

# Voice over IP

# 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

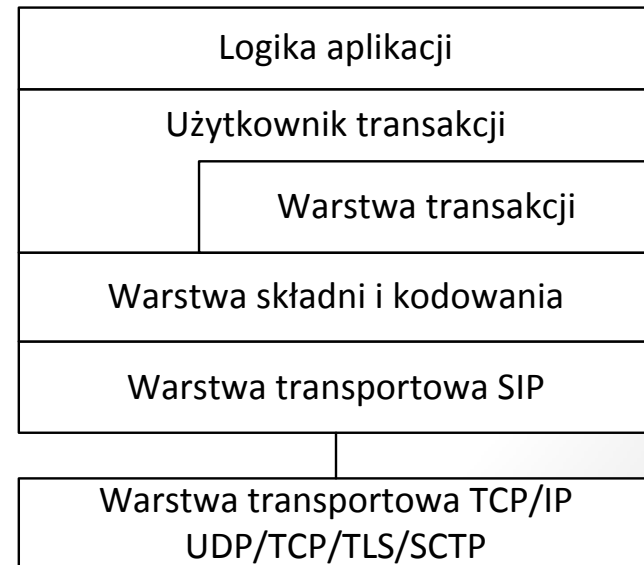
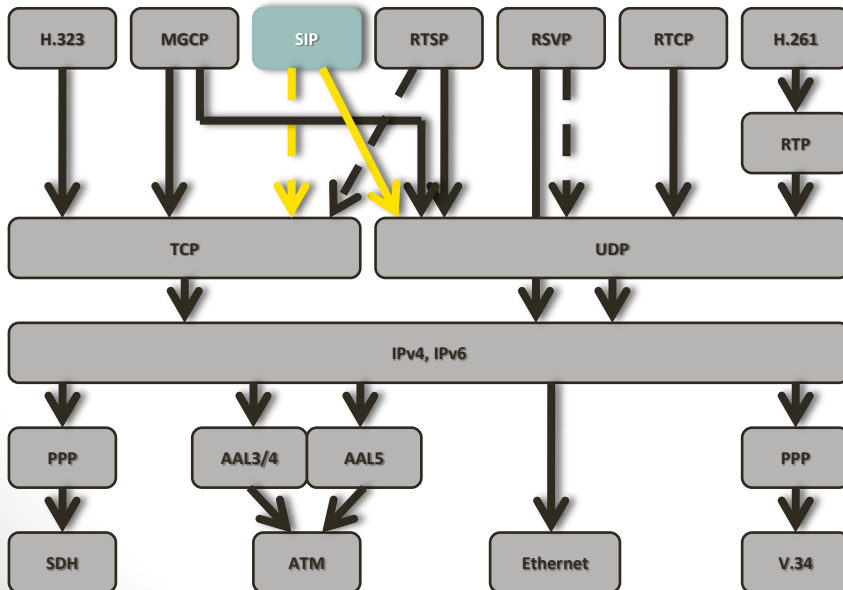
# Session Initiation Protocol

- 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 przesyłania 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

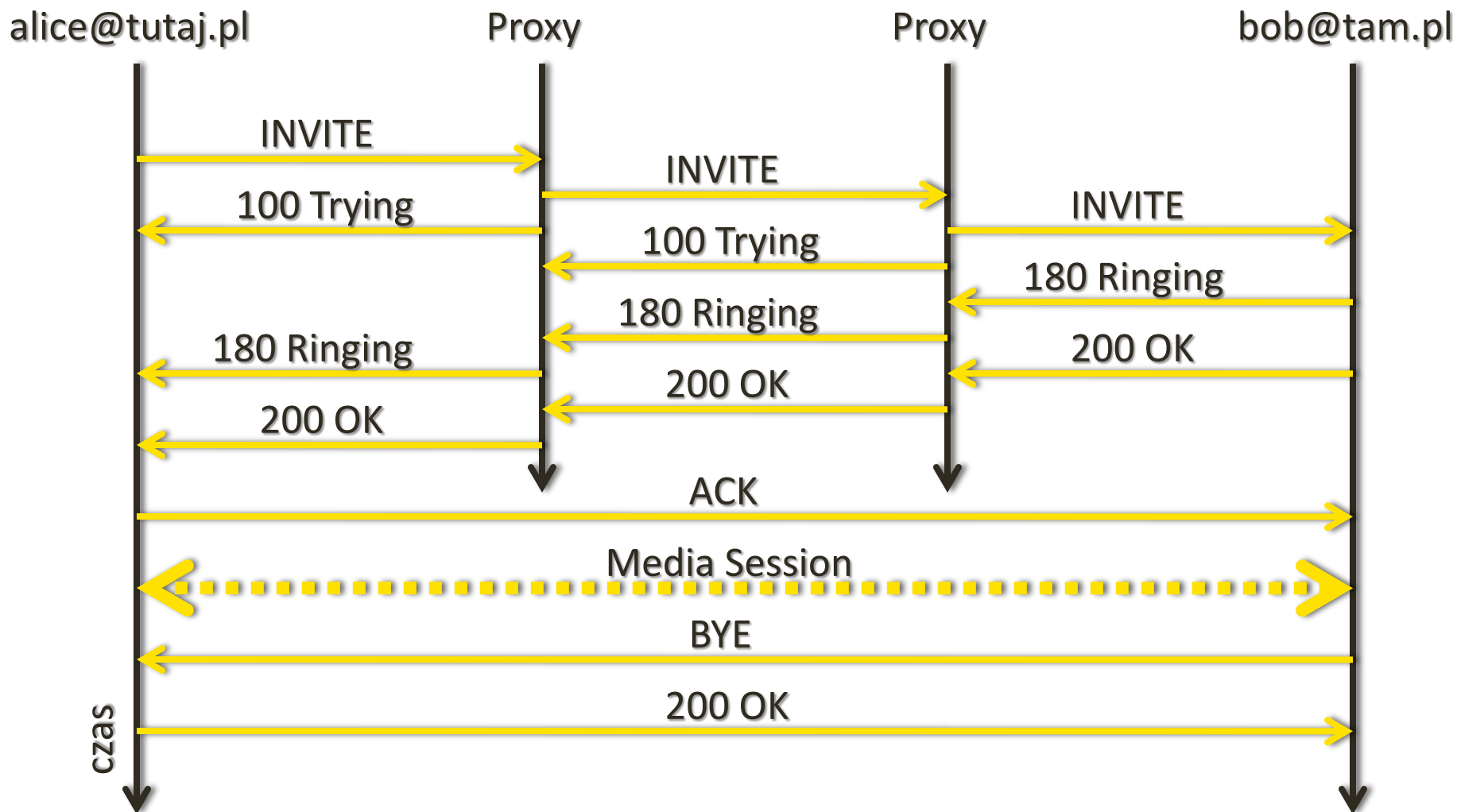
- SBC składają się z dwóch logicznych elementów
  - Session Gateway Control (SGC) odpowiedzialnym za monitorowanie i manipulowanie wiadomościami sygnalizacyjnymi
  - Media Proxy (MP) pośredniczy w ścieżce przekazywania strumienia mediów (strumienia RTP), tak że użytkownicy nie wymieniają się pakietami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

