



# Protokol SIP

---

Session Initiation Protocol



# Osnove SIP

- SIP je protokol aplikacijskega sloja OSI modela, ki skrbi za vzpostavitev, spreminjanje in prekinitev multimedijskih sej.
- SIP je signalizacijski protokol za vzpostavljanje sej.
- SIP seje vključujejo:
  - Internetne multimedijske konference
  - Internetne telefonske klice
  - Internetne video seje
  - distribucijo multimedijskih vsebin
  - prijave in obvestila o dogodkih
  - objave stanj
- Zasnovan je na preprostih, tekstovnih in razširljivih objektih po vzoru protokola za prenos elektronske pošte (SMTP).
- Protokol SIP je po semantiki in sintaksi podoben principom protokola HTTP



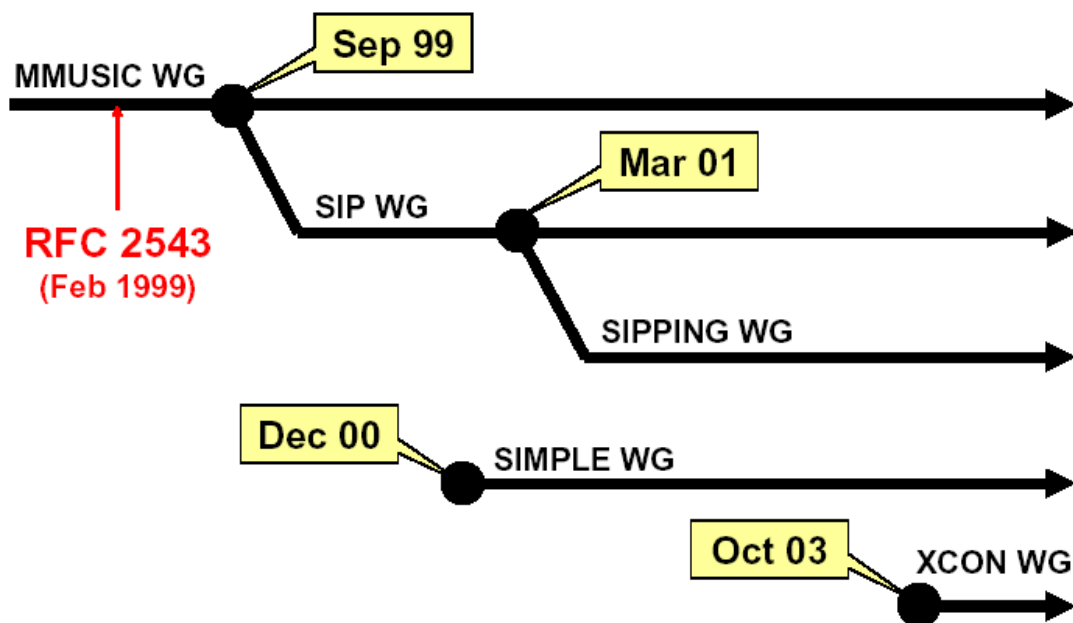
# SIP storitve in aplikacije

- Protokol SIP se poleg uporabe za signalizacijo VoIP uporablja tudi za izvajanje storitev/aplikacij
- SIP strežnik mora pri tem opravljati specifične “aplikacijske” funkcije
  - prenos SIP sporočil (posredovanje, generiranje)
  - hranjenje vsebine sporočil
  - prijavo na obveščanje, hranjenje stanja prijav
  - preoblikovanje sporočil (funkcionalnost prehoda)
- **Primeri uporabe**
  - prisotnost – Presence
  - neposredno sporočanje – Instant Messaging
  - konference – Conferencing
  - govorne aplikacije (v kombinaciji z VoiceXML)
  - krmiljenje klicev – Call Control
  - ...
  - razno – poljubna aplikacijska logika na SIP aplikacijskem strežniku



# Zgodovina SIP

- Prvi standard februarja 1999 – IETF RFC 2543
- Izboljšan standard maja 2002 – IETF RFC 3261
  - 50 standardov za nadgradnjo in razširitve osnovnega standarda
  - > 100 osnutkov (Internet Draft)





# Obseg specifikacij SIP

## Base spec

- **RFC 3261: SIP: Session Initiation Protocol**
- **RFC 3263: Locating SIP Servers**
- **RFC 3264: An Offer/Answer Model with SDP**

## Extended Features

- RFC 2976: The SIP INFO Method
- RFC 3262: Reliability of Provisional Responses in SIP
- RFC 3265: SIP-specific Event Notification
- RFC 3311: SIP UPDATE Method
- RFC 3312, RFC 4032: Integration of Resource Management and SIP
- RFC 3326: Reason Header
- RFC 3327: Registering Non-Adjacent Contacts
- RFC 3428: Instant Messaging
- RFC 3487: Requirements for Resource Priority
- RFC 3515: SIP REFER Method
- RFC 3581: Symmetric Message Routing
- RFC 3680: SIP event package for registrations
- RFC 3725: Third-party Call Control (3PCC)
- RFC 3840, 3841: Callee capabilities and caller preferences
- RFC 3842: Message waiting indication / message summary
- RFC 3857, 3958: Watcher Information event package + XML format
- RFC 3891: Replaces: header
- RFC 3892: Referred-By: header
- RFC 3903: Event state publication (SIP PUBLISH method)
- RFC 3911: Join: header
- RFC 4028: Session timers
- RFC 4168: SCTP as transport protocol

## Security

- RFC 3323: A Privacy Mechanism for SIP
- RFC 3325: Private Extension for Asserted Identity in Trusted Networks
- RFC 3329: Security-Mechanism Agreement for SIP
- RFC 3603: Proxy-to-Proxy Extensions
- RFC 3702: AAA requirements for SIP
- RFC 3853: S/MIME AES
- RFC 3893: Authenticated Identity Body

## Others

- RFC 3665, 3666: SIP Call Flows
- RFC 3361: DHCP Option for SIP Servers
- RFC 3608: Service Route Discovery
- RFC 3398, 3578: ISUP and SIP Mapping
- RFC 3420: Internet Media Type message/sipfrag
- RFC 3427: SIP Change Process
- RFC 3455: Header Extensions for 3GPP
- RFC 3485, 3486: SIP header compression
- RFC 3764, 3824: Using ENUM with SIP
- RFC 3959: Early Session disposition type (early-session, session)
- RFC 3960: Early Media and Ringing Tone Generation
- RFC 3968, 3969: IANA SIP header field and URI registry
- RFC 3976: SIP – IN Interworking
- RFC 4117: 3<sup>rd</sup> party call control invocation of transcoding services
- RFC 4123: SIP – H.323 Interworking requirements

Related: RTP, SDP, Security basics, 3GPP requirements and extensions



# SIP in ostali protokoli

- **SIP je orodje za vzpostavljanje sej (L5 ISO/OSI)**
  - neodvisen od medija, transportnega, omrežnega in dostopovnega sloja
- **Nadgraja je ostale protokole:**
  - **RFC 2327 Session Description Protocol (SDP)**
    - Opisovanje tipa medija, kodiranja, naslovov...
  - **RFC 768 User Datagram Protocol (UDP)**
  - **RFC 793 Transmission Control Protocol (TCP)**
  - **RFC 791 Internet Protocol (IP)**
    - IP naslovi, paketi
  - **RFC 1035 Domain Name System (DNS)**
    - Prevajanje imen v numerične IP naslove
  - **G.700 serija kodekov**
  - **RFC 3550 Real-time Transport Protocol (RTP)**
  - **RFC 2045 Aplikacijsko kodiranje (MIME)**
  - **RFC 4301, RFC 4303 in RFC 4346 IPsec in TLS**



