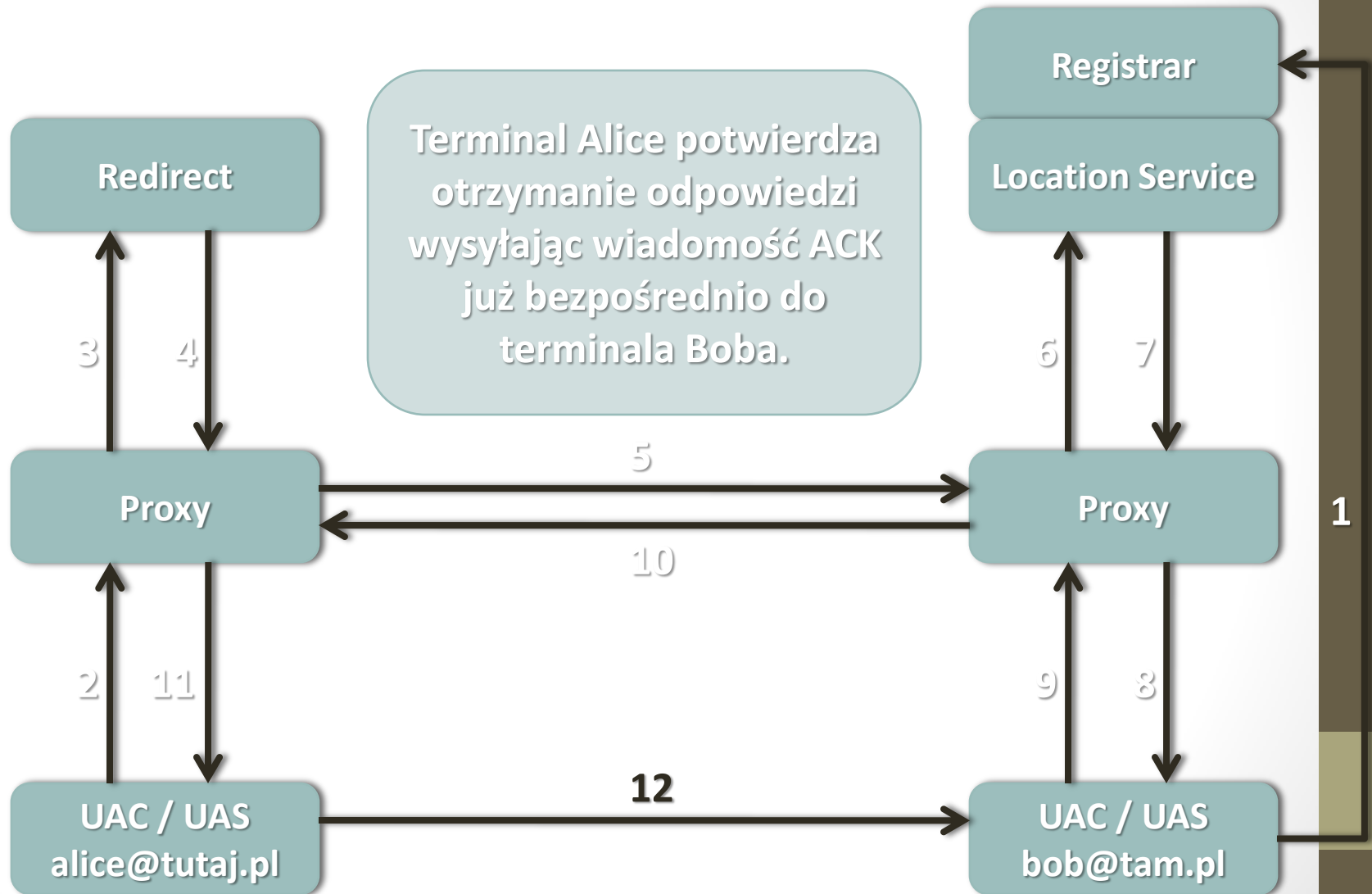
Scenariusz połączenia



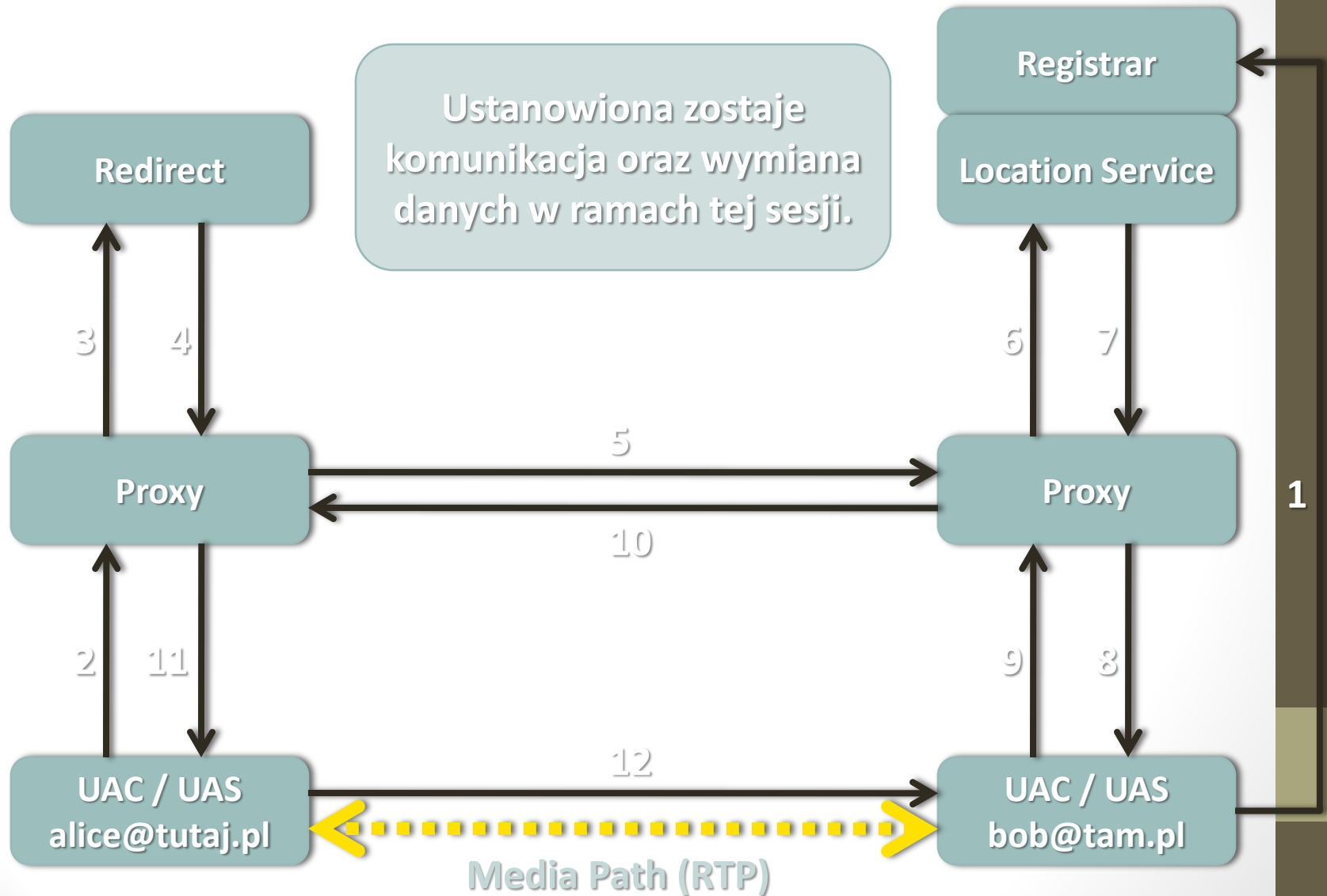
Scenariusz połączenia



Scenariusz połączenia



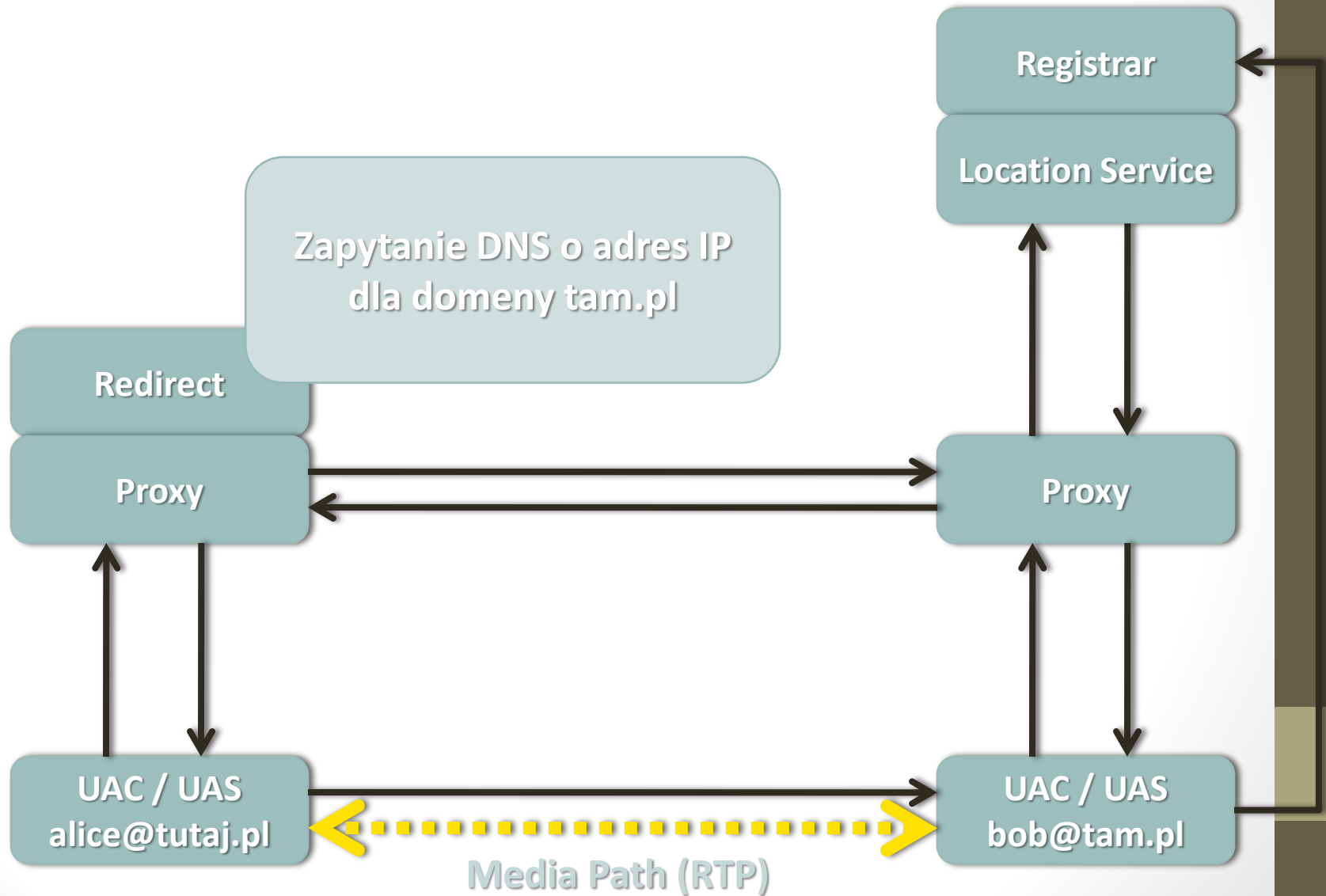