Teoria

# SCENARIUSZE UŻYCIA

# Przepływ wiadomości

## Nawiązanie połączenia



# Scenariusz połączenia

Redirect

Proxy

UA  
alice@tutaj.pl

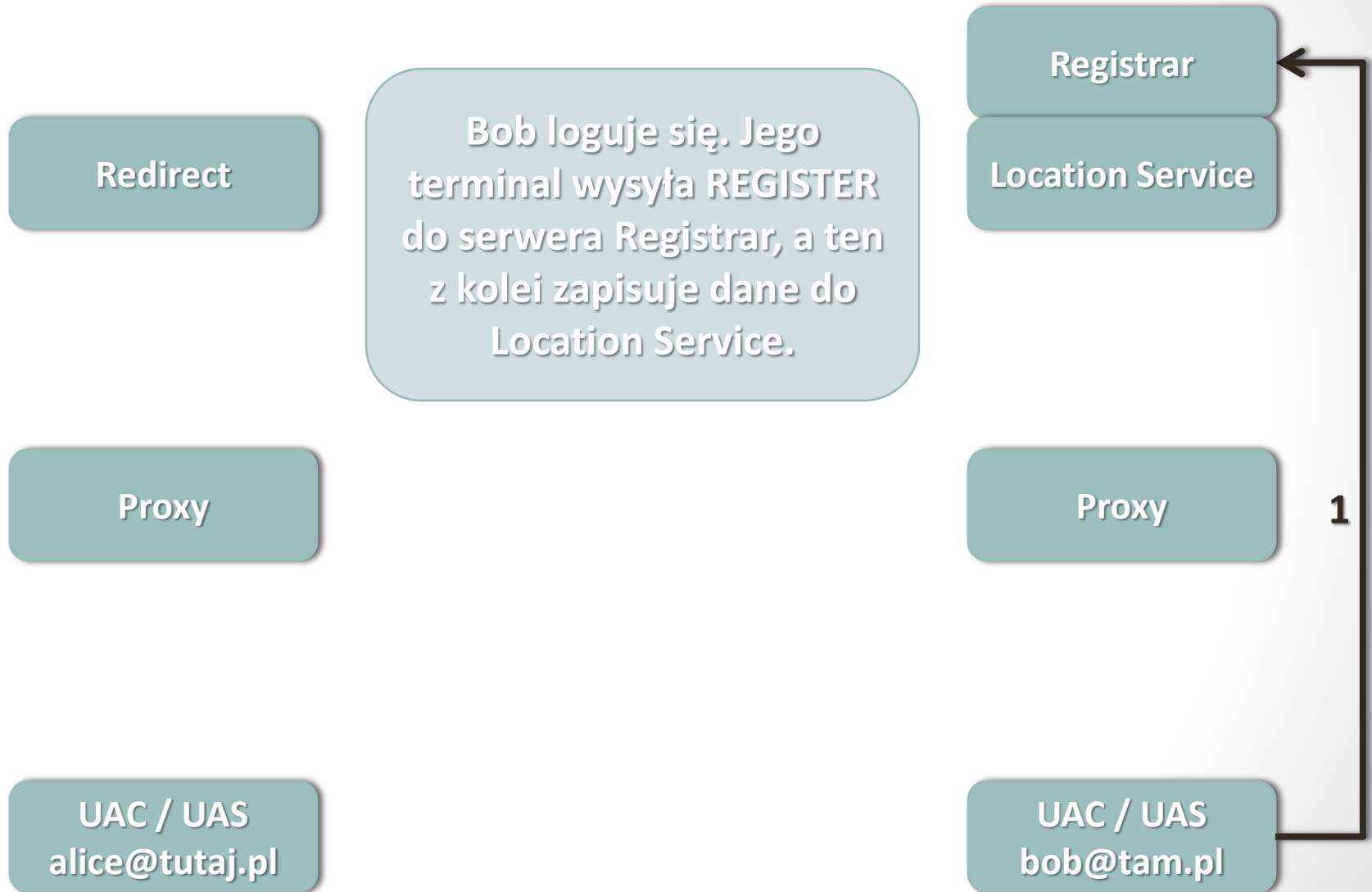
Registrar

Location Service

Proxy

UA  
bob@tam.pl

# Scenariusz połączenia

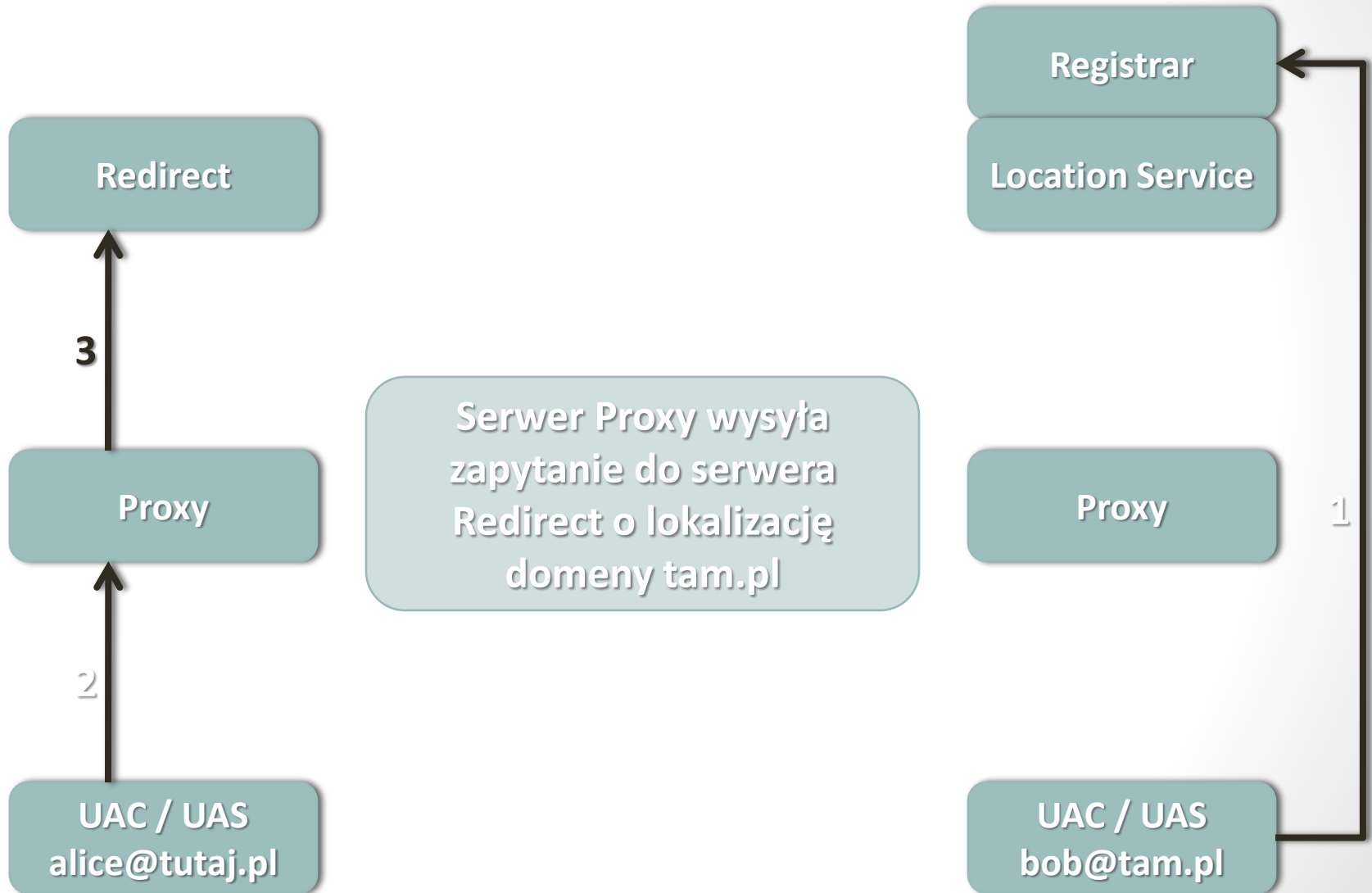