# SIP URI: “telefonske številke”

- SIP naslavljanje je podobno naslavljanju pri elektronski pošti (sip:janez\_novak@telekom.si)
- **Naslov uporabnika - User URI (Address of Record – AOR)**
  - javni stalni SIP naslov uporabnika
  - podoben elektronskemu naslovu
  - sip:uporabnik@domena
  - za vzpostavitev seje z uporabnikom je potrebna poizvedba v bazi, ki njegov uporabniški naslov poveže s trenutnim naslovom njegove naprave
- **Naslov naprave - Device URI**
  - identificira komunikacijski vir (napravo) - trenutni SIP naslov uporabnika
  - vsebuje dovolj informacij za vzpostavitev in vzdrževanje seje z virom
  - sip:uporabnik@IP
  - sip:uporabnik@FQDN



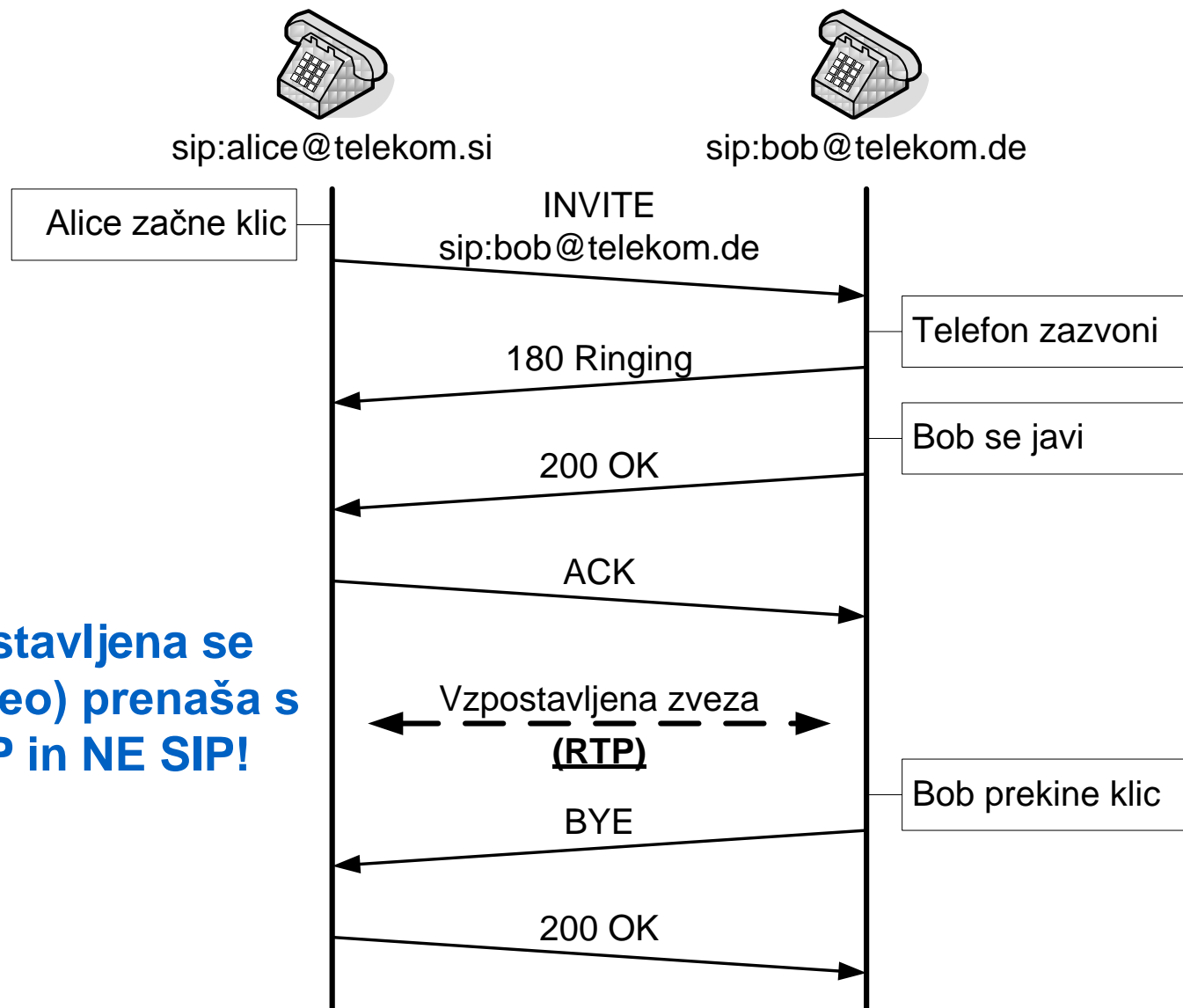
# Primeri SIP URI

- sip:user:password@host:port;params?headers
  
- 1. sip:jaka@ltfe.org
- 2. sip:jaka@193.2.90.233
  - IP naslov
- 3. sip:jaka@ltfe.org;transport=tcp
- 4. sips:jaka@ltfe.org?subject=112&priority=urgent
  - SIPS: specificira varnost na transportnem sloju (uporablja TLS)
- 5. sip:+1-212-555-1212:1234@verizon.com;user=phone
  - PSTN telefonska številka
- 6. sips:101@telekom.si
  - GW
- 7. sip:ltfe.org;method=REGISTER?to=jaka%40ltfe.org





# SIP - Direktni klic (pretok sporočil)



- Ko je seja vzpostavljena se medij (zvok, video) prenaša s protokolom RTP in NE SIP!



# Primer IPv4 SIP paketa (transport UDP)

IPv4 glava - 20 Bytov

UDP glava - 8 Bytov  
(lahko tudi TCP ali SCTP)

Glava SIP - tekstovna in  
variira v dolžini

Telo sporočila SIP variira  
v dolžini, ni pa vedno  
vključena (odvisno od  
tipa sporočila)

Version	IHL	DSCP	ECN	Total Length	
Identification			Flags	Fragment Offset	
Time to Live		Protocol		Header Checksum	
Source Address					
Destination Address					
Options				Padding	

Source Port		Destination Port	
Length		Checksum	

SIP Headers in US-ASCII  
(variable in length per header/per message)

SIP messages *sometimes* have a message body  
- a SIP message header indicates the type of body  
- could be text, data, audio, video or something else



# Sporočilo SIP

INVITE sip: [bob@podjetje.si](mailto:bob@podjetje.si) SIP/2.0

} začetna vrstica

Via: SIP/2.0 TCP lab.network.org:5060

To: Bob<sip:[bob@podjetje.si](mailto:bob@podjetje.si)>

From: Alice<sip:alice@domena.si>

Call-ID:123456789@domena.si

Cseq: 1 INVITE

Subject: Test message

Contact: [alice@domena.si](mailto:alice@domena.si)

Content-Type:application/sdp

Content-Length:152

} glava sporočila

CRLF

v=0

o=UserB 2890844527 2890844527 IN IP4 domena.si

s=Phone Call

c=IM IP4 82.1.22.23

t=0 0

m=audio 49172 RTP/AVP 0

a=rtpmap:0 PCMU/8000

} telo sporočila



# Sporočila SIP

- Protokol SIP je po semantiki in sintaksi podoben principom protokola HTTP ter je tipa zahteva – odziv
- **Struktura sporočila SIP**
  - **začetna vrstica**
    - *Request-Line = Method Request-URI SIP-Version*  
(INVITE sip: [bob@podjetje.si](mailto:bob@podjetje.si) SIP/2.0)
    - *Status-Line = SIP-Version Status-Code Reason-Phrase*  
(SIP/2.0 404 Not Found)
  - polja glave (Call-ID, Contact, Cseq, Date, From, To, Via, ...)
  - prazna vrstica (CRLF – Carriage-Return Line-Feed)
  - opcijsko telo (SDP)



# SIP glava – razlaga

**INVITE** sip:bob@biloxi.com SIP/2.0  
**Via:** SIP/2.0/UDP pc33.atlanta.com;branch=z9hG4bK776asdhds  
**Max-Forwards:** 70  
**To:** Bob <sip:bob@biloxi.com>  
**From:** Alice <sip:alice@atlanta.com>;tag=1928301774  
**Call-ID:** a84b4c76e66710@pc33.atlanta.com  
**CSeq:** 314159 INVITE  
**Contact:** <sip:alice@pc33.atlanta.com>  
**Content-Type:** application/sdp  
**Content-Length:** 142



# SIP glava – razlaga

Metoda = ukaz

Request URI

Verzija protokola

Statusna vrstica je obvezna v vseh SIP sporočilih.