Scenariusz połączenia



Trochę inaczej

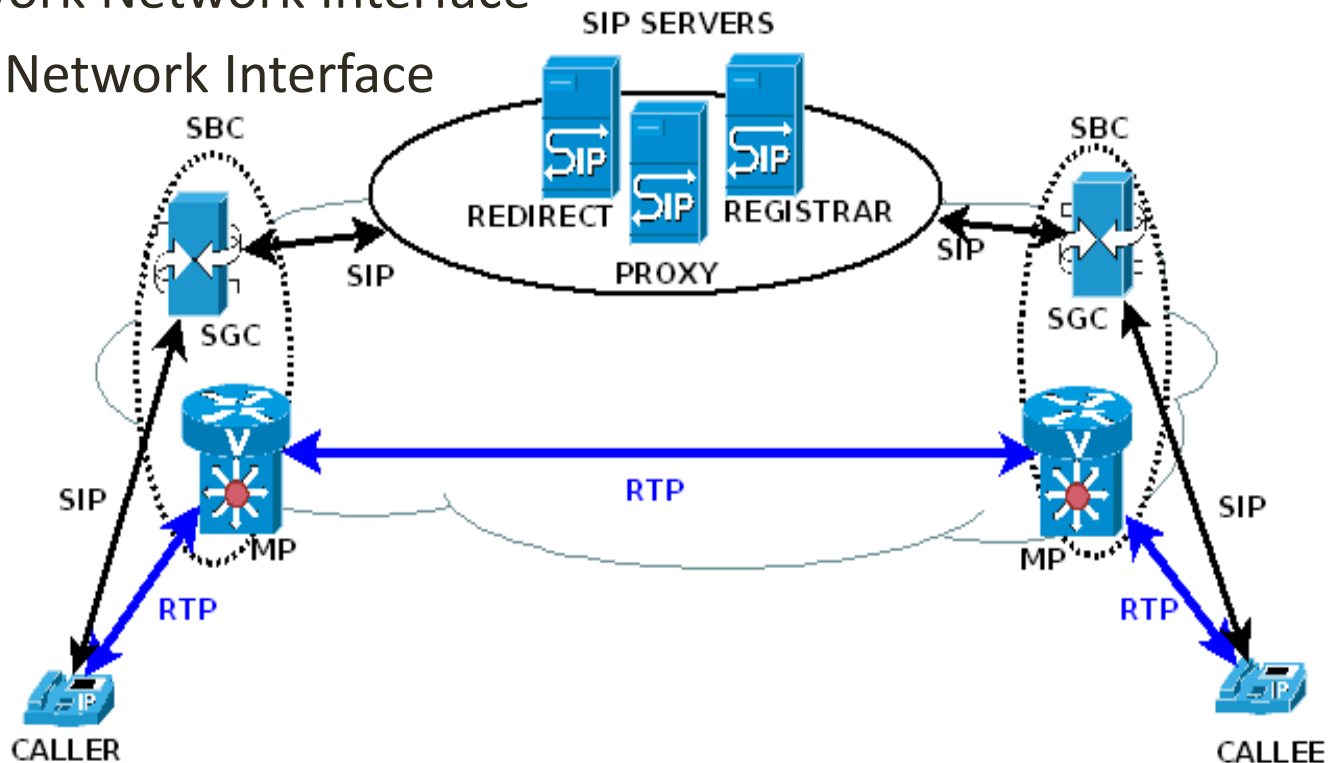
SCENARIUSZE UŻYCIA

Scenariusz połączenia

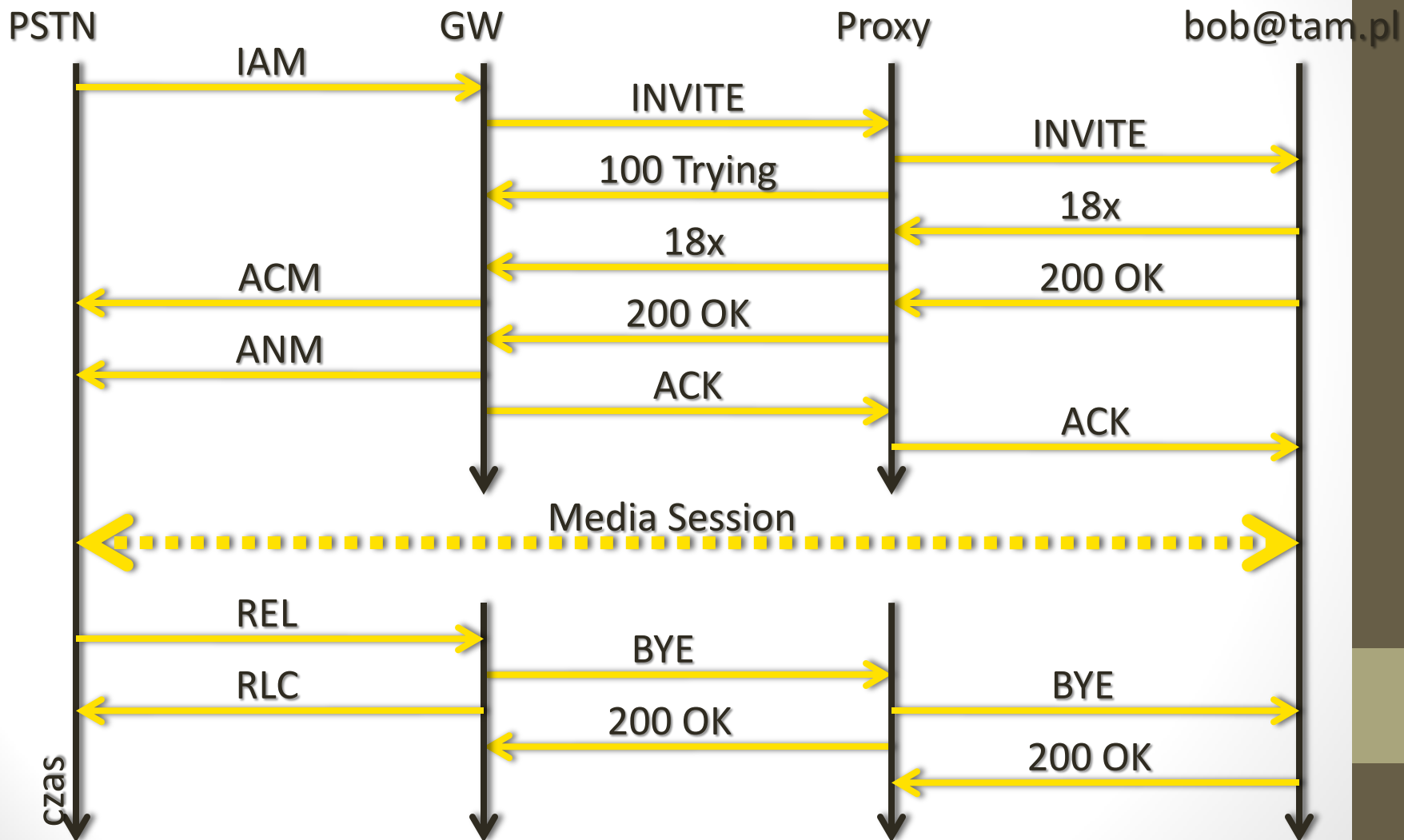