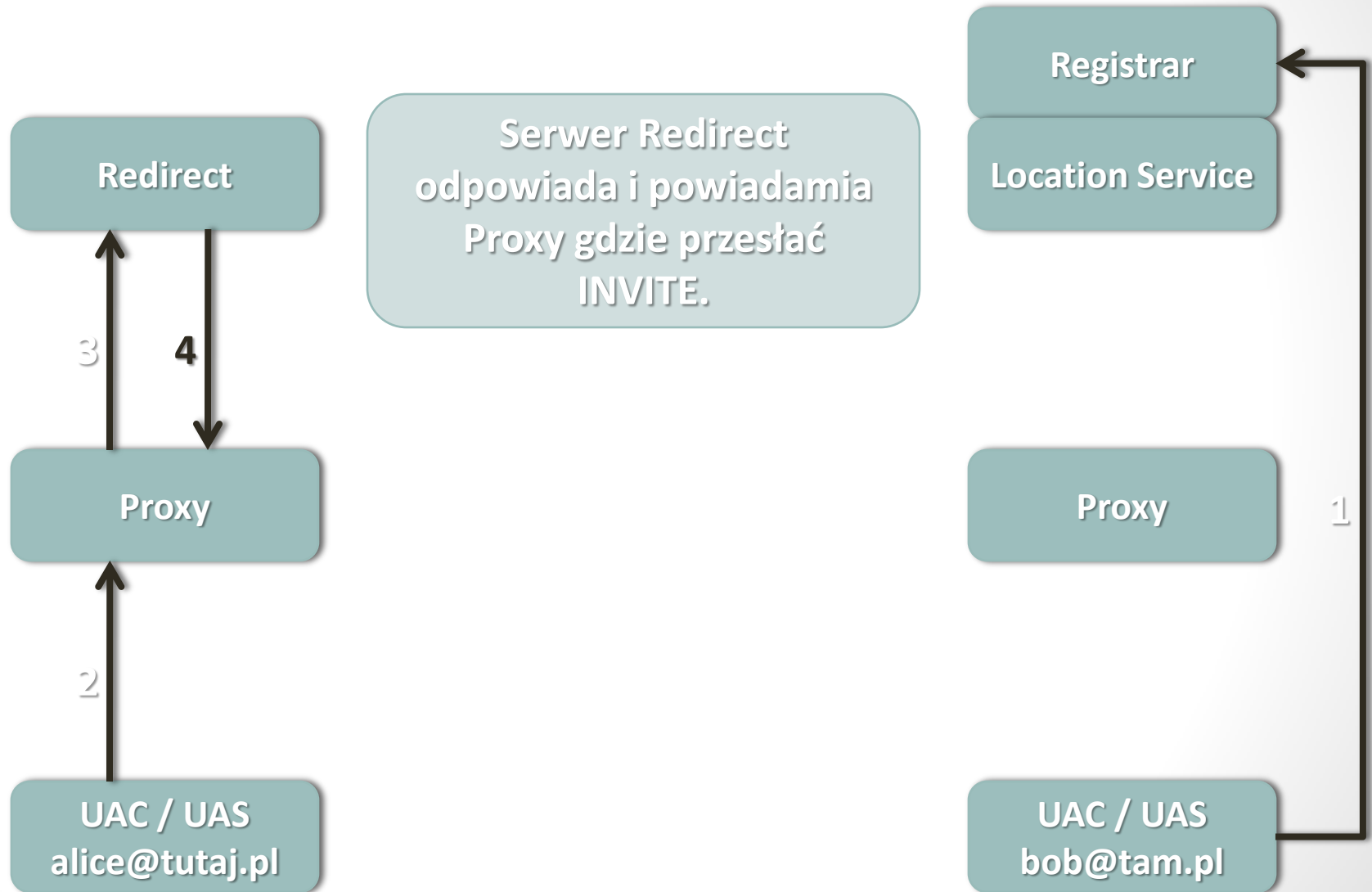
# Scenariusz połączenia



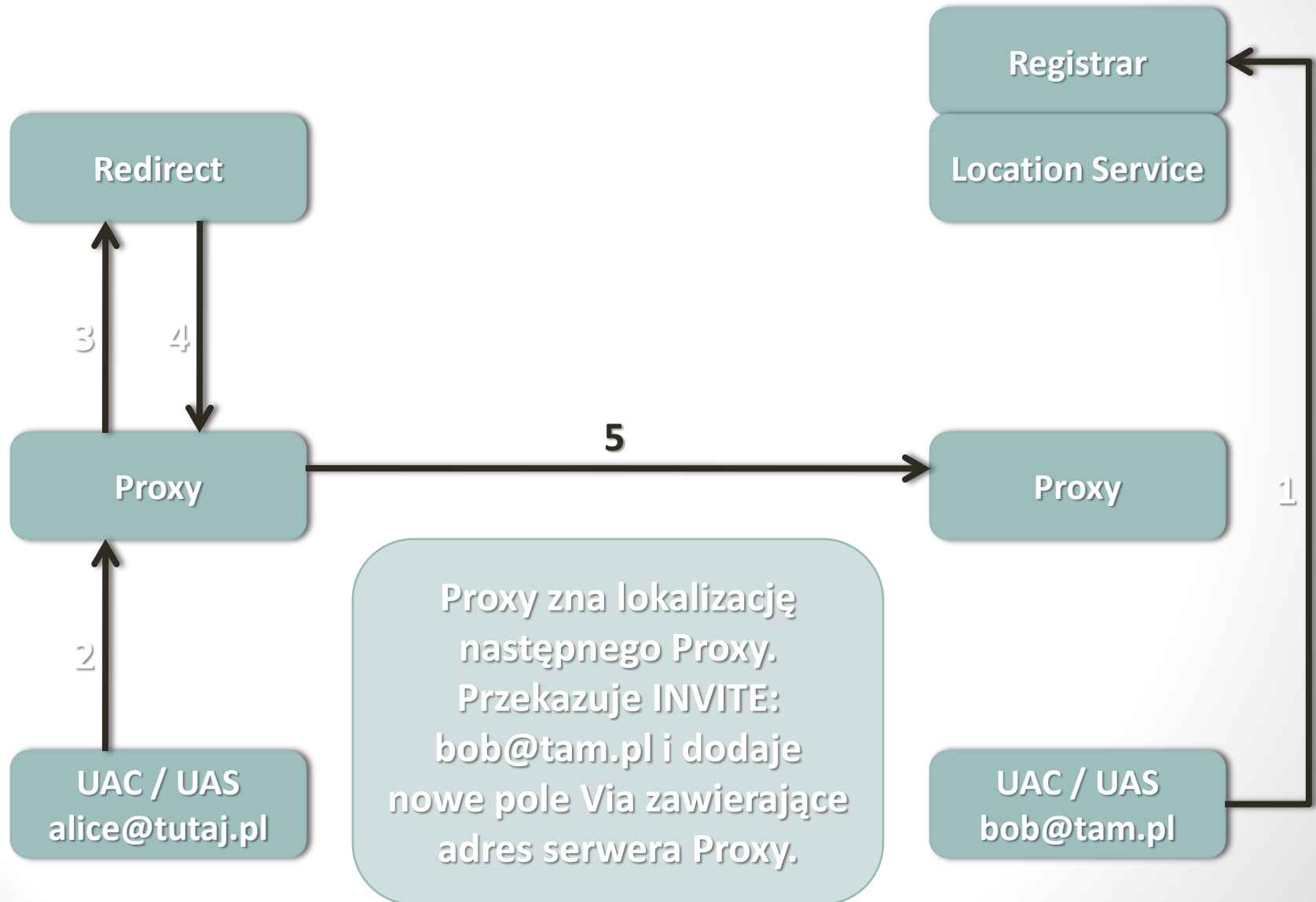
# Scenariusz połączenia



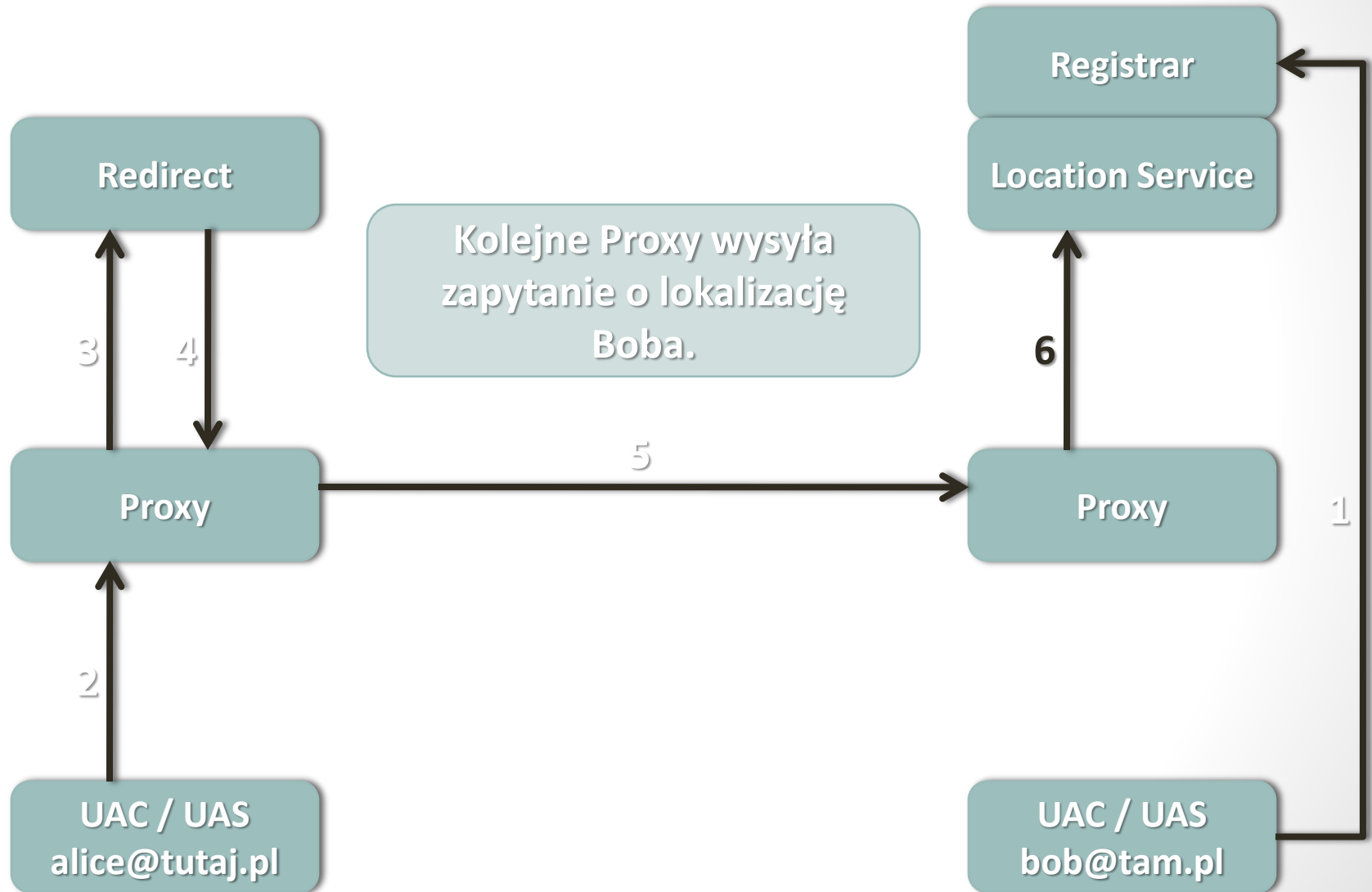
# Scenariusz połączenia



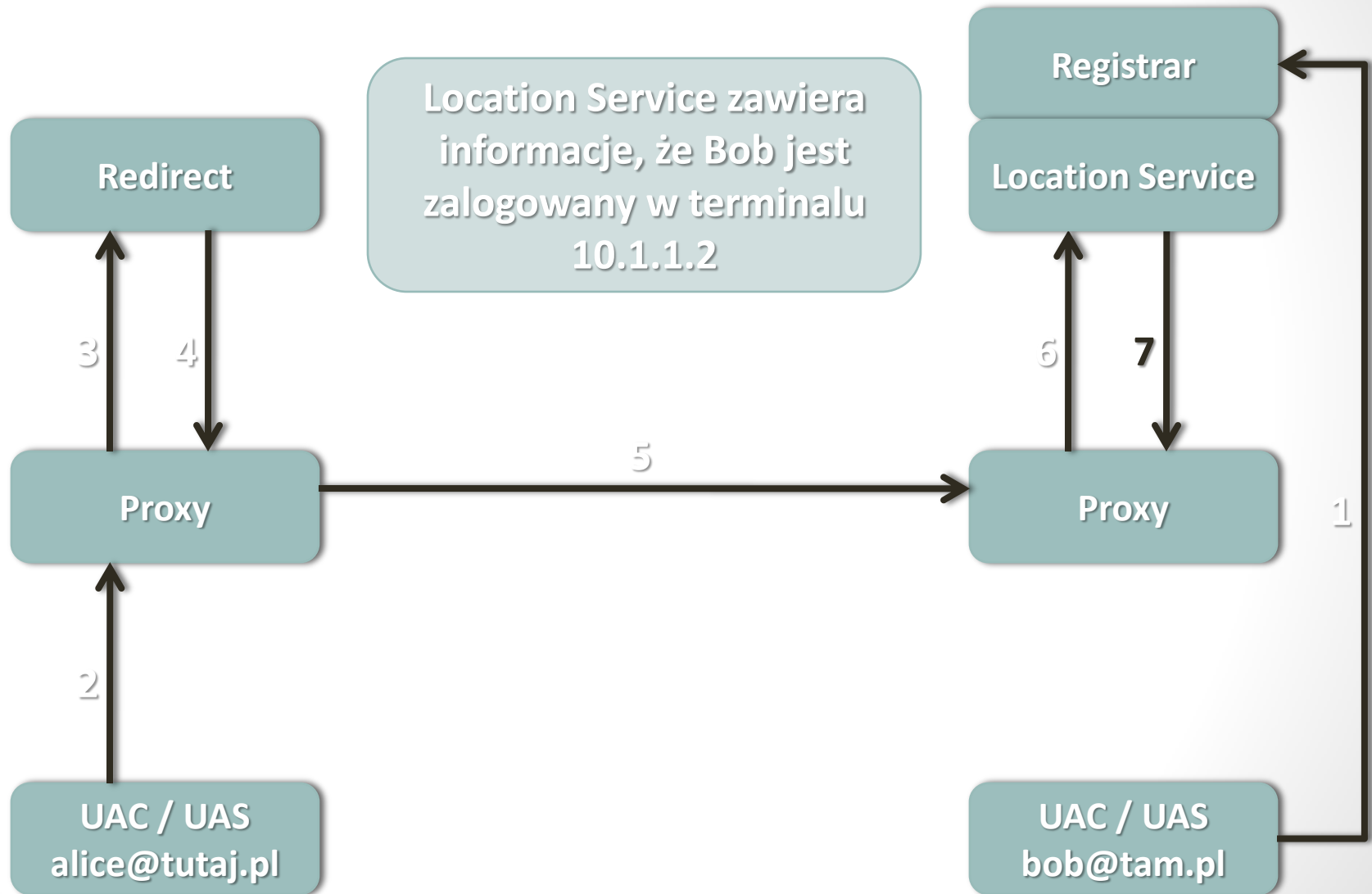
# Scenariusz połączenia



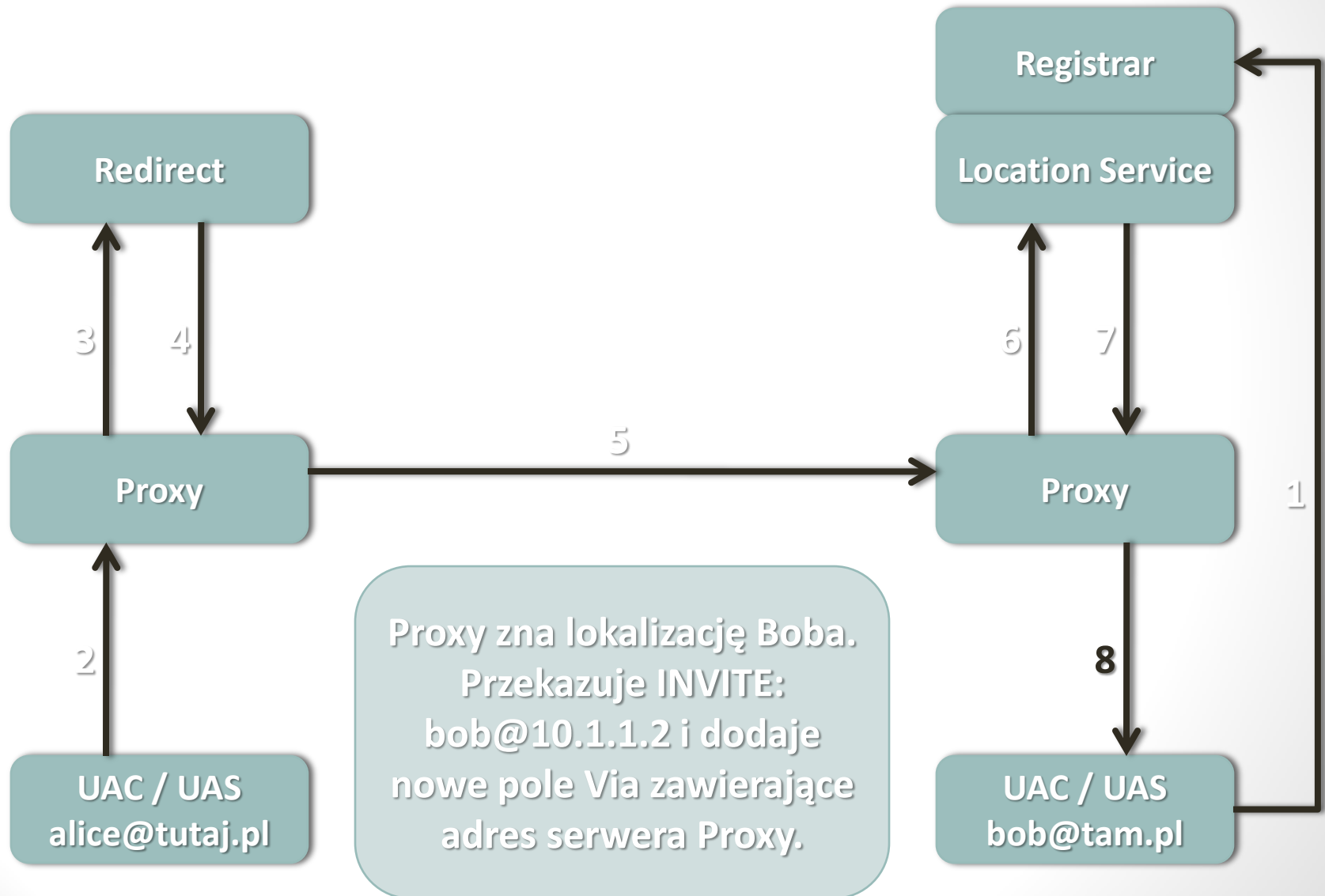