**INVITE** sip:bob@biloxi.com SIP/2.0

**Via:** SIP/2.0/UDP pc33.atlanta.com;branch=z9hG4bK776asdhds

**Max-Forwards:** 70

**To:** Bob <sip:bob@biloxi.com>

**From:** Alice <sip:alice@atlanta.com>;tag=1928301774

**Call-ID:** a84b4c76e66710@pc33.atlanta.com

**CSeq:** 314159 INVITE

**Contact:** <sip:alice@pc33.atlanta.com>

**Content-Type:** application/sdp

**Content-Length:** 142





# SIP glava – razlaga

Lista vseh SIP naprav na poti



Identifikacija za posredovanje  
na več naslovov – »forking«



Vrstica je obvezna v  
vseh SIP zahtevah

**Via:** SIP/2.0/UDP pc33.atlanta.com;branch=z9hG4bK776asdhds

**Max-Forwards:** 70

**To:** Bob <sip:bob@biloxi.com>

**From:** Alice <sip:alice@atlanta.com>;tag=1928301774

**Call-ID:** a84b4c76e66710@pc33.atlanta.com

**CSeq:** 314159 INVITE

**Contact:** <sip:alice@pc33.atlanta.com>

**Content-Type:** application/sdp

**Content-Length:** 142



# SIP glava – razlaga

Vrstica je obvezna v vseh SIP zahtevah, razen INFO

Maksimalno število skokov na signalni poti



**Max-Forwards:** 70

**To:** Bob <sip:bob@biloxi.com>

**From:** Alice <sip:alice@atlanta.com>;tag=1928301774

**Call-ID:** a84b4c76e66710@pc33.atlanta.com

**CSeq:** 314159 INVITE

**Contact:** <sip:alice@pc33.atlanta.com>

**Content-Type:** application/sdp

**Content-Length:** 142





# SIP glava – razlaga

Vrstica je obvezna v vseh SIP zahtevah.

Destinacija SIP sporočila (se ne uporablja za usmerjanje sporočila)



**To:** Bob <sip:bob@biloxi.com>

**From:** Alice <sip:alice@atlanta.com>;tag=1928301774

**Call-ID:** a84b4c76e66710@pc33.atlanta.com

**CSeq:** 314159 INVITE

**Contact:** <sip:alice@pc33.atlanta.com>

**Content-Type:** application/sdp

**Content-Length:** 142



# SIP glava – razlaga

Vrstica je obvezna v vseh SIP zahtevah.

Izvor SIP sporočila

Naključni niz (identifikacija)



```
From: Alice <sip:alice@atlanta.com>;tag=1928301774  
Call-ID: a84b4c76e66710@pc33.atlanta.com  
CSeq: 314159 INVITE  
Contact: <sip:alice@pc33.atlanta.com>  
Content-Type: application/sdp  
Content-Length: 142
```



# SIP glava – razlaga

Vrstica je obvezna v vseh SIP zahtevah.

Globalno unikaten ID klica



**Call-ID:** a84b4c76e66710@pc33.atlanta.com

**CSeq:** 314159 INVITE

**Contact:** <sip:alice@pc33.atlanta.com>

**Content-Type:** application/sdp

**Content-Length:** 142



# SIP glava – razlaga

Vrstica je obvezna v vseh SIP zahtevah.

Naraščujoča sekvenčna številka metod, ki jih uporablja ta UA



**CSeq:** 314159 INVITE

**Contact:** <sip:alice@pc33.atlanta.com>

**Content-Type:** application/sdp

**Content-Length:** 142



# SIP glava – razlaga

Vrstica je obvezna v nekaterih SIP zahtevah.

Direktna pot do izvora zapisanega v obliki polnega domenskega imena (FQDN) ali IP naslova



**Contact:** <sip:alice@pc33.atlanta.com>

**Content-Type:** application/sdp

**Content-Length:** 142





# SIP glava – razlaga

Vrstica je obvezna, če  
obstaja telo SIP  
sporočila

Vsebina telesa SIP sporočila (če SIP telo obstaja)



**Content-Type:** application/sdp

**Content-Length:** 142



# SIP glava – razlaga

Vrstica je obvezna, če  
obstaja telo SIP  
sporočila

Dolžina vsebine telesa v oktetih SIP sporočila



**Content-Length: 142**



# Tipi zahtev SIP

- **zahtevo definira metoda**
  - INVITE je namenjena pozivanju uporabnika v sejo
  - BYE je namenjena rušenju klica med dvema uporabnikoma v zvezi
  - OPTIONS je namenjena posredovanju informacij o podprtih zmožnostih UA
  - ACK se uporablja za potrjevanje klica ali sprejema INVITE metode
  - CANCEL omogoča prekinitev na strežniku aktivne zahteve
  - REGISTER posreduje uporabnikovo lokacijsko informacijo SIP strežniku, ki jo preusmeri na lokacijski strežnik





# Tipi odgovorov SIP

- **Odgovor (ang. Response) definira statusna koda**

	<i>Opis</i>	<i>Primeri</i>
<b>1xx</b>	<b>Obvestilo o napredku - zahteva sprejeta, nadaljuje se procesiranje.</b>	<b>100 Trying 180 Ringing 183 Call is being Forwarded</b>
<b>2xx</b>	<b>Uspešno izvedena zahteva (ang. succesful request)</b>	<b>200 OK 202 Accepted</b>
<b>3xx</b>	<b>Preusmeritev (ang. redirection) – za uspešno izvedbo zahteve je treba kontaktirati drug SIP element.</b>	<b>300 Multiple Choices 301 Moved Permanently 302 Moved Temporarily</b>
<b>4xx</b>	<b>Nepravilna zahteva (ang. incorrect request) – zahteva vsebuje nepravilno sintakso ali ta strežnik ne more sprocesirati zahteve.</b>	<b>401 Unauthorized 486 Busy here 487 Request Terminated</b>
<b>5xx</b>	<b>Napaka na strežniku (ang. server failure) – strežnik zaradi svoje napake ne more sprocesirati zahteve</b>	<b>502 Bad Gateway 503 Service Unavailable</b>
<b>6xx</b>	<b>Globalna napaka (ang. global failure) – Zahteva je napačna za vse strežnike.</b>	<b>600 Busy Everywhere 603 Decline</b>



# Telo sporočila SIP

- Telo sporočila SIP je lahko poljuben protokol
- V splošnem je v uporabi Session Description Protocol (SDP) – IETF RFC 2327
- Izmenjava parametrov seje in karakteristik večpredstavnostih vsebin
  - kdo? – kontaktna informacija
  - o čem? ime in informativni opis vsebine
  - kdaj? datum in čas trajanja aktivne seje
  - kje? naslovi portov, naslovi multicast
  - kateri medij? format prenešene vsebine (kodek)
  - koliko? zahtevana pasovna širina



# Protokol SDP

## ■ Model ponudba / potrditev

- entiteta A pošlje ponudbo entiteti B
  - nabor medijskih tokov (avdio, video) in preferiranih kodekov
  - transportni parametri (kje A sprejema podatke)
- entiteta B se odzove
  - potrditev posameznih medijskih tokov ponudbe A=>B
  - transportni parametri za posamezni tok (kje B sprejema podatke)