Session Border Controller

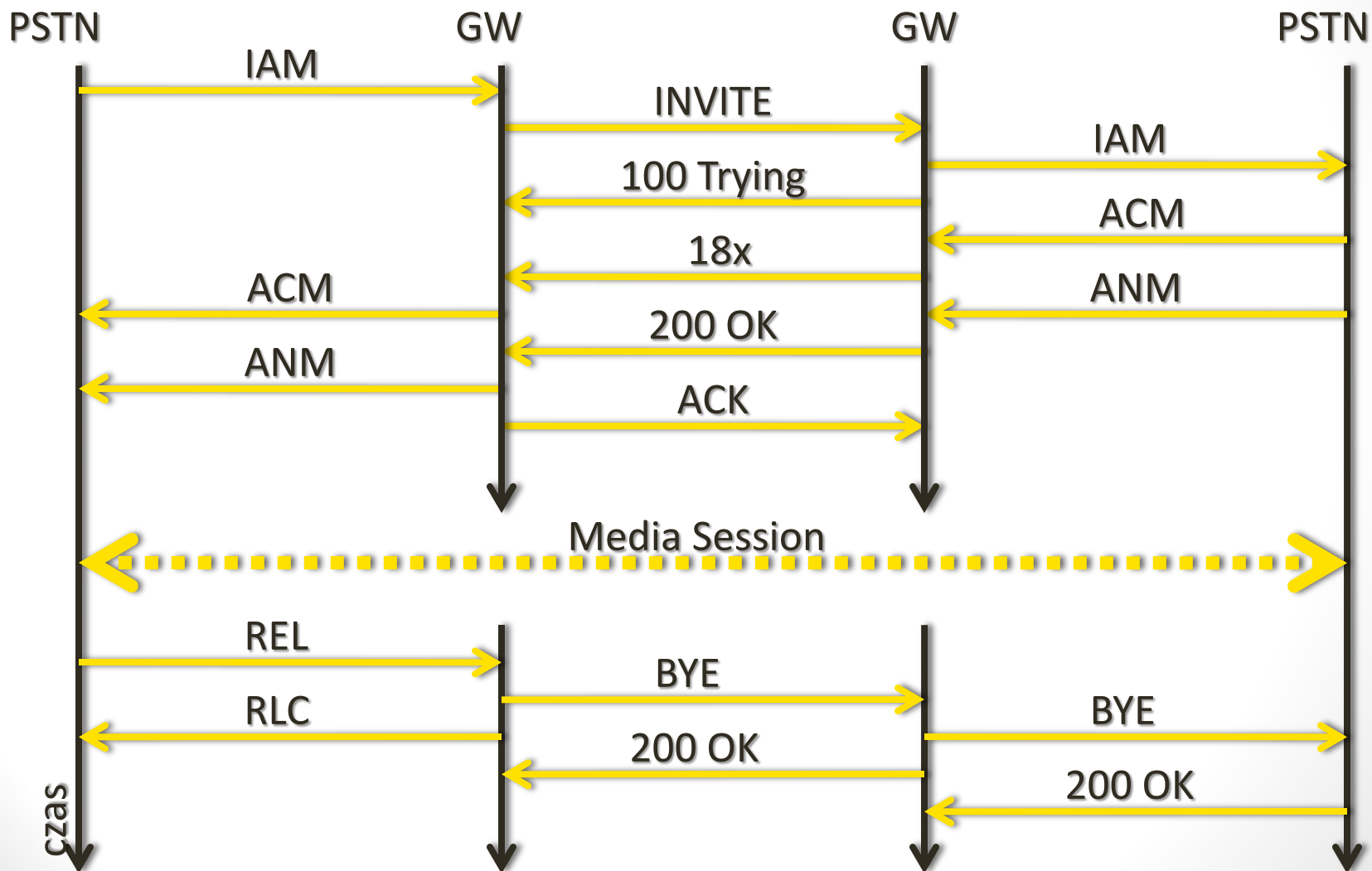
- W praktyce SGC oraz MP mogą być oddzielnymi rozproszonymi systemami.
- Network Network Interface
- User Network Interface