# Scenariusz połączenia



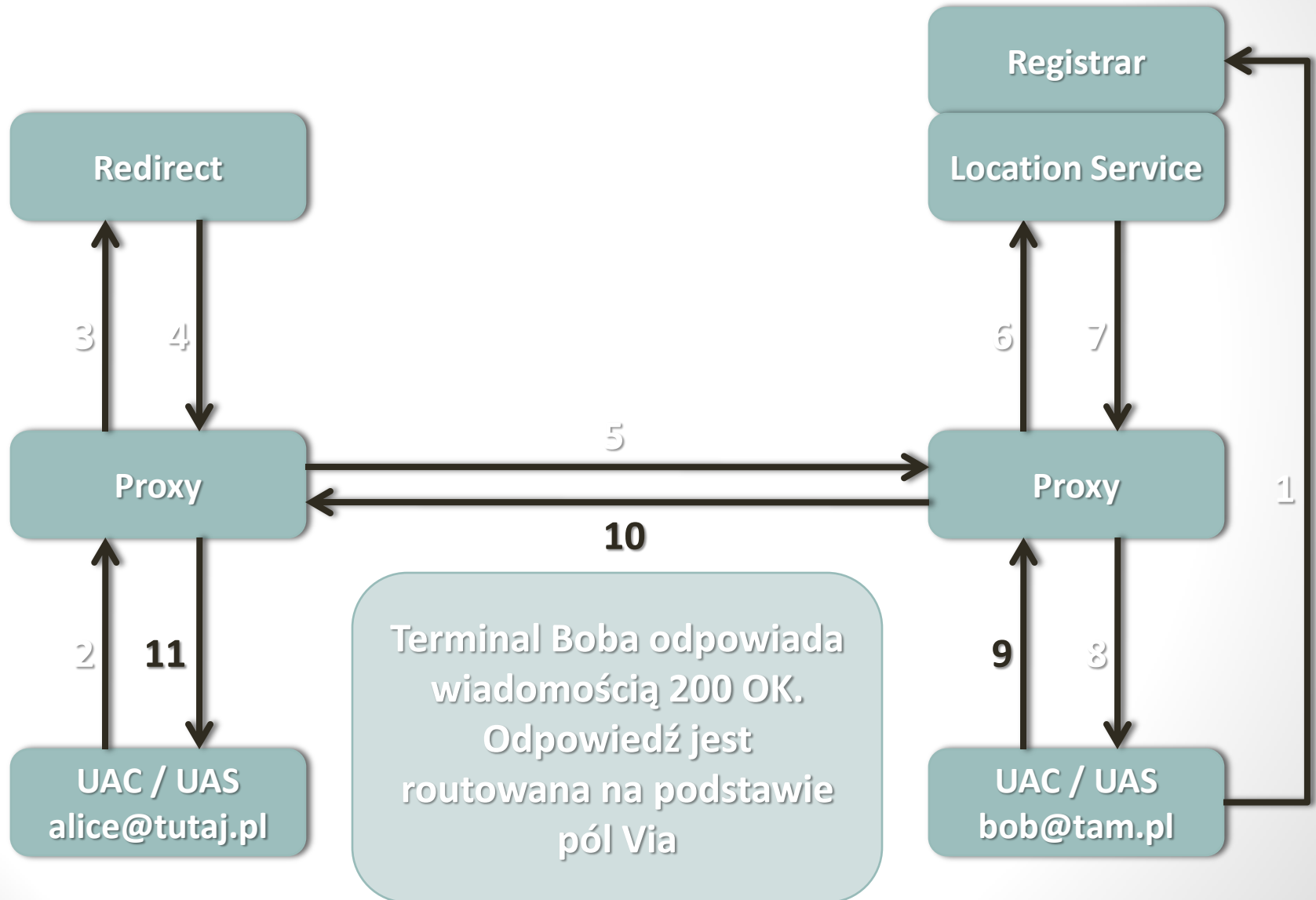
# Scenariusz połączenia



# Scenariusz połączenia

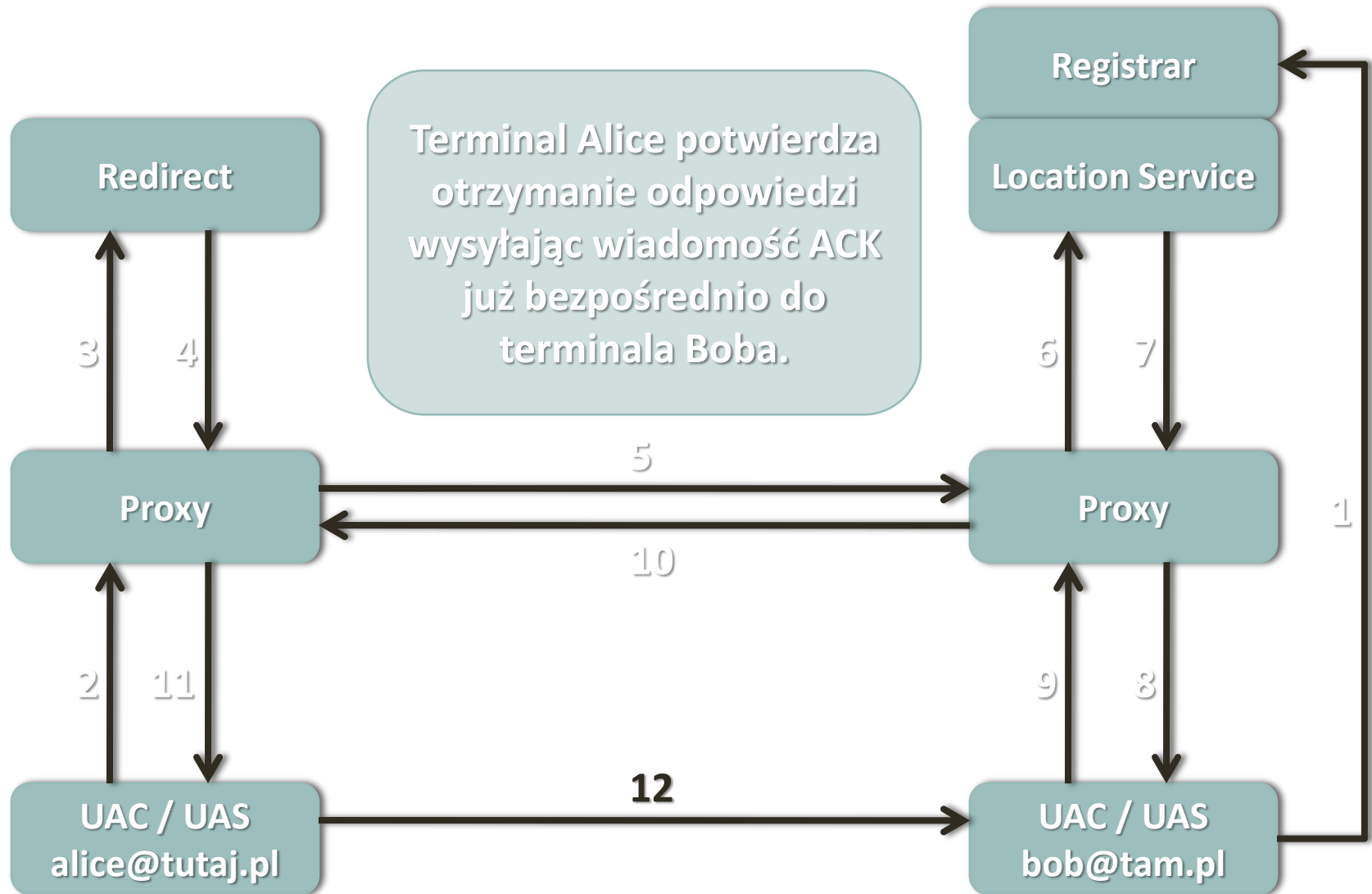


# Scenariusz połączenia

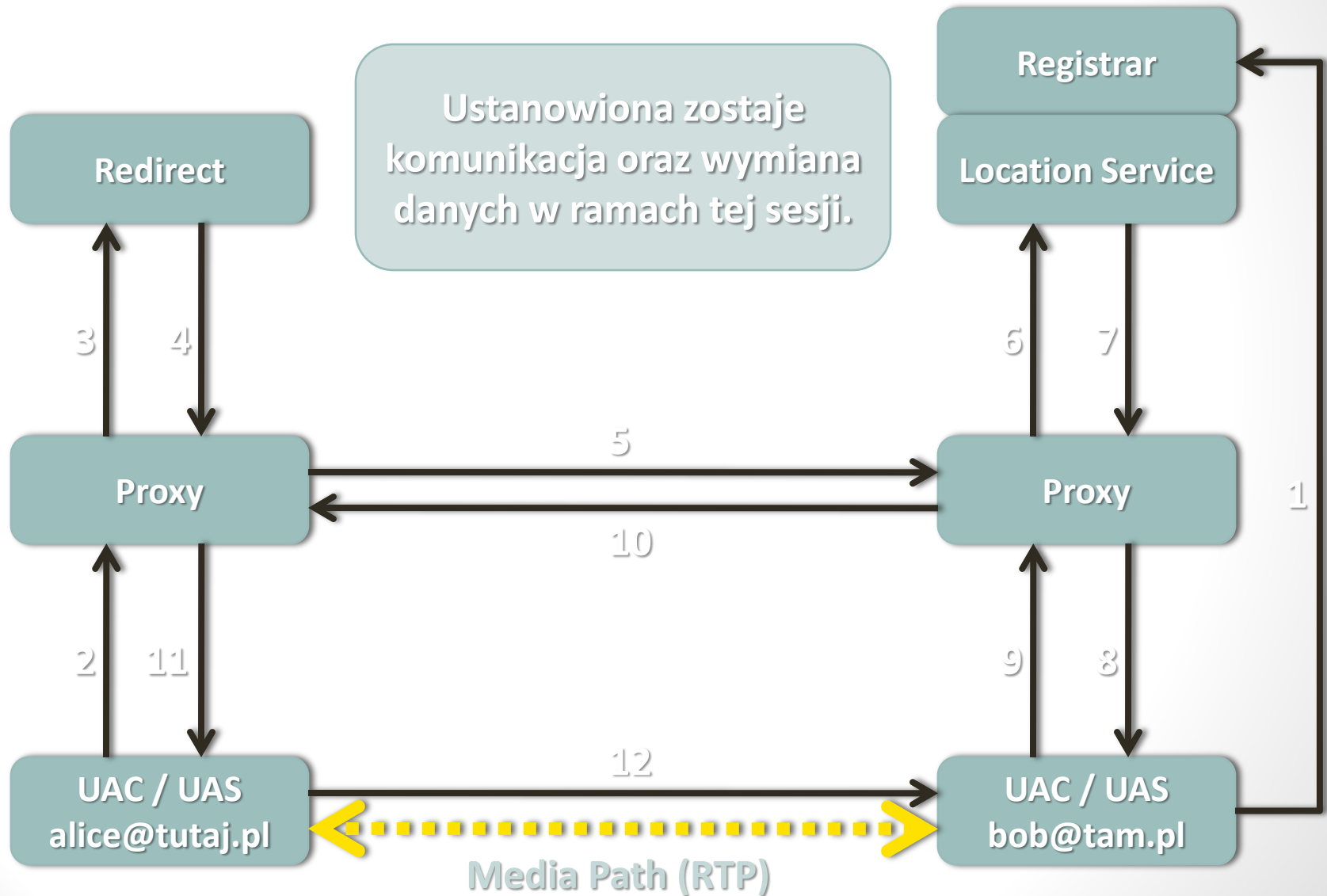




# Scenariusz połączenia



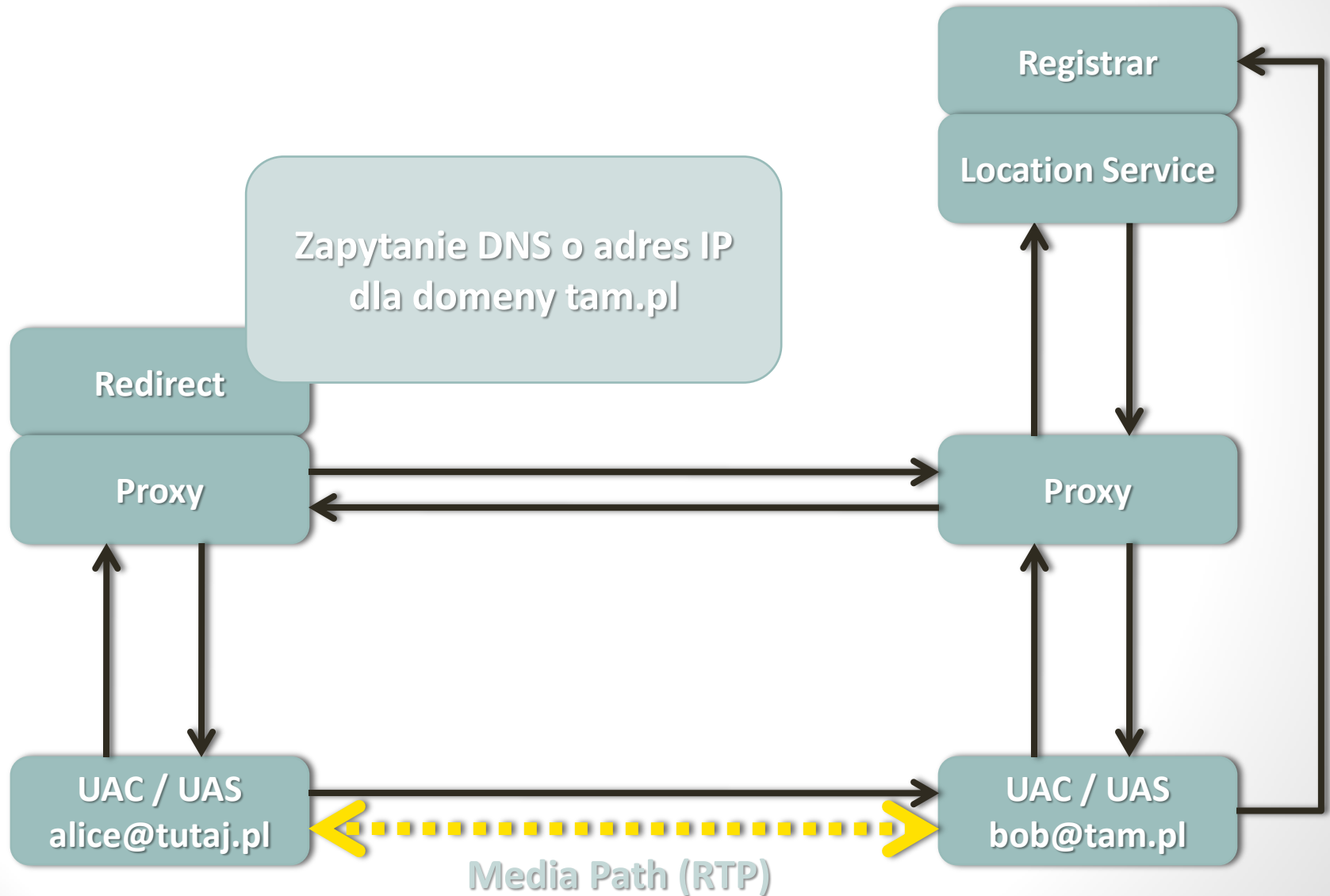