Opis seje

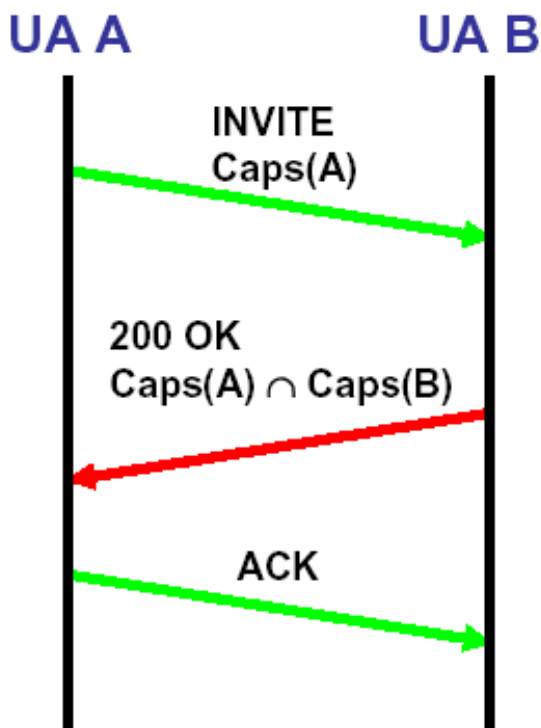
```
Version      => v=0
Origin       => o=username 0 0 IN IP4 192.168.0.2
Session Name => s=The Funky Flow
URI          => u=http://www.domain.com/thomas/
E-Mail       => e=thomas@domain.com
Phone Number => p=+38612000110
Connection Data => c=IN IP4 192.168.0.2
Times        => t=90123452678 0
Media        => m=audio 32810 RTP/AVP 0 97 3
Attributes   => a=rtpmap:0 PCMU/8000
Attributes   => a=rtpmap:3 GSM/8000
Attributes   => a=rtpmap:97 iLBC/8000
Media        => m=video 32811 RTP/AVP 98
Attributes   => a=rtpmap:98 H263
Media        => m=application 32812 udp wb
```

Opis medija

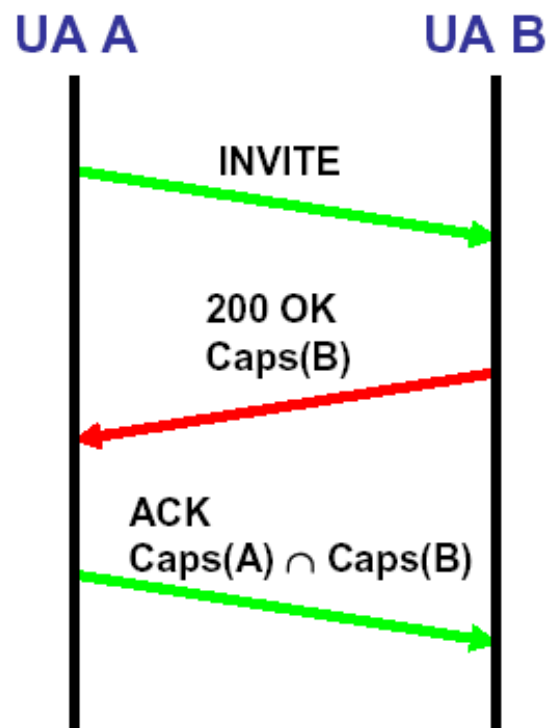


# Protokol SDP

- **Izmenjava parametrov seje SIP**
  - osnovni model (a)
  - zakasneni model (b)



a.)

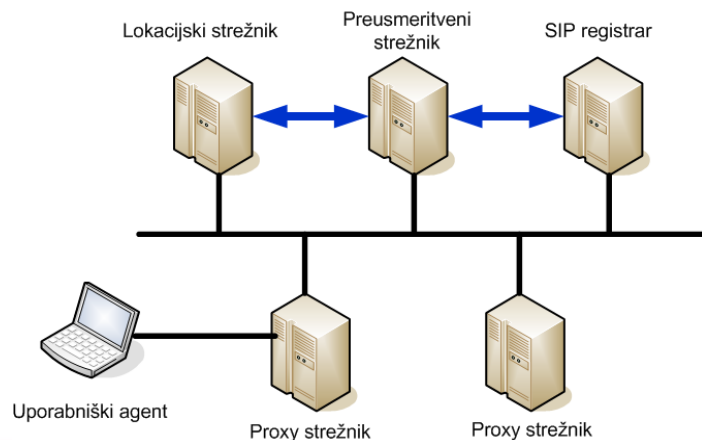


b.)



# SIP arhitektura

- Arhitektura tipa odjemalec-strežnik
- Funkcionalne entitete splošne arhitekture niso nujno izvedene kot samostojne naprave
- Splošno arhitekturo SIP gradi več tipov strežnikov
  - registrar
  - lokacijski strežnik
  - preusmeritveni strežnik
  - posredovalni (proxy) strežnik
  - Back-to-Back User Agent (B2BUA)
  - prehod





# Način delovanja SIP entitet

- **User Agent Client (UAC)**
  - odjemalec z implementiranim protokolnim skladom SIP
  - velja le v časovnem intervalu transakcije
- **User Agent Server (UAS)**
  - strežnik z implementiranim protokolnim skladom SIP
  - logična entiteta, ki generira odgovore na prejete zahteve
  - velja le v časovnem intervalu transakcije
- **User agent (UA)**
  - logična entiteta z združenima vlogama UAC in UAS



# Registrar, lokacijski strežnik

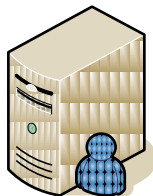
- **Strežnik registrar**
  - sprejem SIP zahtev *REGISTER*
  - z zahtevo SIP *REGISTER* naprava opravi postopek registracije
  - arhiviranje pridobljenih informacij na lokacijskem strežniku
- **Lokacijski strežnik**
  - hrani in navaja možne lokacije uporabnikov
  - povezuje dejanske URI-je z AoR-i
  - abstraktna podatkovna baza (LDAP, SQL ...)
  - strežnik registrar obnavlja lokacijske podatke uporabnikov na lokacijskem strežniku
- **Postopek registracije**
  - UA pošlje zahtevo SIP *REGISTER*
  - *SIP REGISTER* posodobi dejanski URI
  - polje *Contact* vsebuje naslov IP, kjer se UA trenutno nahaja
  - polje *Expires* določa veljavnost registracije
  - registracija lahko vsebuje avtentikacijo