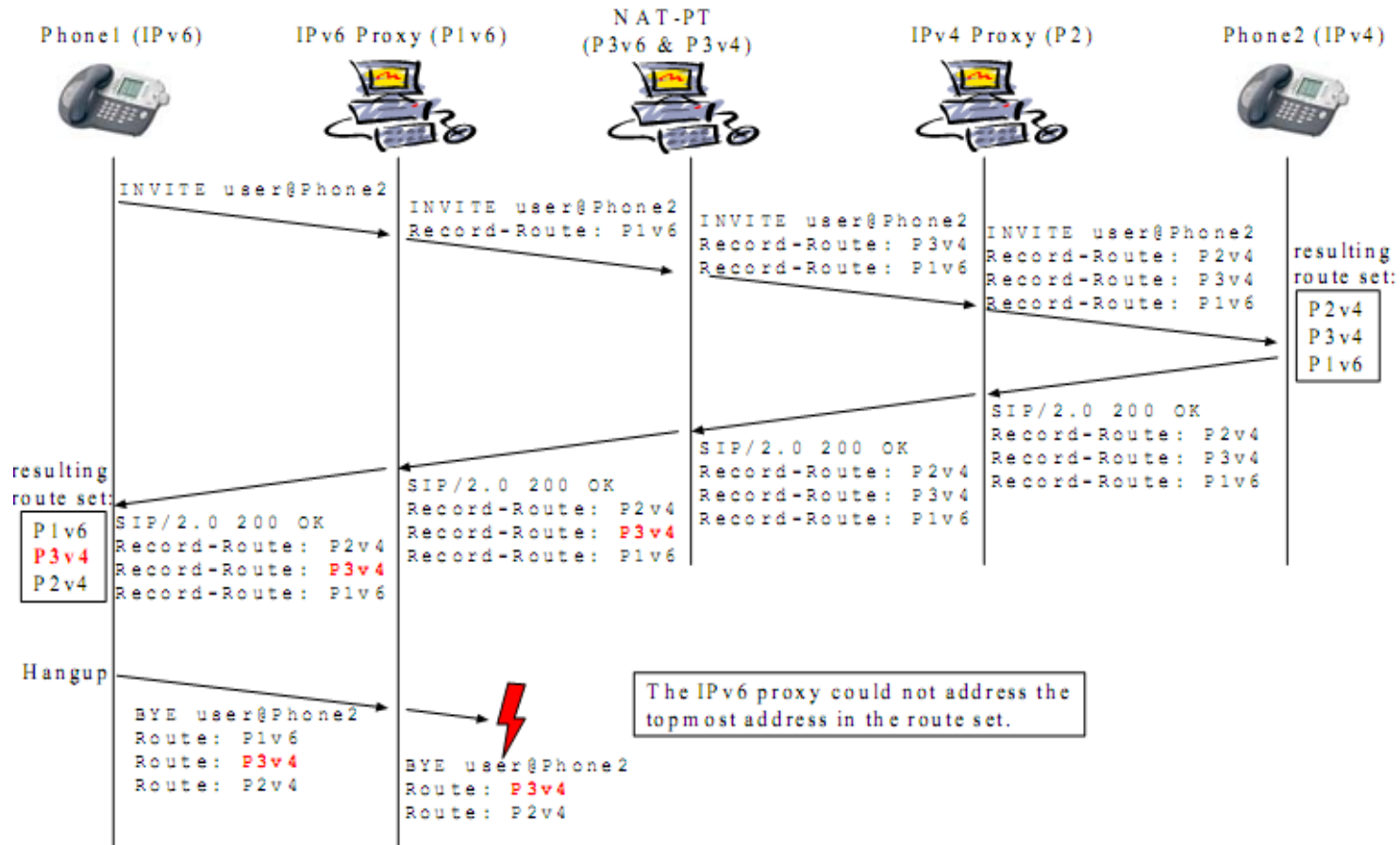
Przepływ wiadomości PSTN – IP



Przepływ wiadomości PSTN – IP – PSTN

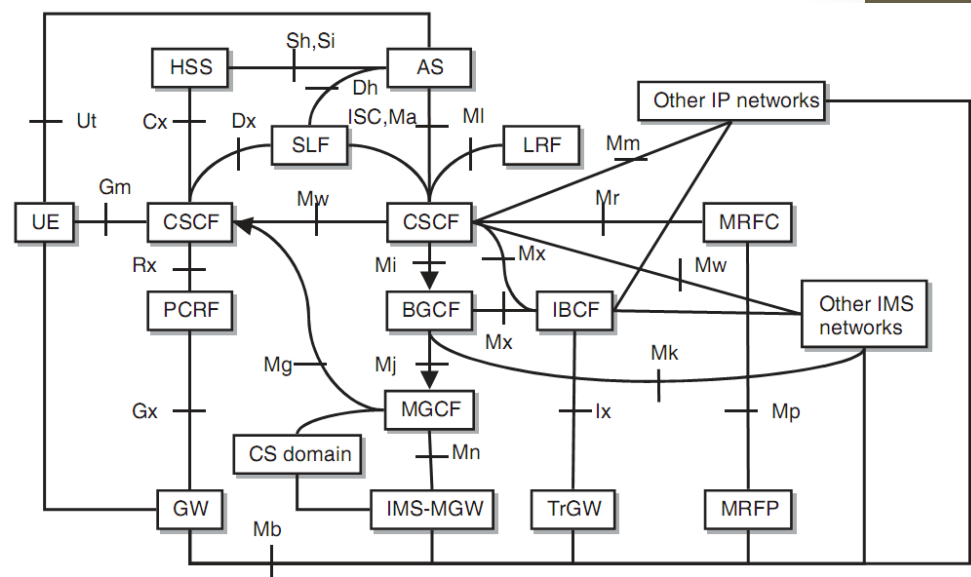
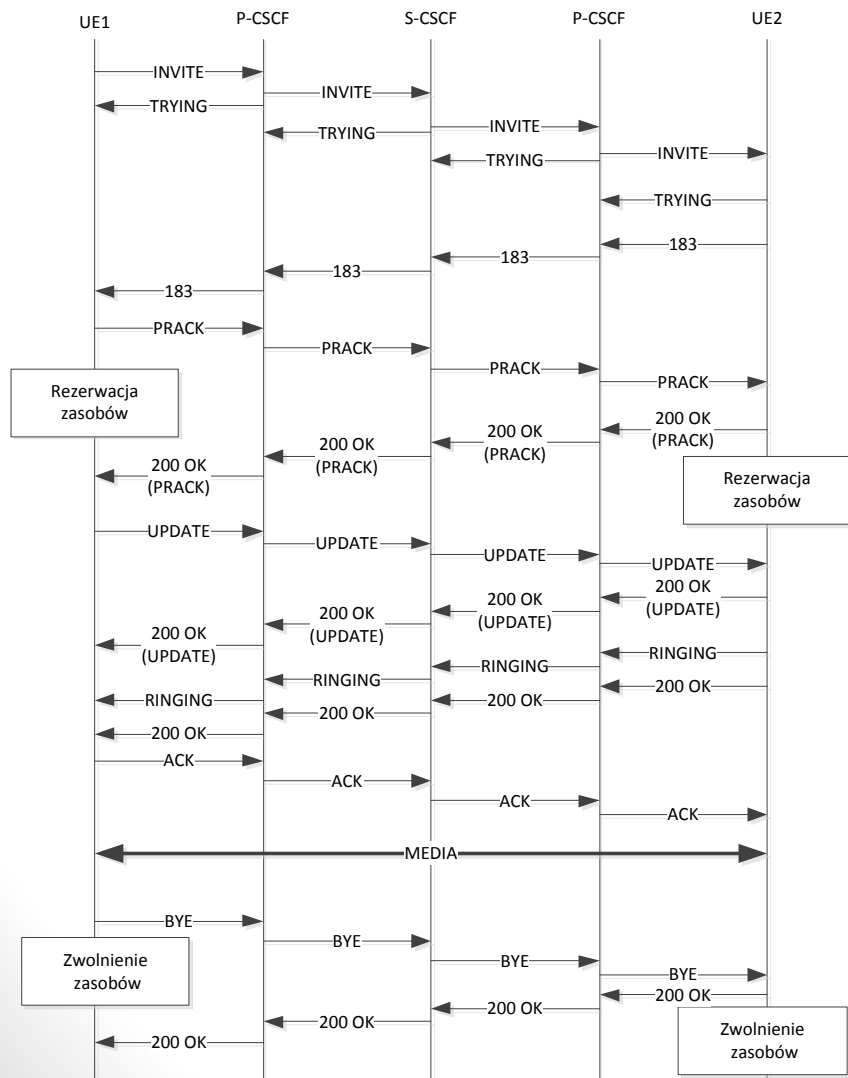