# Scenariusz połączenia



Trochę inaczej

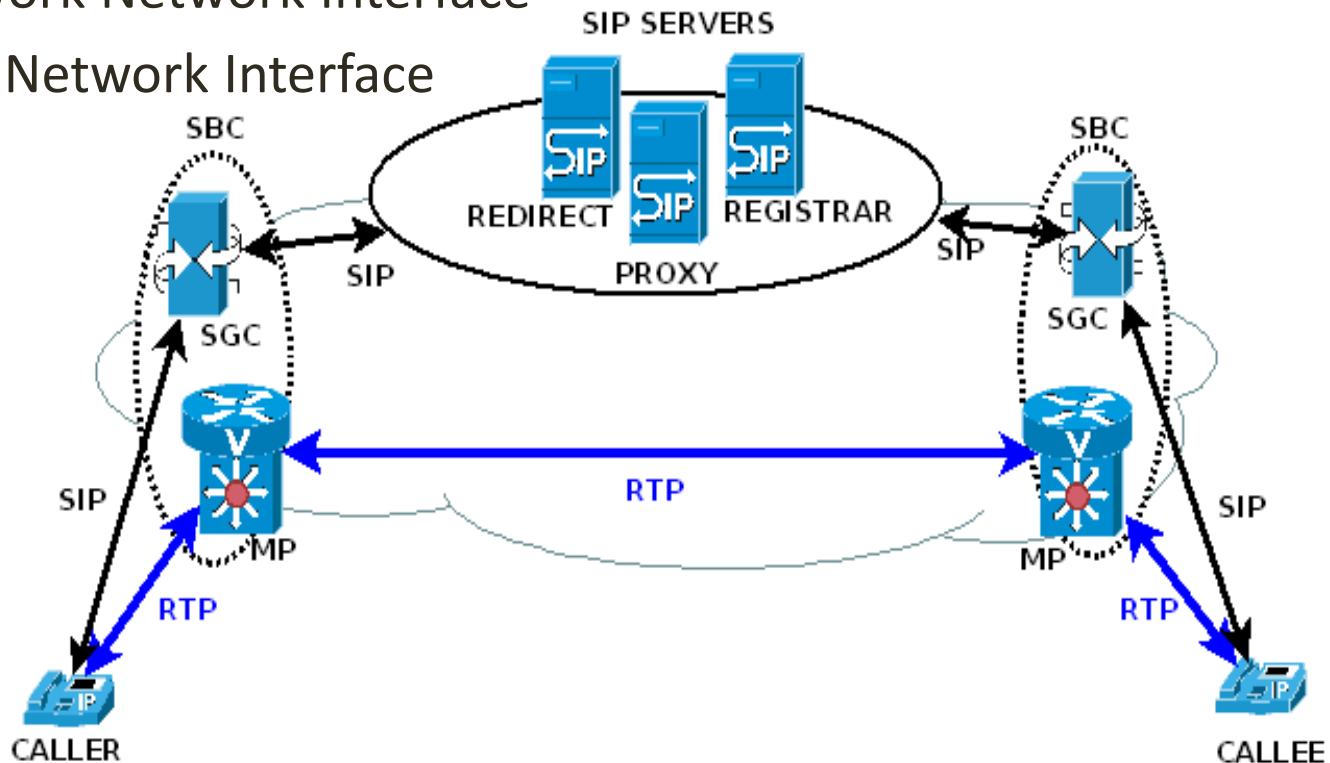
# SCENARIUSZE UŻYCIA

# Scenariusz połączenia

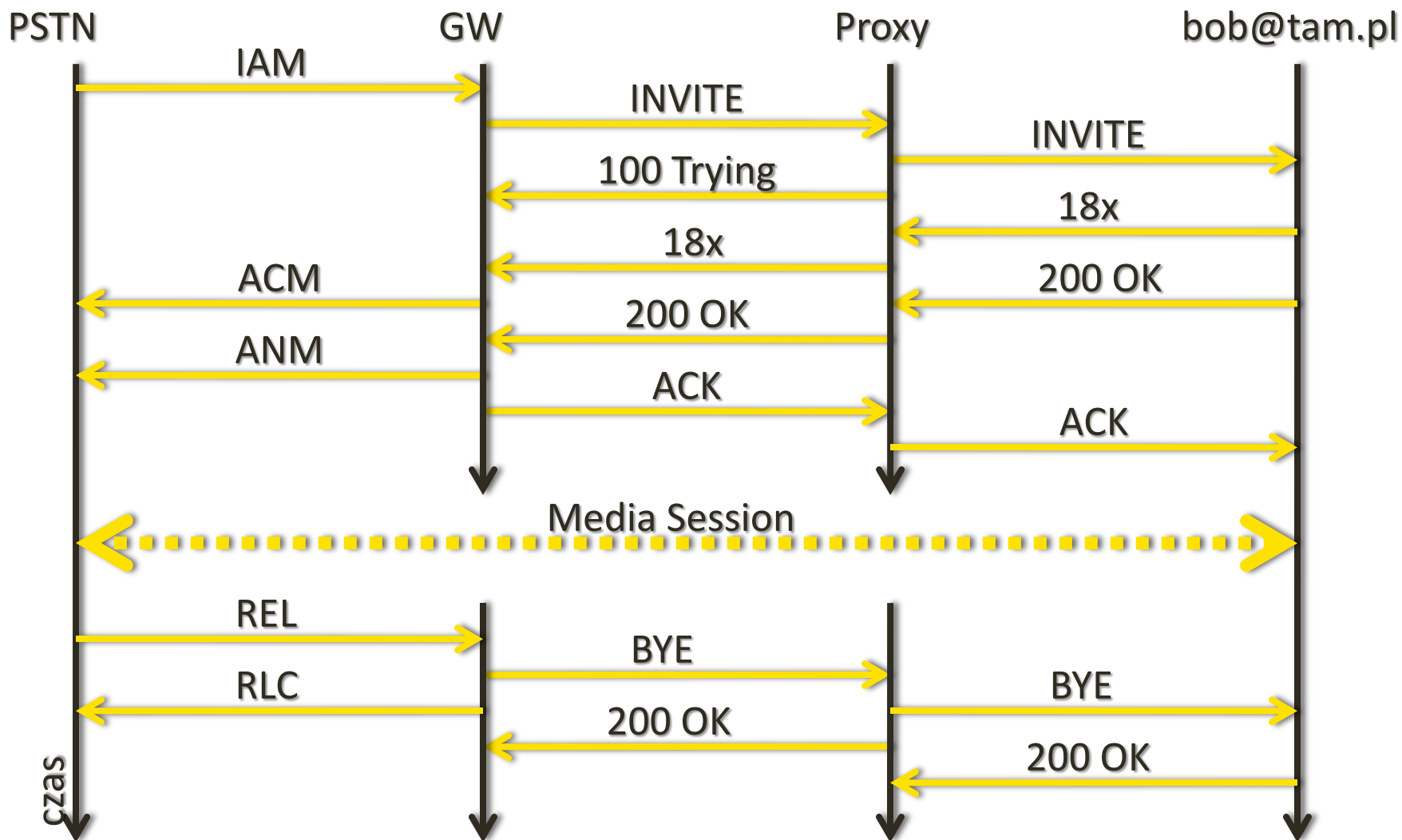


# Session Border Controller

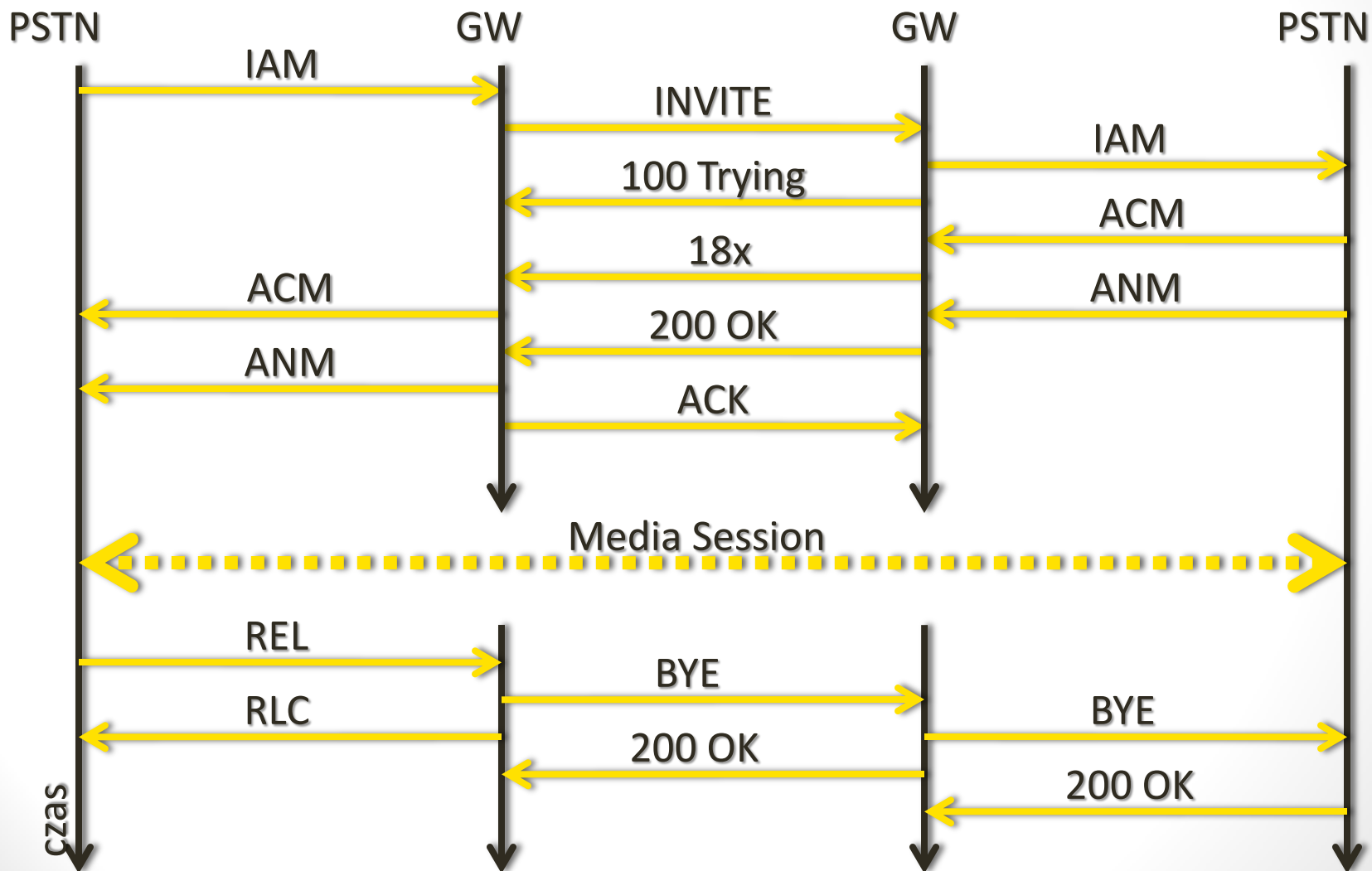
- W praktyce SGC oraz MP mogą być oddzielnymi rozproszonymi systemami.