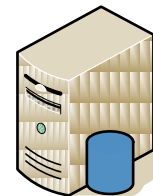
# Postopek registracije



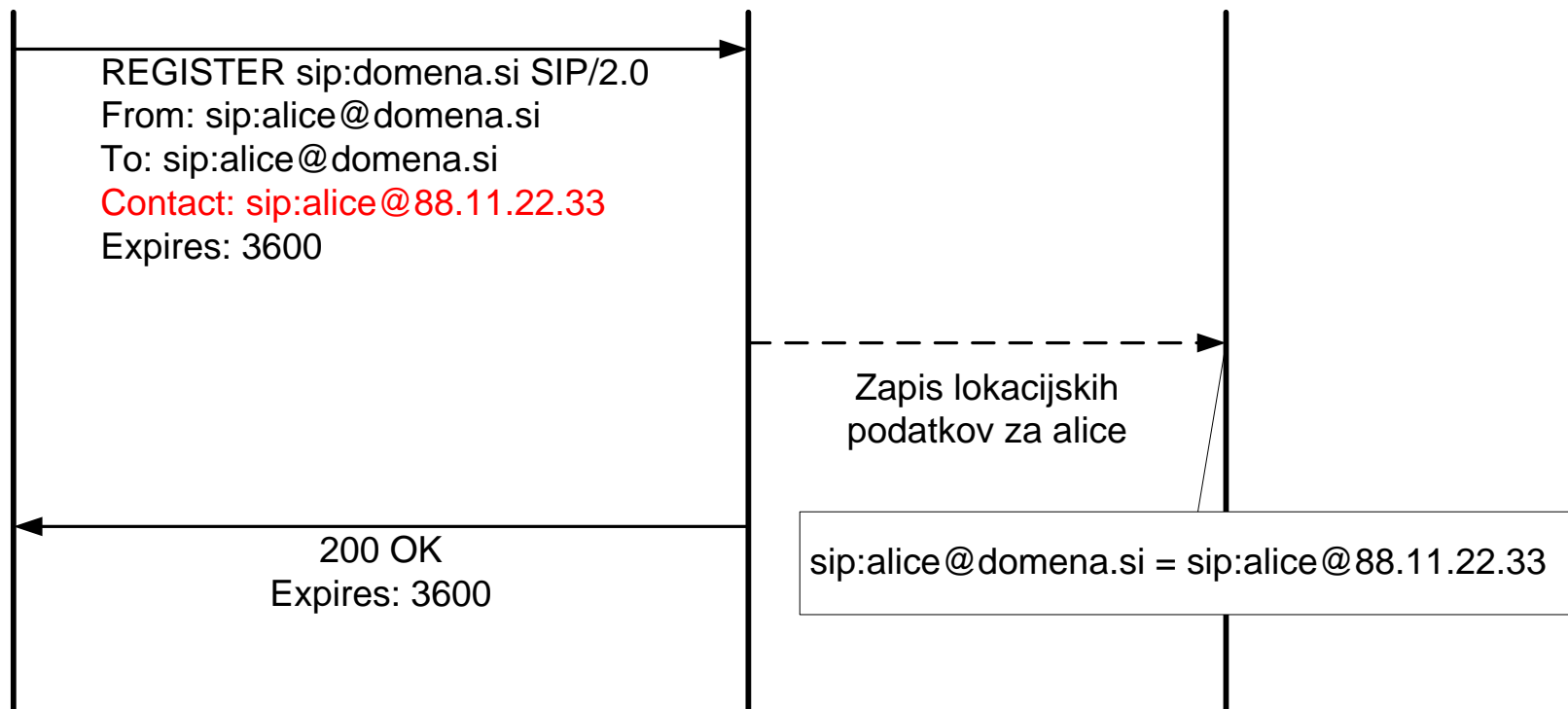
sip:alice@domena.si  
88.11.22.33



Registrar  
domena.si



Lokacijski strežnik

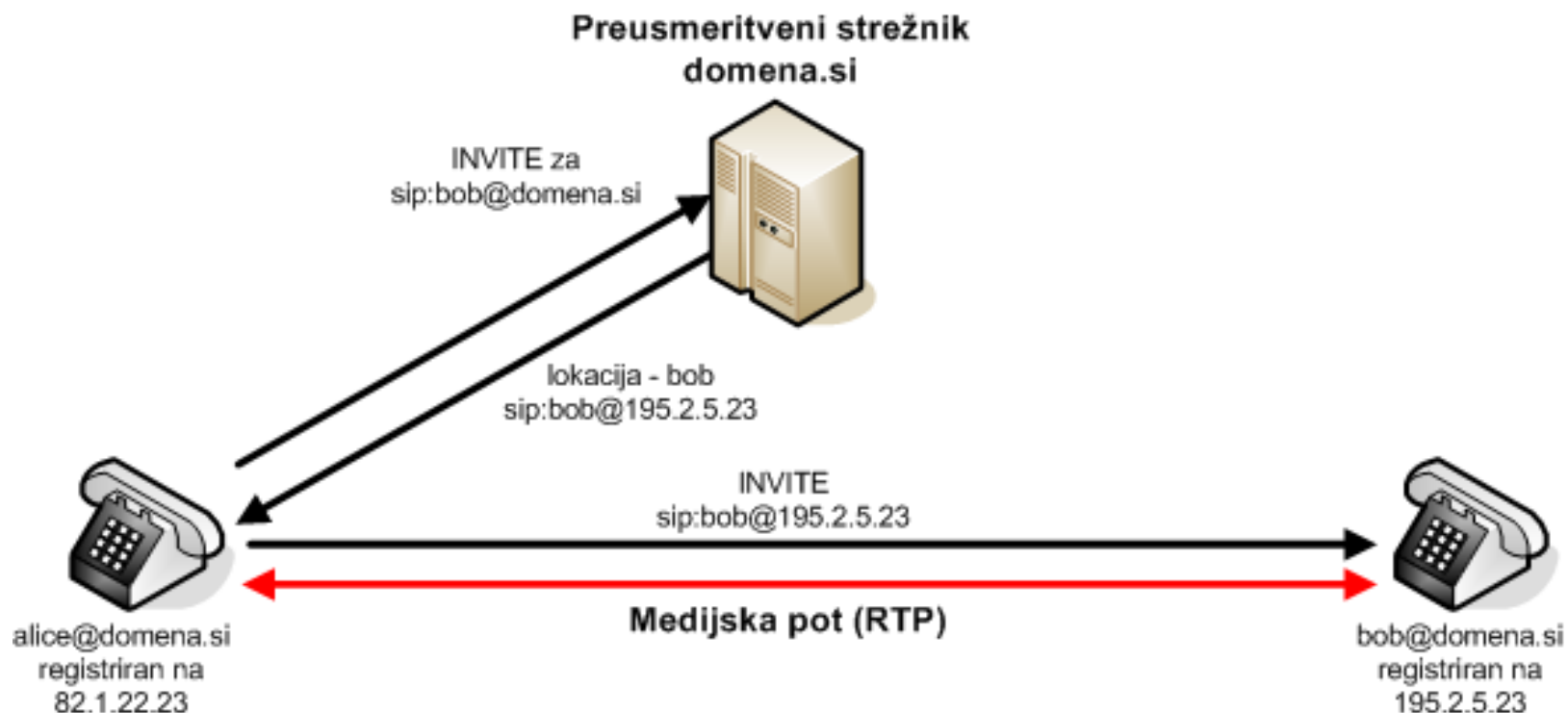






# Preusmeritveni strežnik

- Mapiranje ciljnih naslovov na enega ali več novih naslovov
- Prevedeni naslovi se posredujejo izvoru
- Preusmeritev (nov klic) opravi odjemalec sam





# Posredovalni (proxy) strežnik

## ■ Proxy strežnik

- strežnik, ki sprejema in posreduje zahteve
- ima vlogo aplikacijskega usmerjevalnika (usmerjajo SIP sporočila do klicanega uporabnika)
- omogoča posredovanje “nepoznanih” zahtev
- ne omogoča vzpostavitve in terminacije klica

## ■ Značilnosti

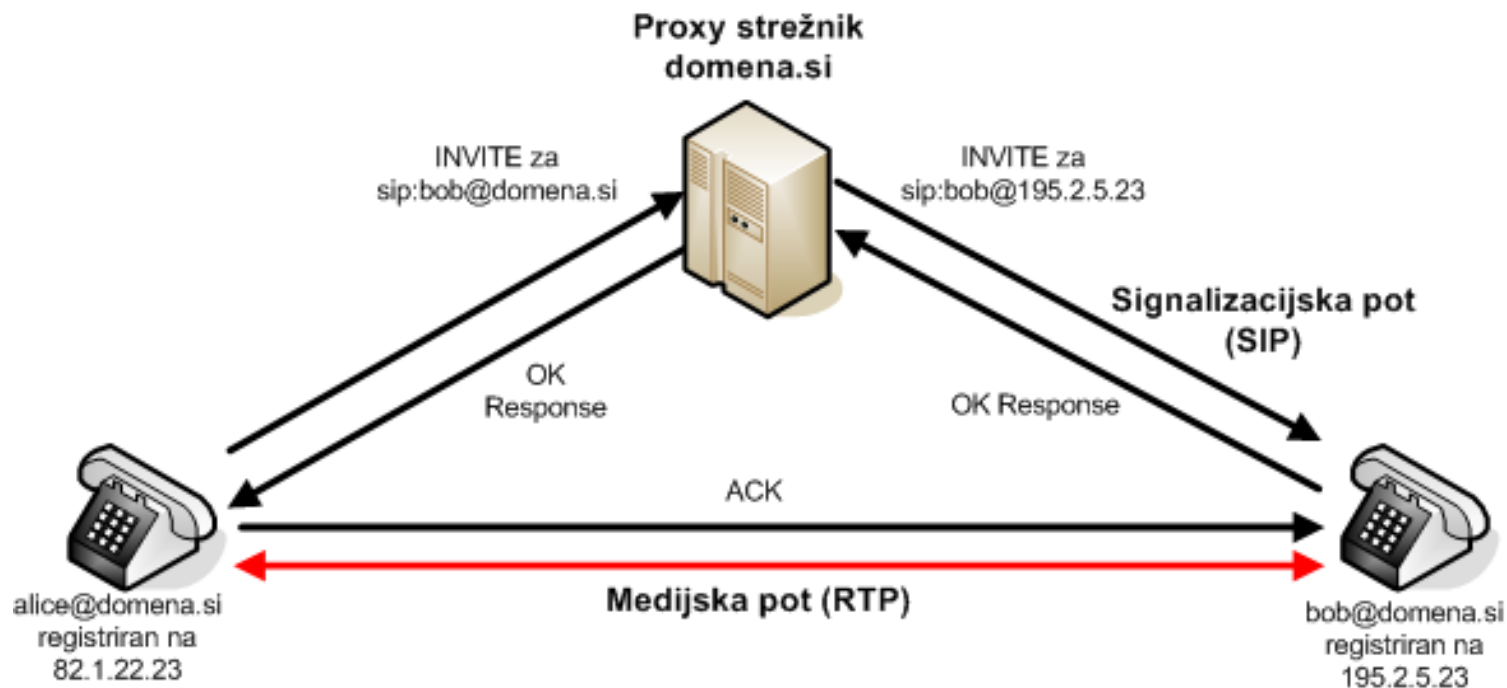
- posredovanje zahtev UA
- protokolni sklad SIP proxy ne implementira medijskih zmogljivosti
- procesiranje in modifikacija
  - SIP zaglavje ✓
  - telo sporočila SIP ✗