SIP w sieci IPv4 i IPv6



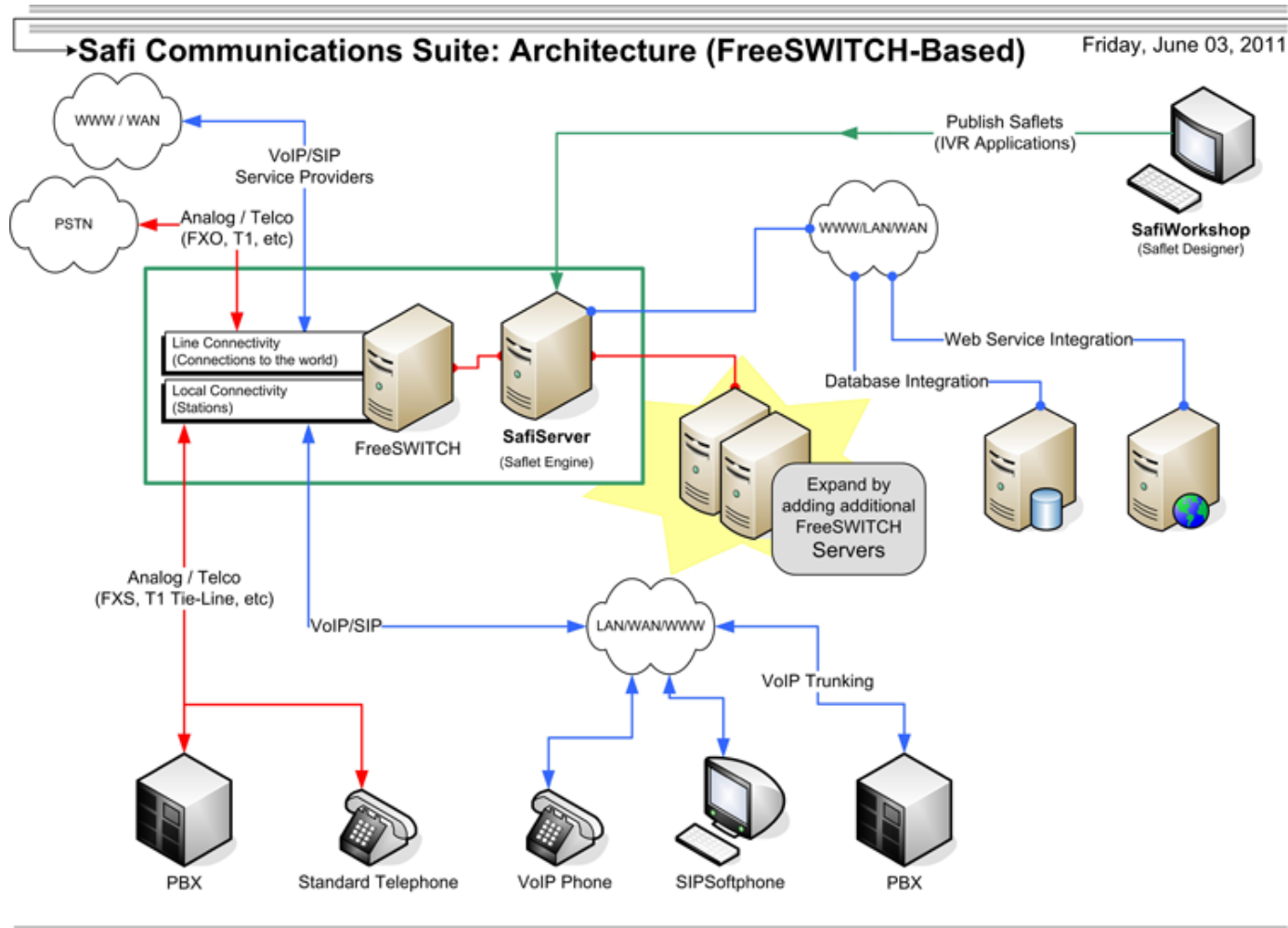
IP Multimedia Subsystem

Rozwiązanie operatorskie



IP PBX

Rozwiązanie korporacyjne



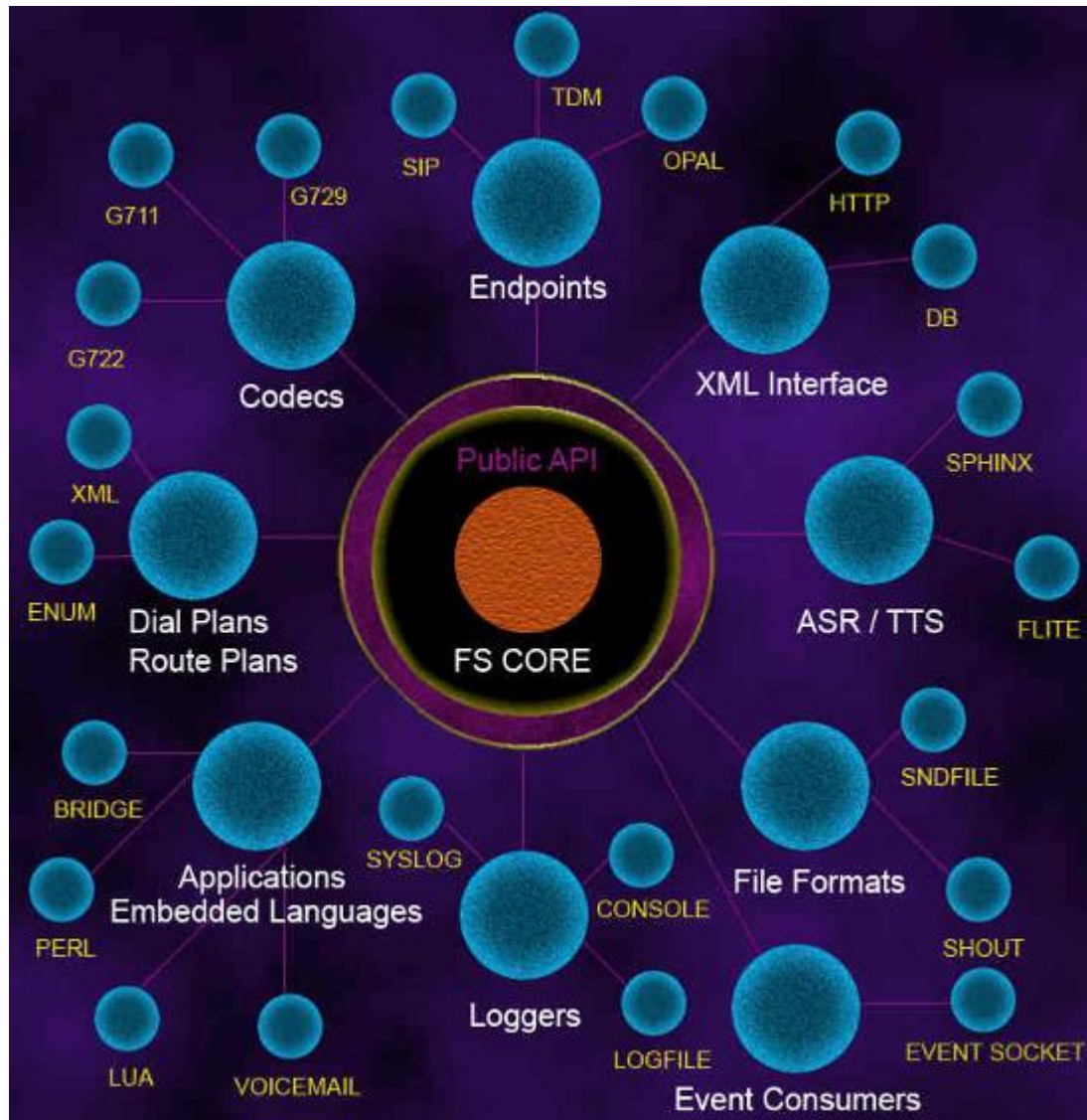
IMPLEMENTACJE

Implementacje