- Network Network Interface
- User Network Interface



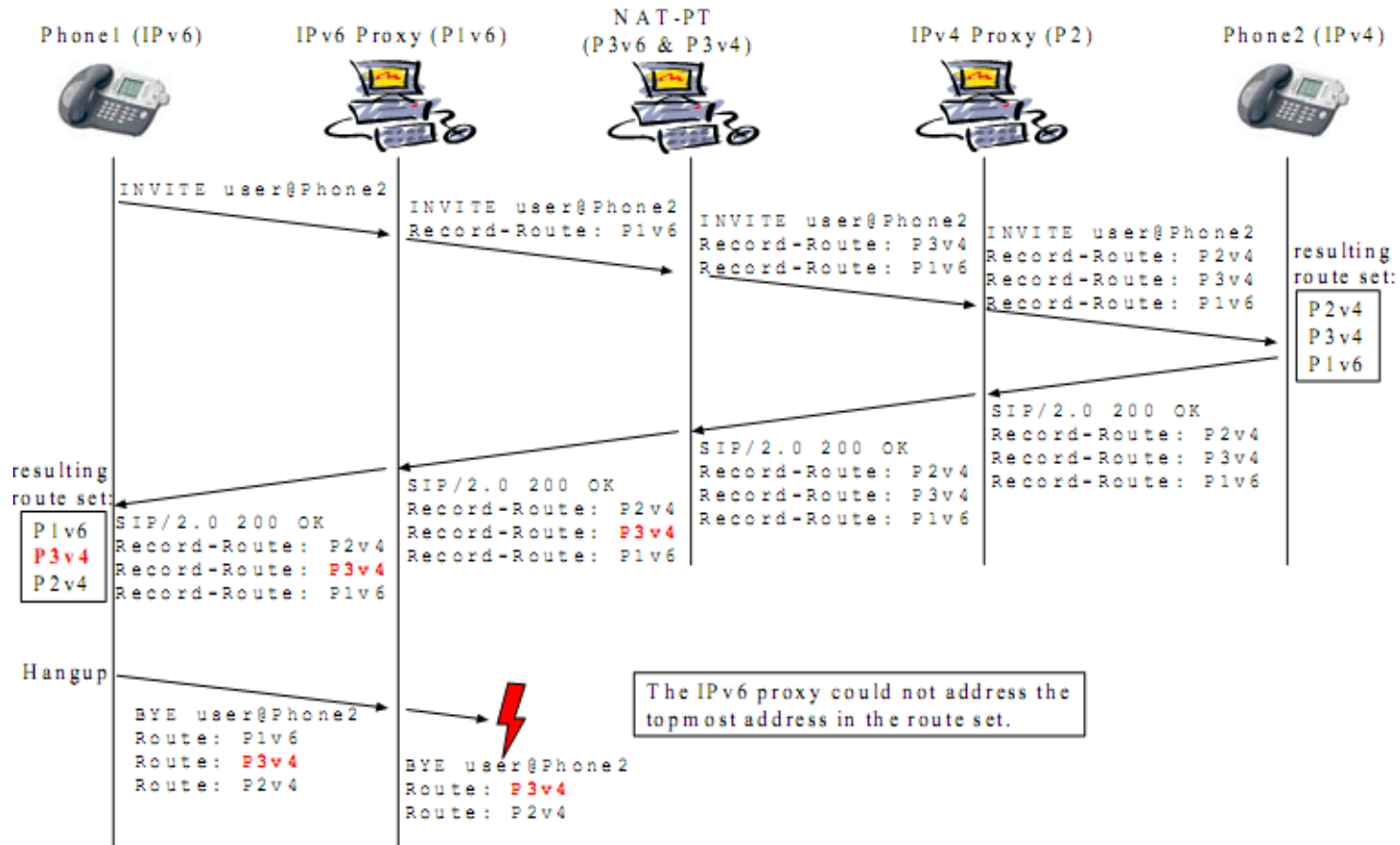
# Przepływ wiadomości PSTN – IP



# Przepływ wiadomości PSTN – IP – PSTN



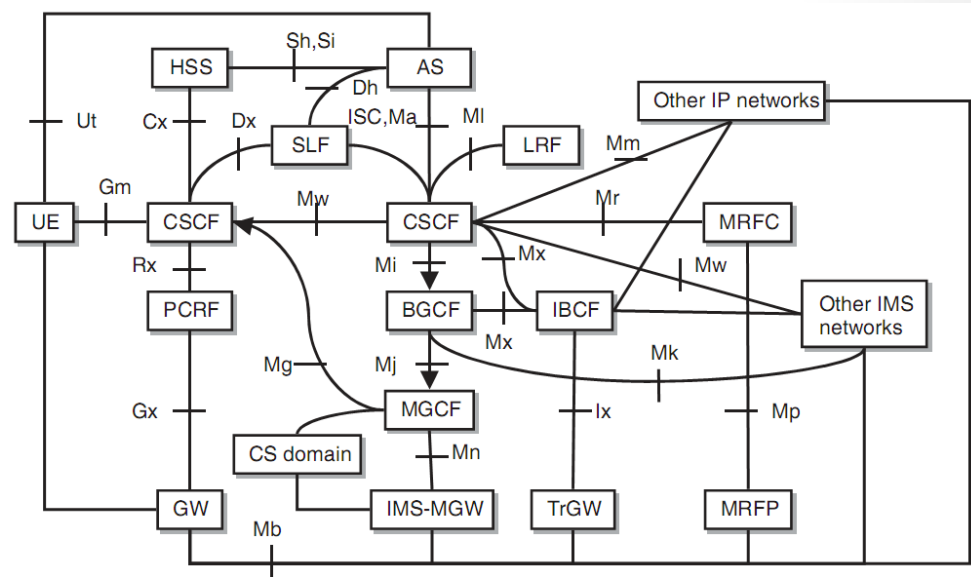
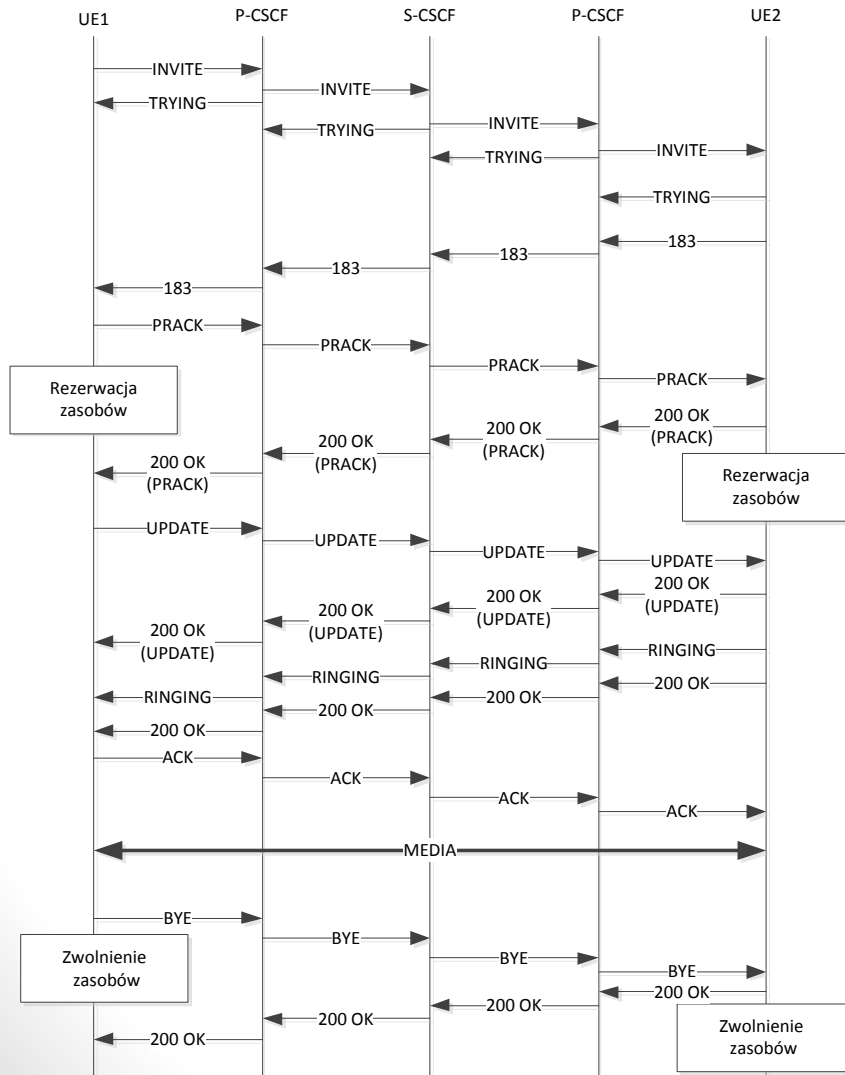
# SIP w sieci IPv4 i IPv6