# Posredovalni (proxy) strežnik

## ■ Delovanje

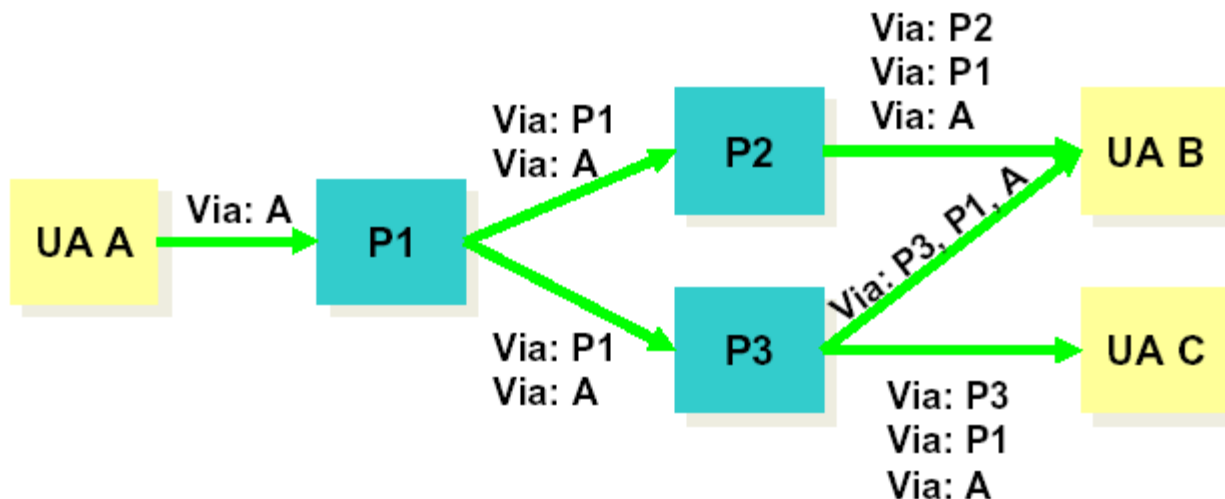
- kličeči vzpostavlja zvezo prek SIP proxy strežnika
- sporočilo *INVITE* na naslov klicanega (To: <sip:bob@domena.si>)
- strežnik SIP proxy preveri registracijo klicane entitete
- strežnik SIP proxy preveri trenutno lokacijo klicane entitete
- strežnik SIP proxy posreduje *INVITE* na trenutno lokacijo klicanega





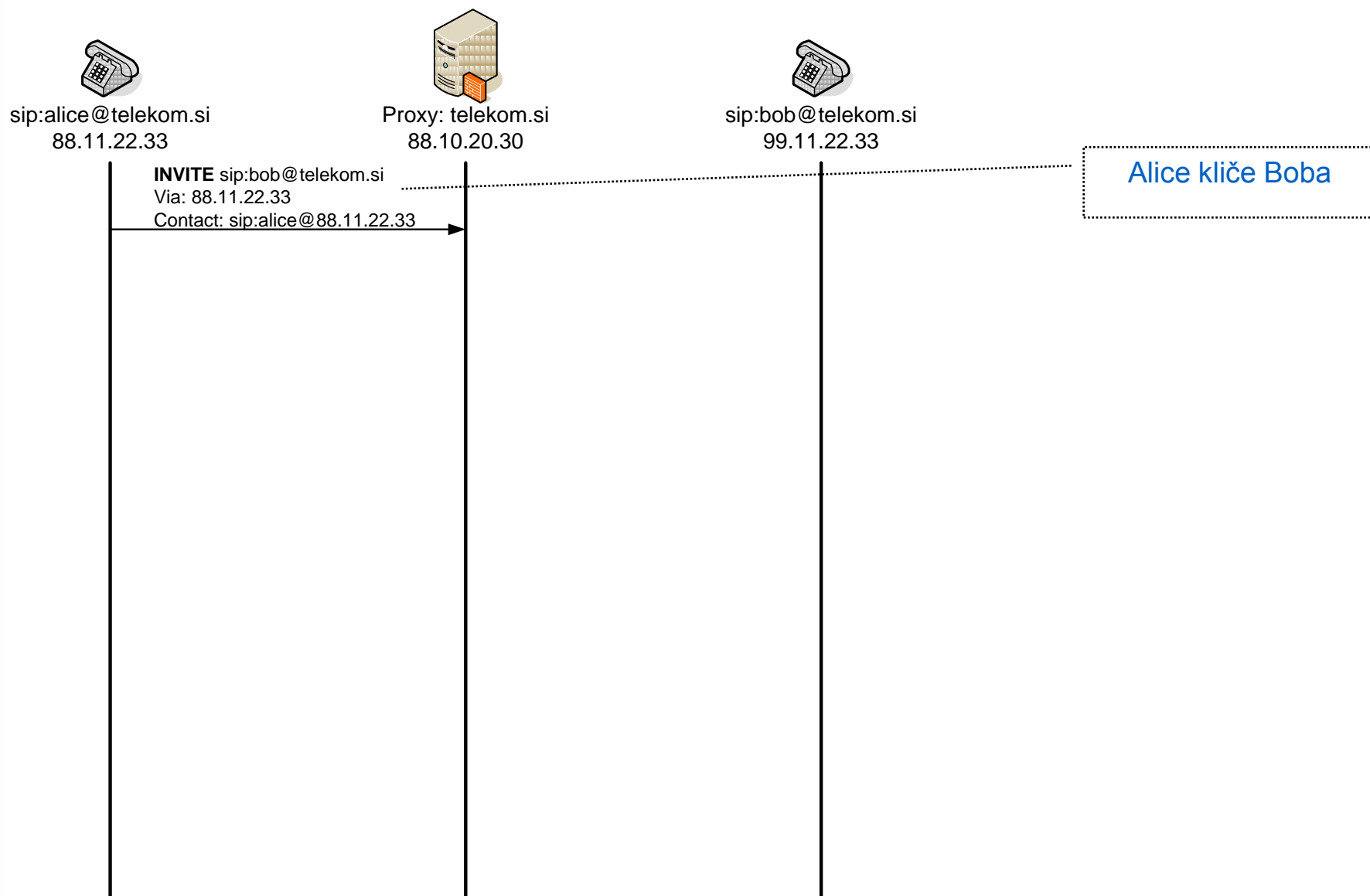
# Polje Via

- Polje Via indicira pot prejete zahteve SIP (skozi katere strežnike je potovala zahteva)
  - v izogib zankam pri usmerjanju sporočil
  - polja Via določijo povratno pot odgovora
  - povratna pot odgovora je vedno enaka poti zahteve
- Vsak strežnik proxy pri posredovanju sporočila vrine svoj kontaktni naslov na vrh seznama Via (v zahtevi)
- Odgovor na zahtevo je poslan prvemu vnosu Via (iz zahteve)
- Strežnik UAS odvrže sporočilo z napačnim prvim vnosom Via