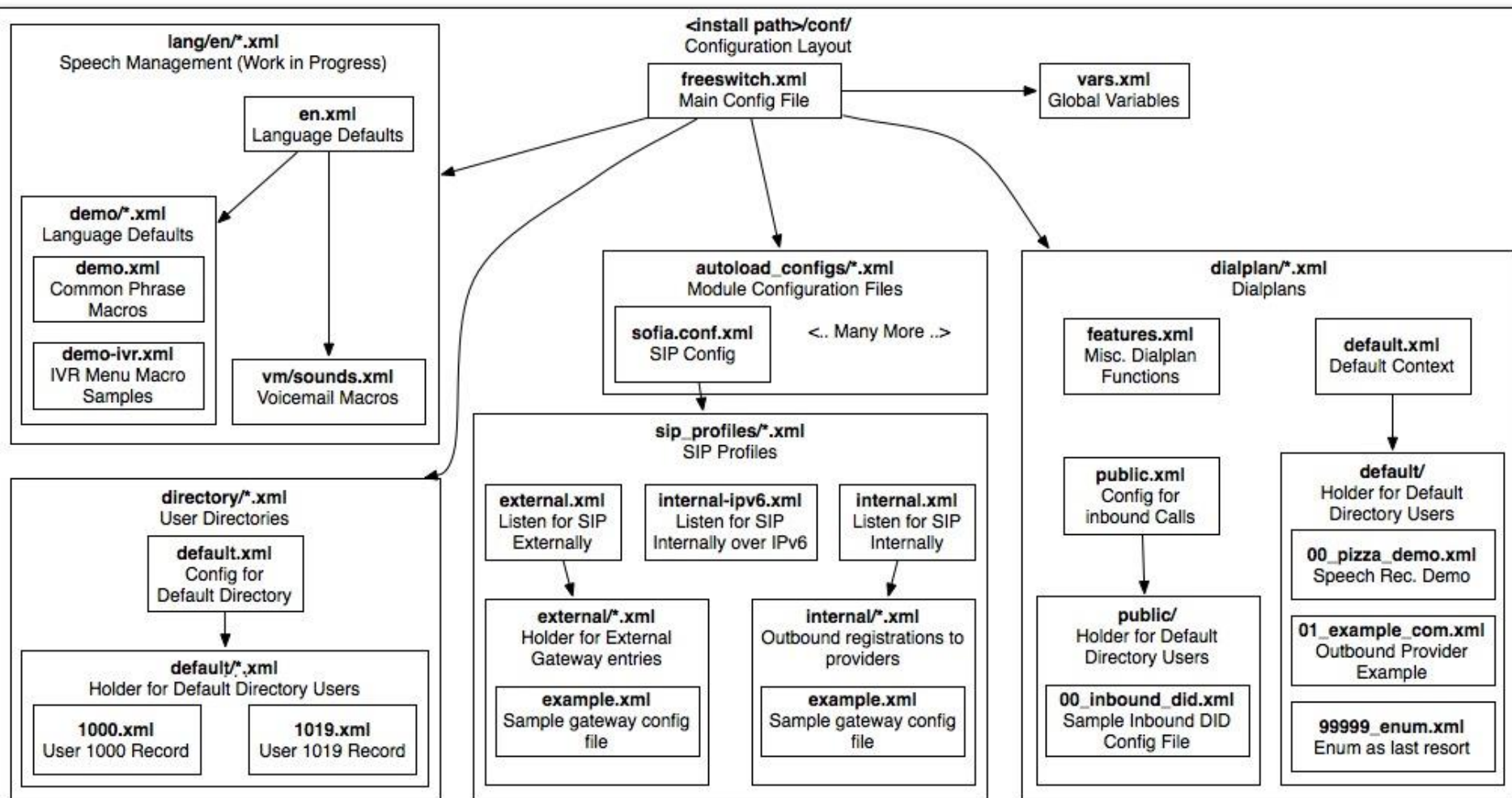
- **Asterisk** – licencja GPL
- **Yate** – licencja GPL z wyłączeniem odwołań do OpenH323 i Pwlib
- **FreeSWITCH** – licencja MPL
- **Kamailio/OpenSIPS** – licencja GPL/GPL