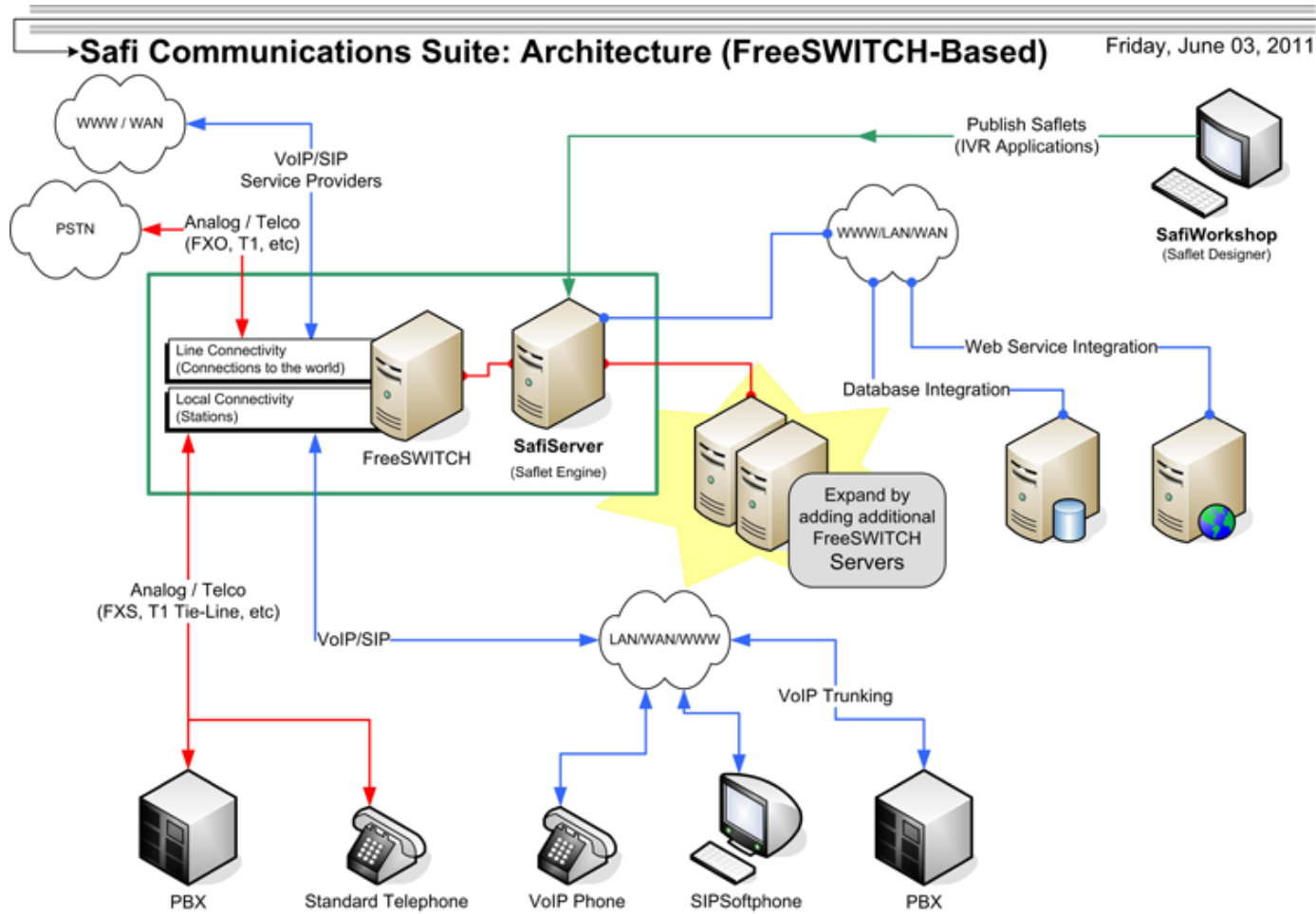
# IP Multimedia Subsystem

## Rozwiązanie operatorskie



# IP PBX

## Rozwiązanie korporacyjne



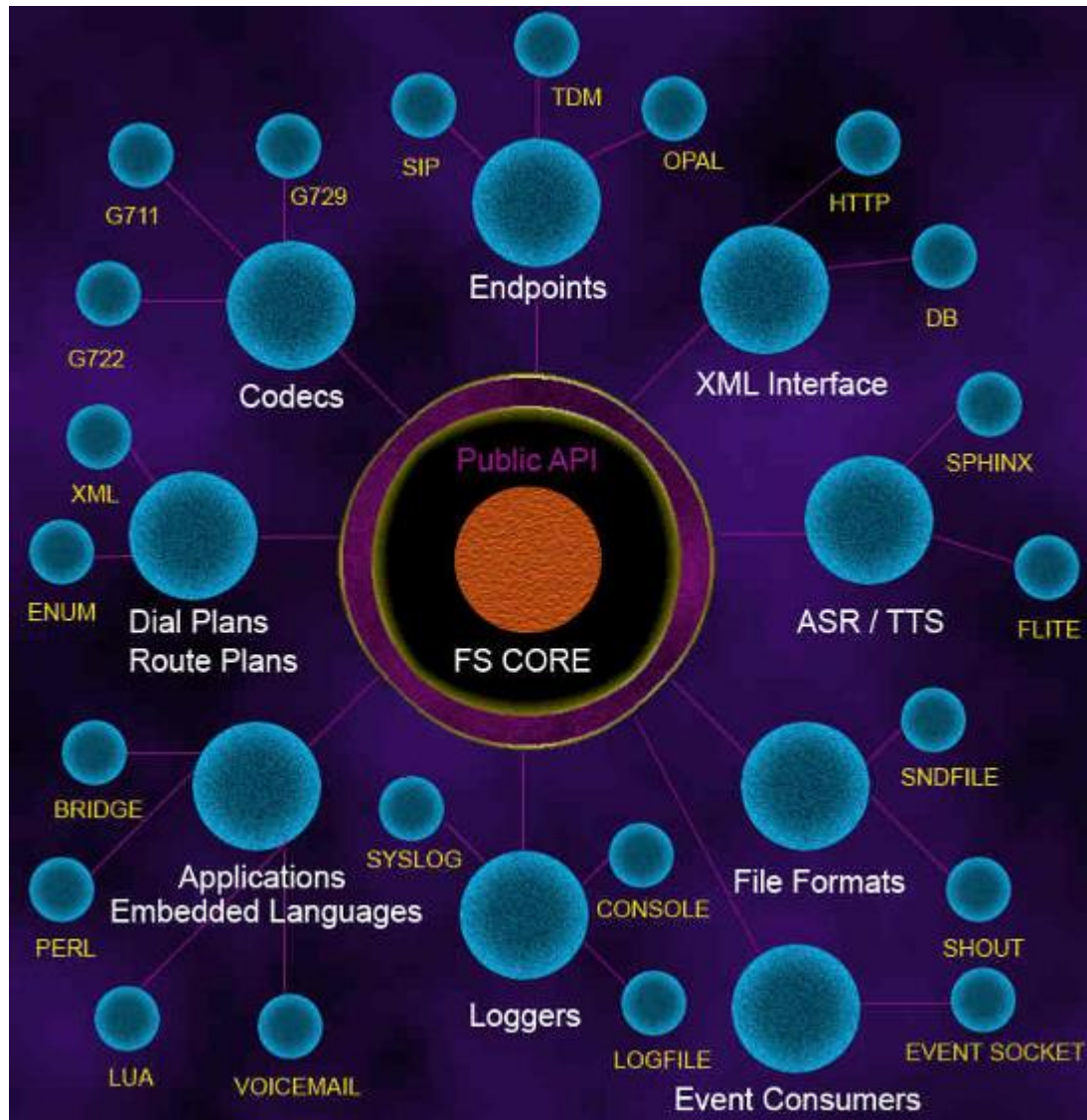
IMPLEMENTACJE

# Implementacje

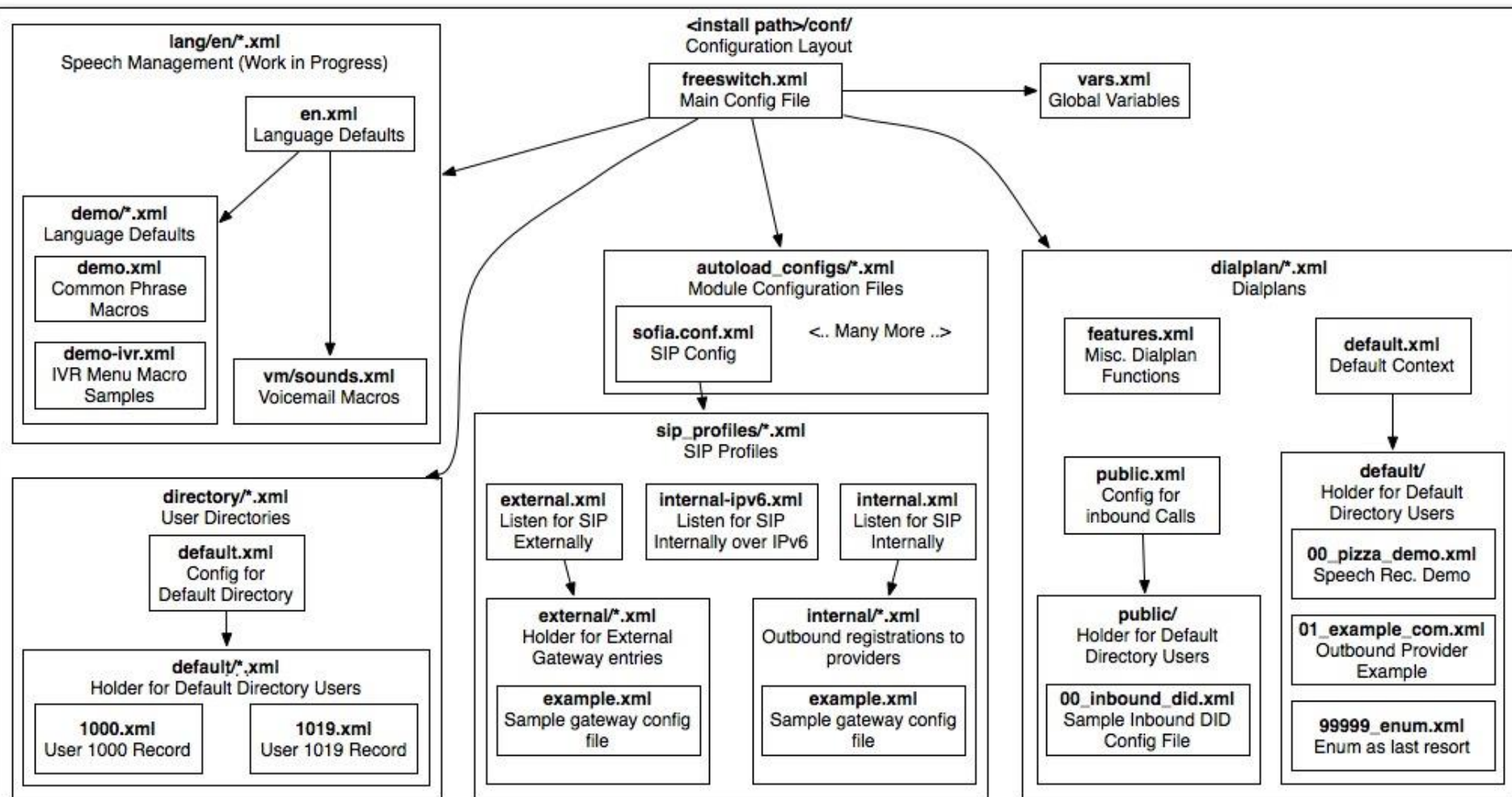
- **Asterisk** – licencja GPL
- **Yate** – licencja GPL z wyłączeniem odwołań do OpenH323 i Pwlib
- **FreeSWITCH** – licencja MPL
- **Kamailio/OpenSIPS** – licencja GPL/GPL