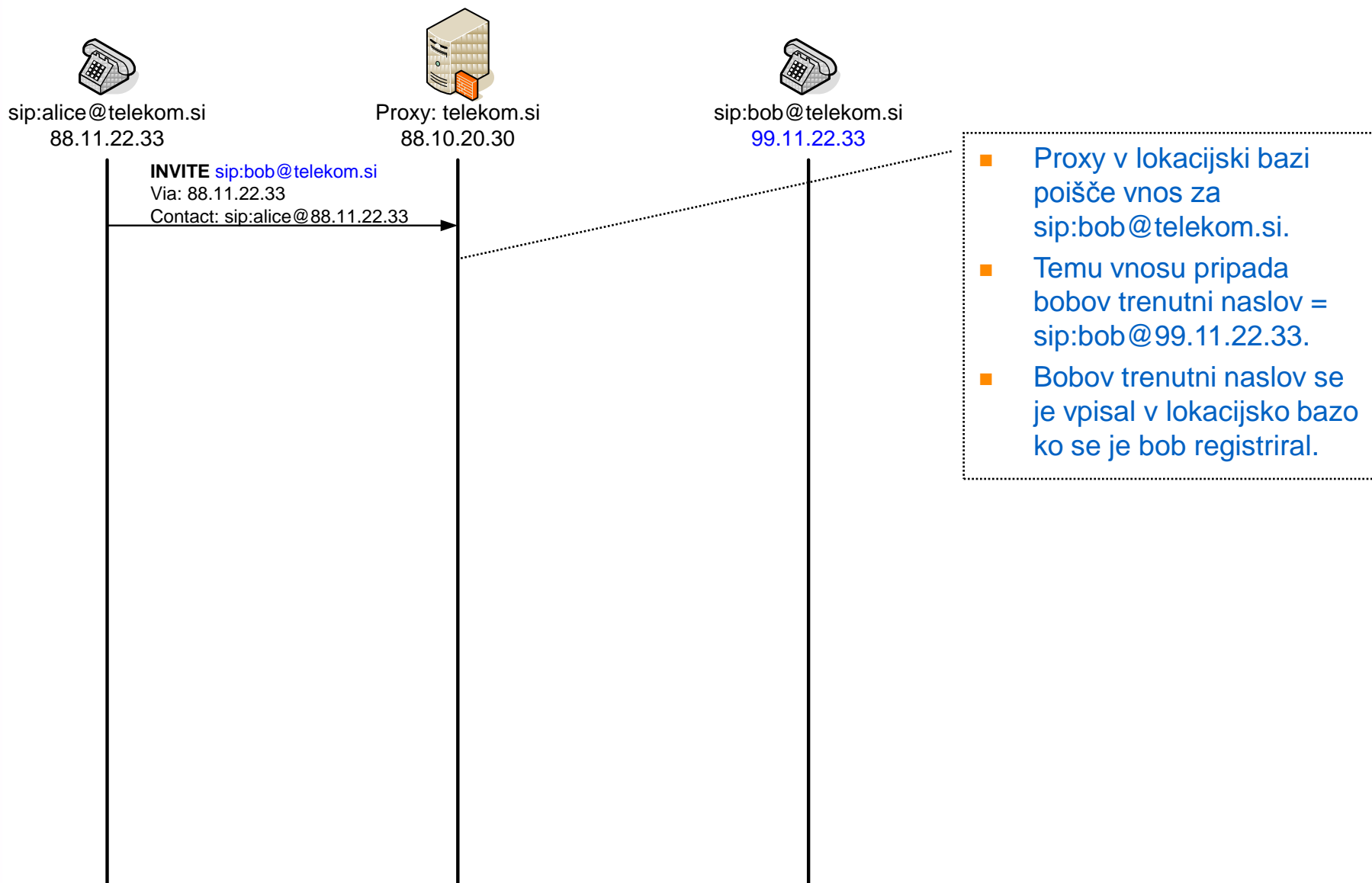


# Klic preko proxy strežnika



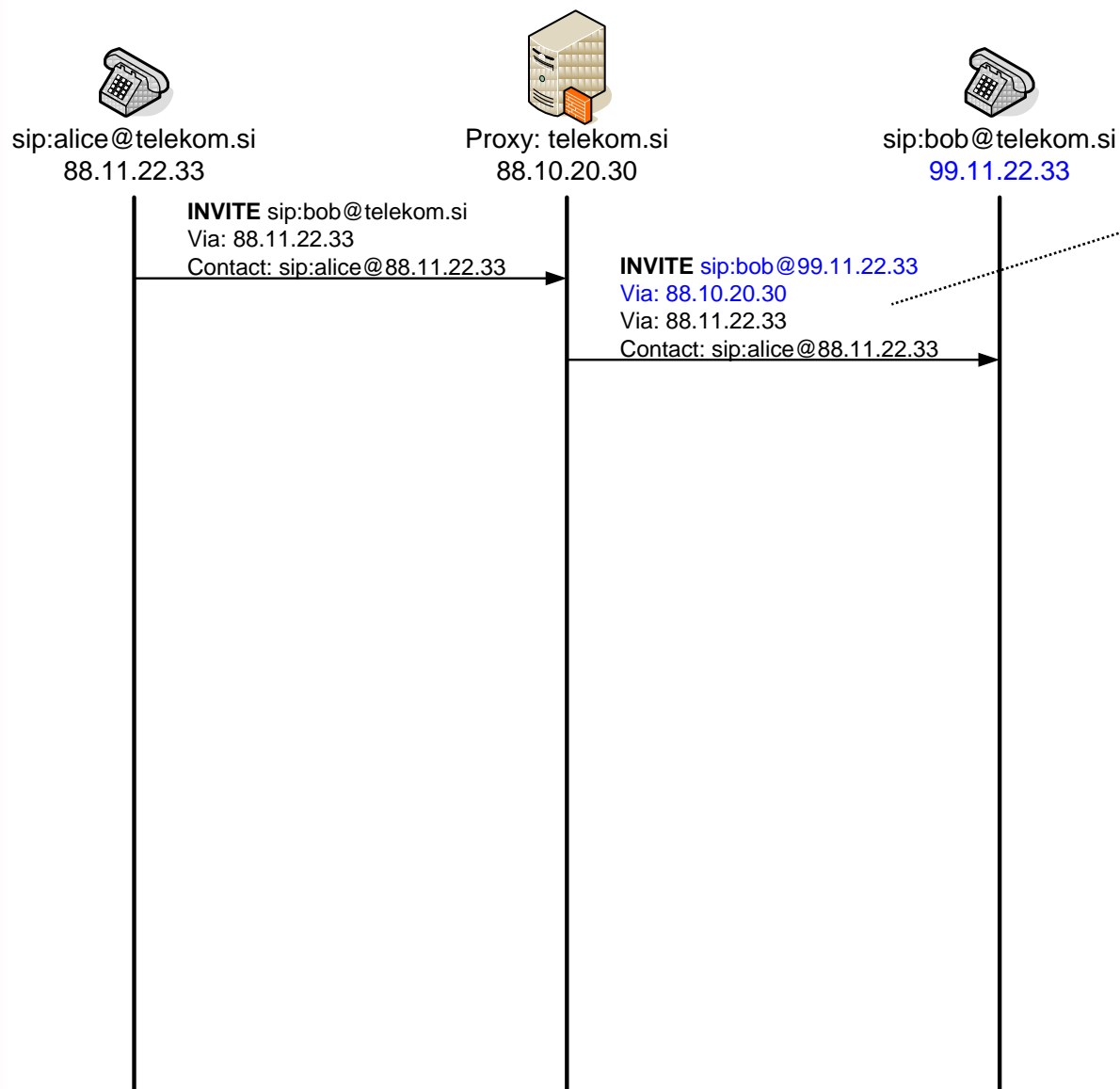


# Klic preko proxy strežnika





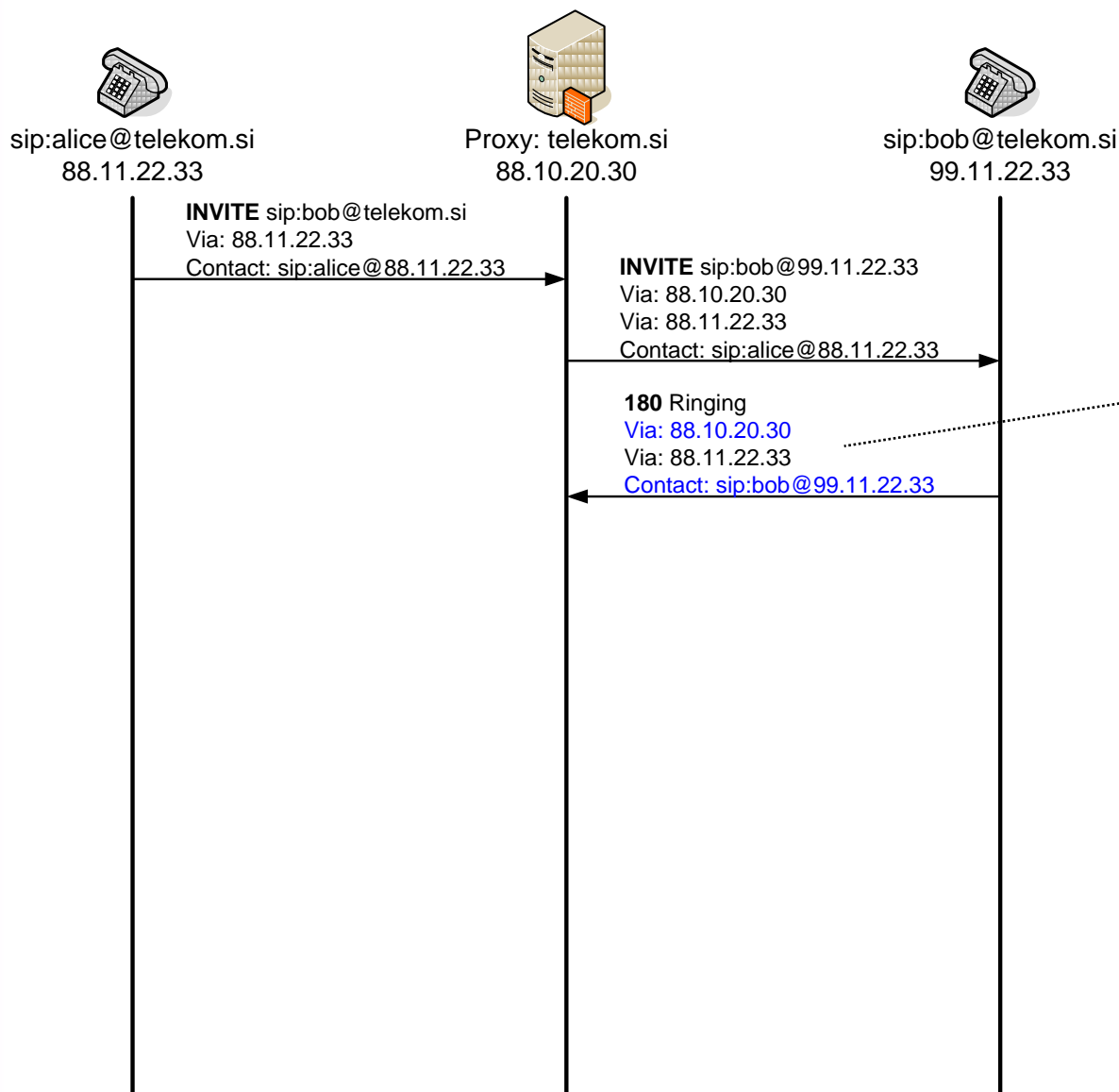
# Klic preko proxy strežnika



- Proxy posreduje INVITE do Boba.