FreeSWITCH - Architektura



FreeSWITCH – konfiguracja



FreeSWITCH – Konfiguracija

- Pliki XML

```
<include>
  <user id="1000">
    <params>
      <param name="password" value="${default_password}"/>
      <param name="vm-password" value="1000"/>
    </params>
    <variables>
      <variable name="toll_allow,, value="domestic,international,local"/>
      <variable name="accountcode" value="1000"/>
      <variable name="user_context" value="default"/>
      <variable name="effective_caller_id_name" value="Extension 1000"/>
      <variable name="effective_caller_id_number" value="1000"/>
      <variable name="outbound_caller_id_name,,
        value="${outbound_caller_name}"/>
      <variable name="outbound_caller_id_number,,
        value="${outbound_caller_id}"/>
      <variable name="callgroup" value="techsupport"/>
    </variables>
  </user>
</include>
```

FreeSWITCH – Konfiguracja

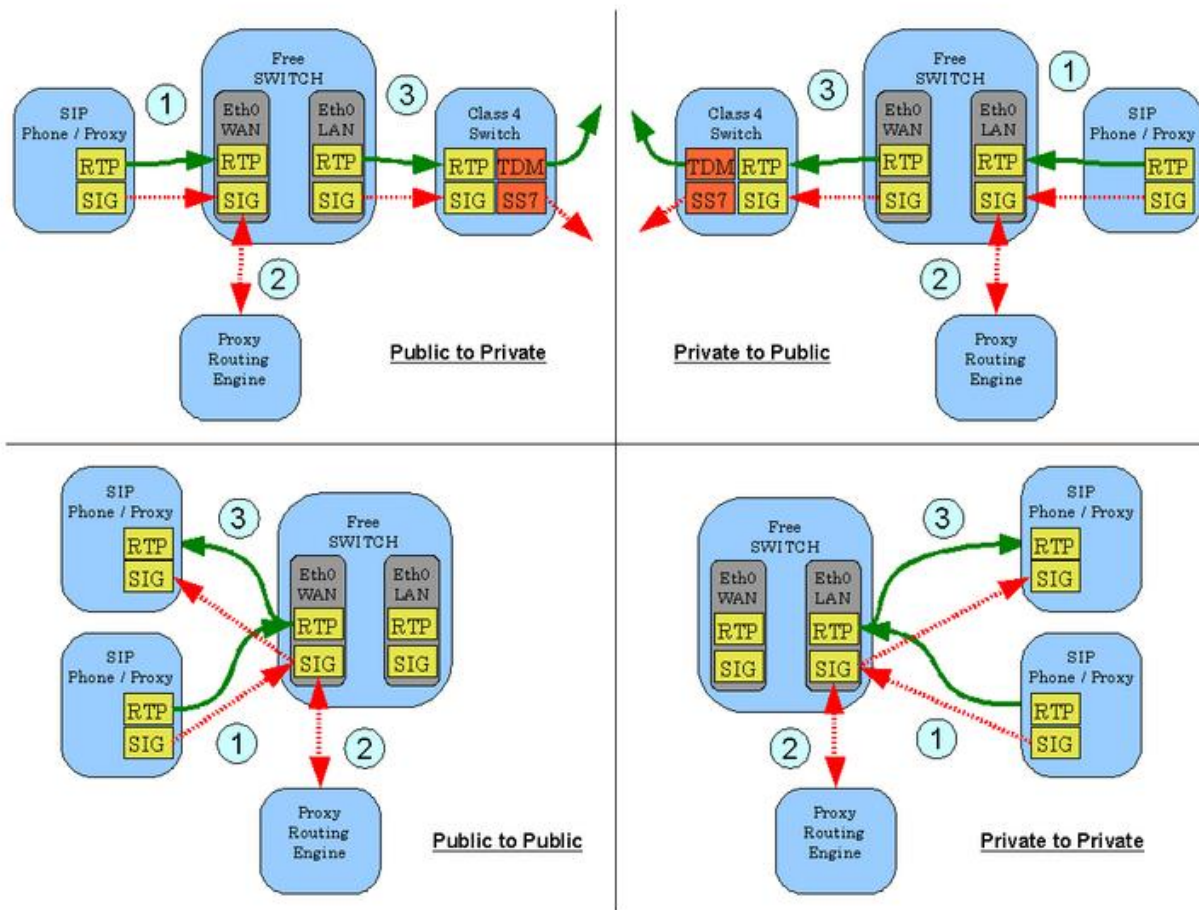
Zmienna	Opis
toll_allow	Specifies which types of calls this user can make
accountcode	Arbitrary value that shows up in CDR data
user_context	The Dialplan context that is used when this person makes a phone call
effective_caller_id_name	Caller ID name displayed on called party's phone when calling another registered user
effective_caller_id_number	Caller ID number displayed on called party's phone when calling another registered user
outbound_caller_id_name	Caller ID name sent to provider on outbound calls
outbound_caller_id_number	Caller ID number sent to provider on outbound calls
callgroup	Arbitrary value that can be used in Dialplan or CDR