# 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

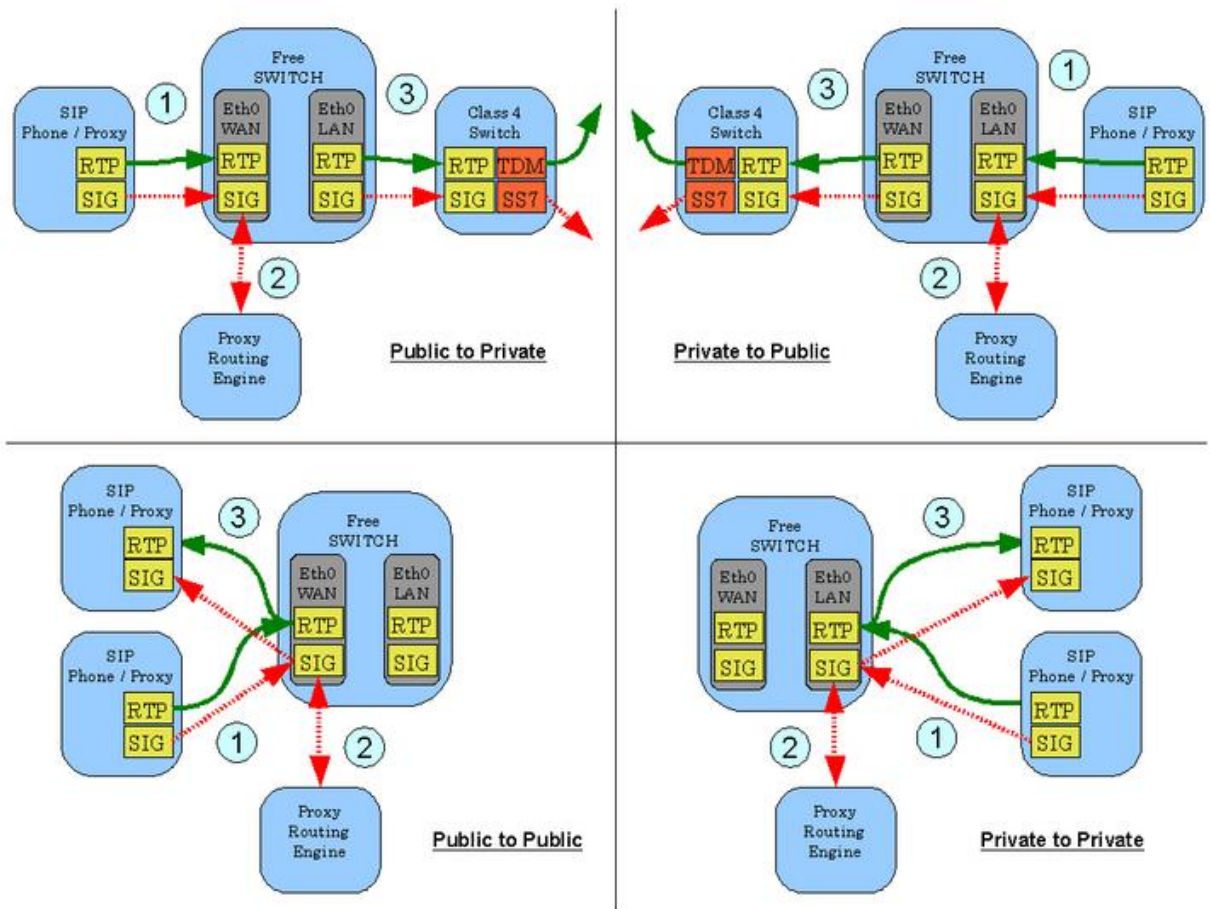
Więcej na: [http://wiki.freeswitch.org/wiki/Getting\\_Started\\_Guide#Dialplan](http://wiki.freeswitch.org/wiki/Getting_Started_Guide#Dialplan)

Warto zajrzeć przed laboratorium



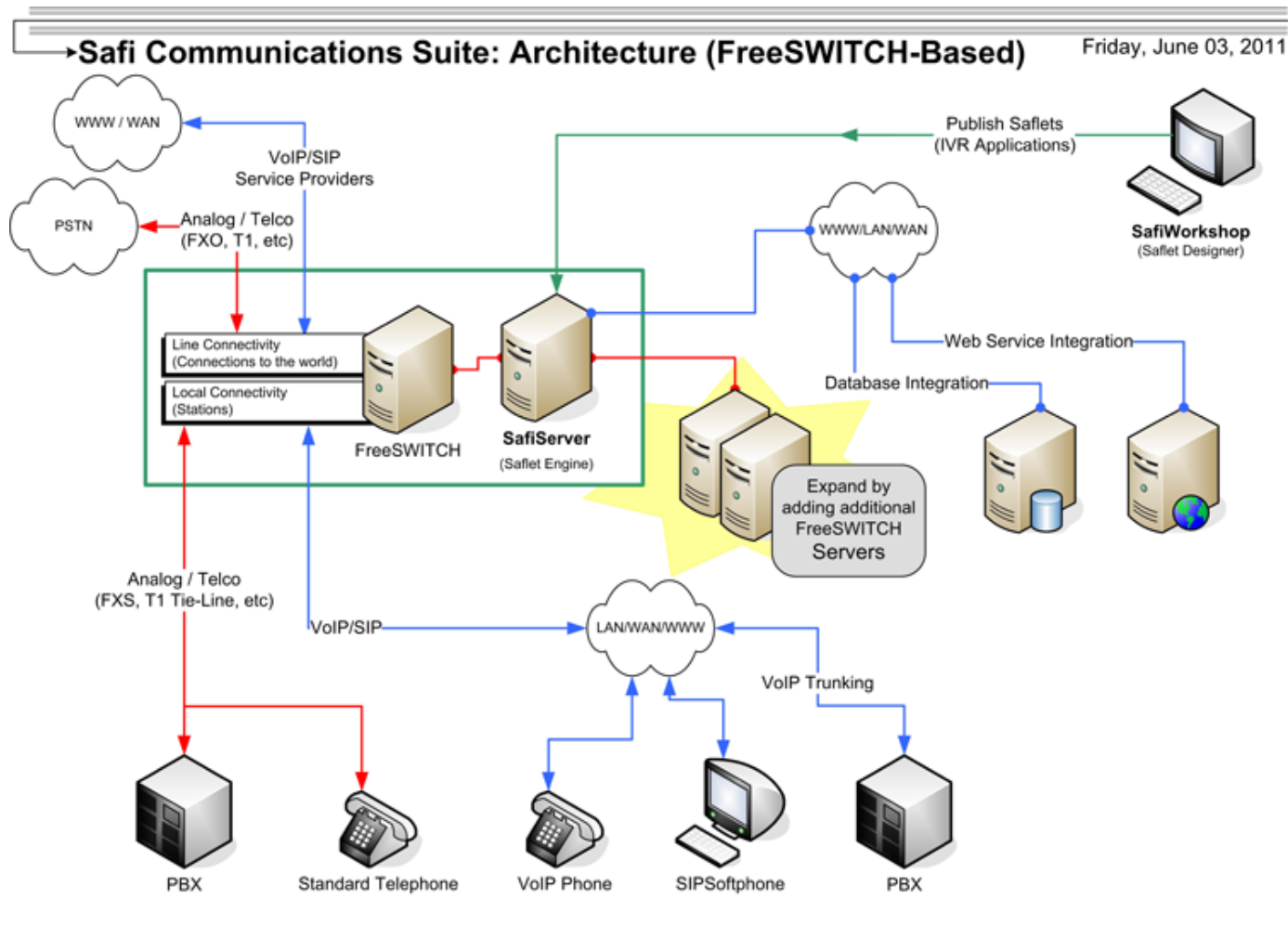
# FreeSWITCH

## Zastosowanie SBC



# FreeSWITCH

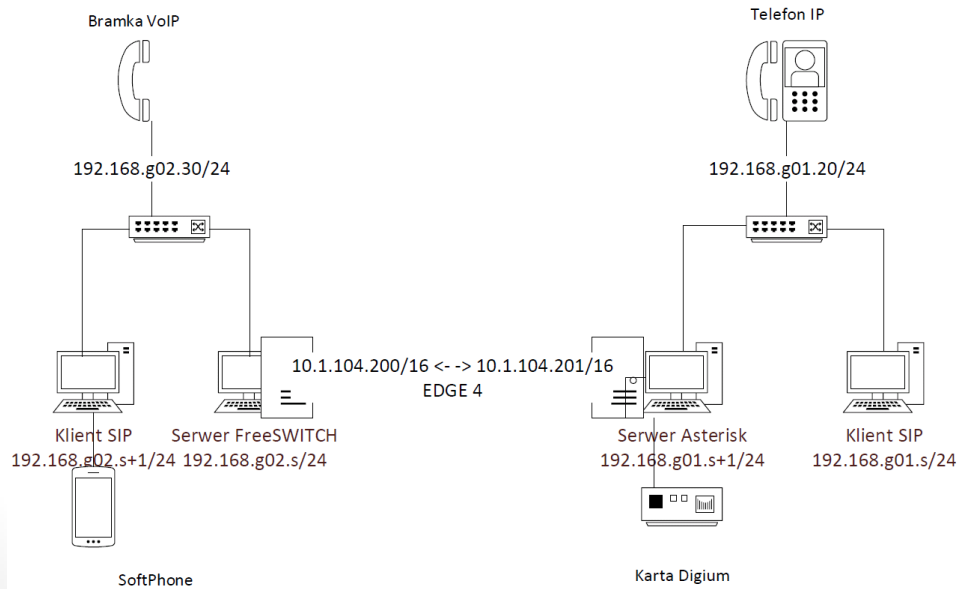
## Integracja systemów



# Laboratorium



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



PYTANIA, UWAGI, SUGESTIE