Więcej na: http://wiki.freeswitch.org/wiki/Getting_Started_Guide#Dialplan

Warto zajrzeć przed laboratorium

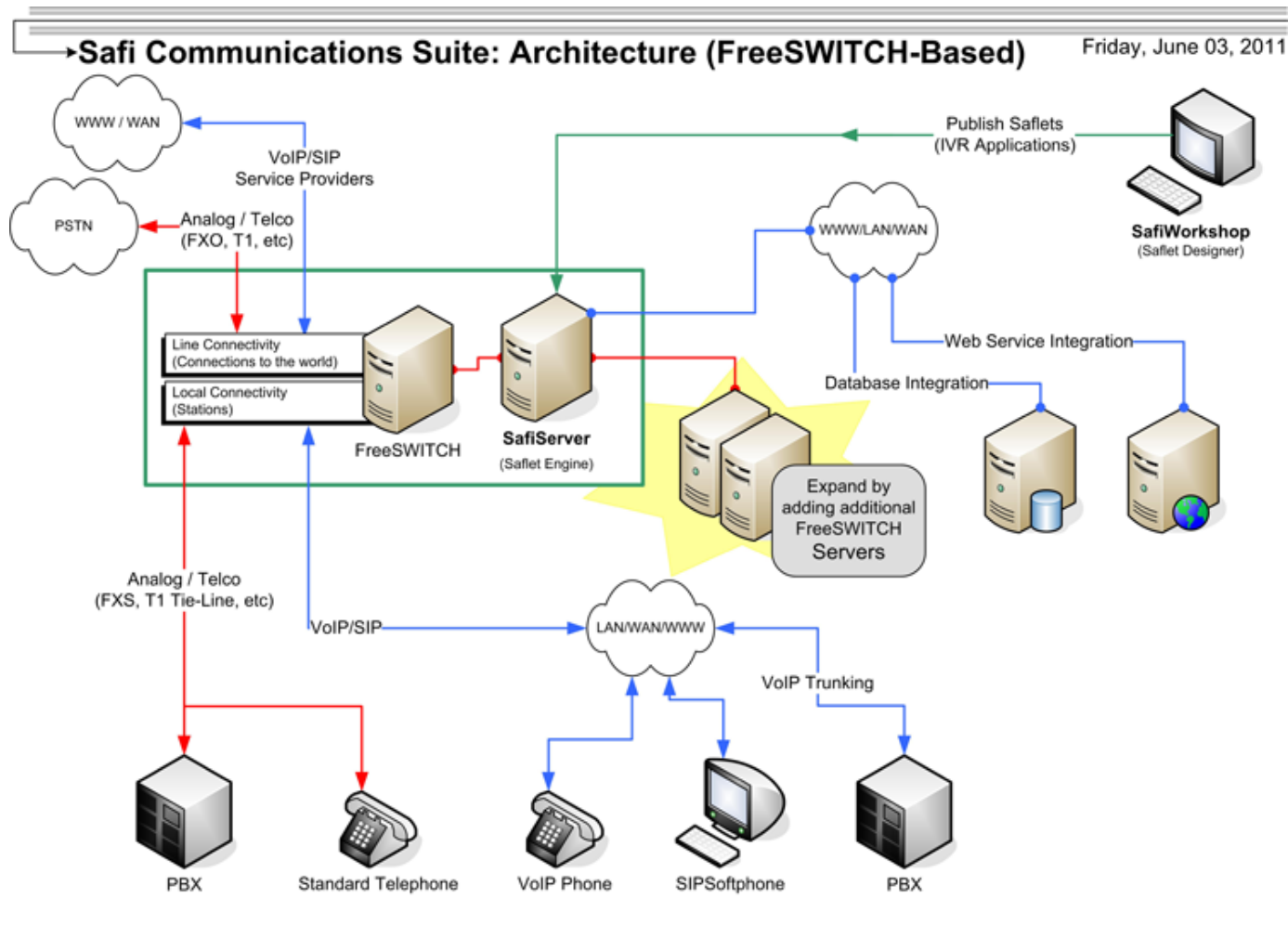
FreeSWITCH

Zastosowanie SBC



FreeSWITCH

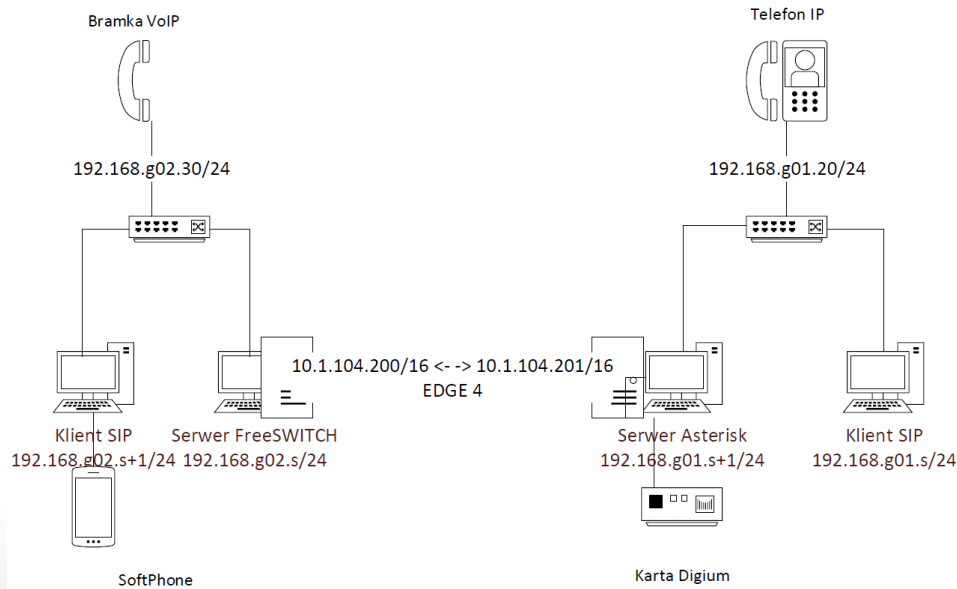
Integracja systemów



Laboratorium



- Freeswitch
- Asterisk
 - Karta TDM
- Bramki VoIP
- Telefony VoIP



PYTANIA, UWAGI, SUGESTIE

Dziękuję za uwagę

BYE sip:audience@wyklad.ask SIP/2.0

Via: SIP/2.0/UDP kti.eti.pg.gda.pl:5060;branch=z9hG4bK721e.1

;received=192.0.2.100 Via: SIP/2.0/TCP

pg.gda.pl:5060;branch=z9hG4bKfgaw2 Max-Forwards: 70

From: Michal Hoeft

<sip:michal.hoeft@kti.eti.pg.gda.pl>;tag=314159

To: Sluchacze <sip:audience@wyklad.ask>;tag=9fxced76sl

Call-ID: 2xTb9vxSit55XU7p8@wyklad.ask

CSeq: 1 BYE

Content-Length: 0