- Naslov v statusni vrstici spremeni v naslov, ki ga je prejel iz lokacijske baze.
- Svoj naslov doda v polje Via.



# Klic preko proxy strežnika

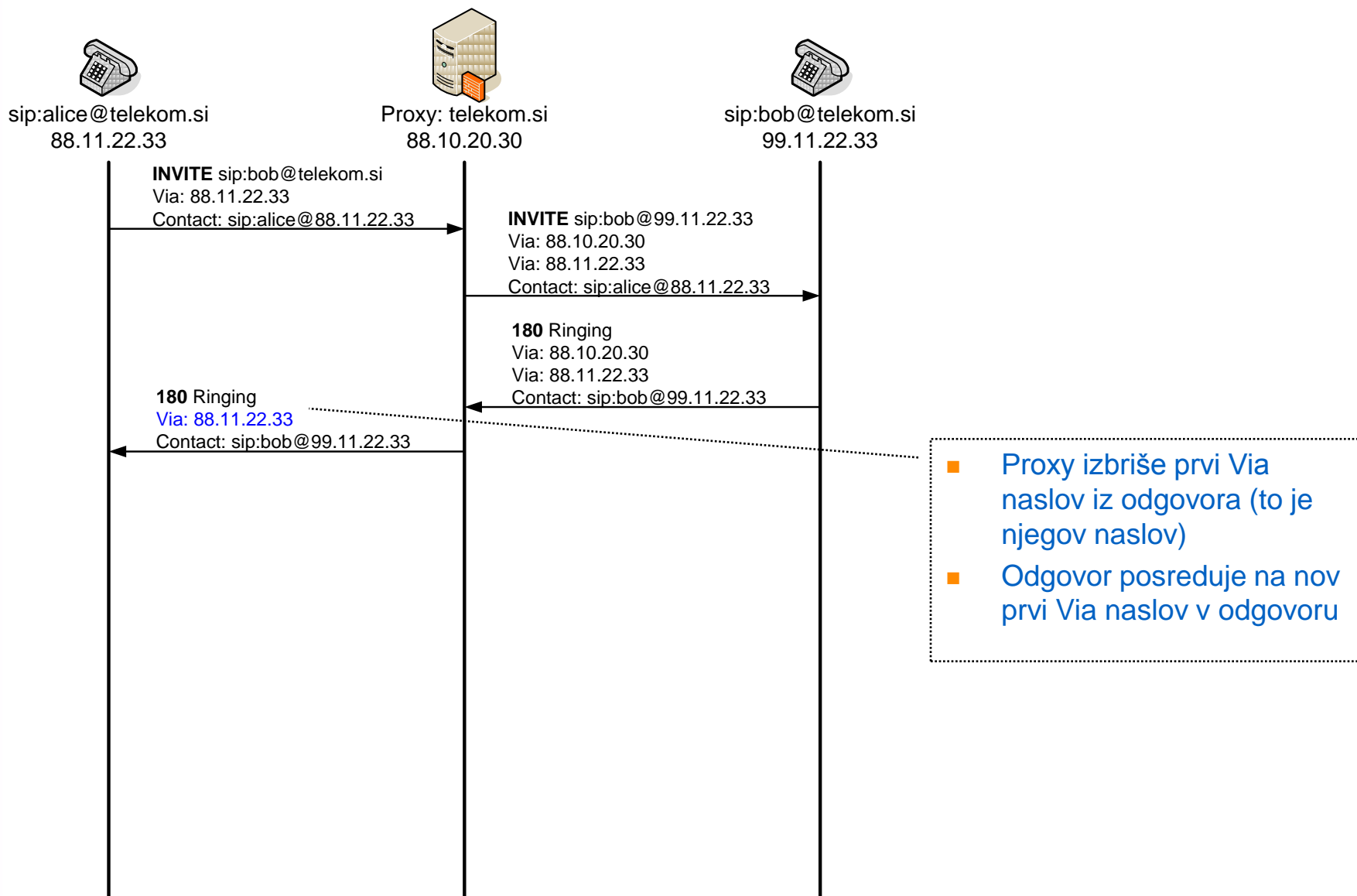


- Bobu zazvoni telefon
- V odgovoru zapiše svoj trenutni naslov v polje Contact
- Odgovor posreduje na prvi Via naslov



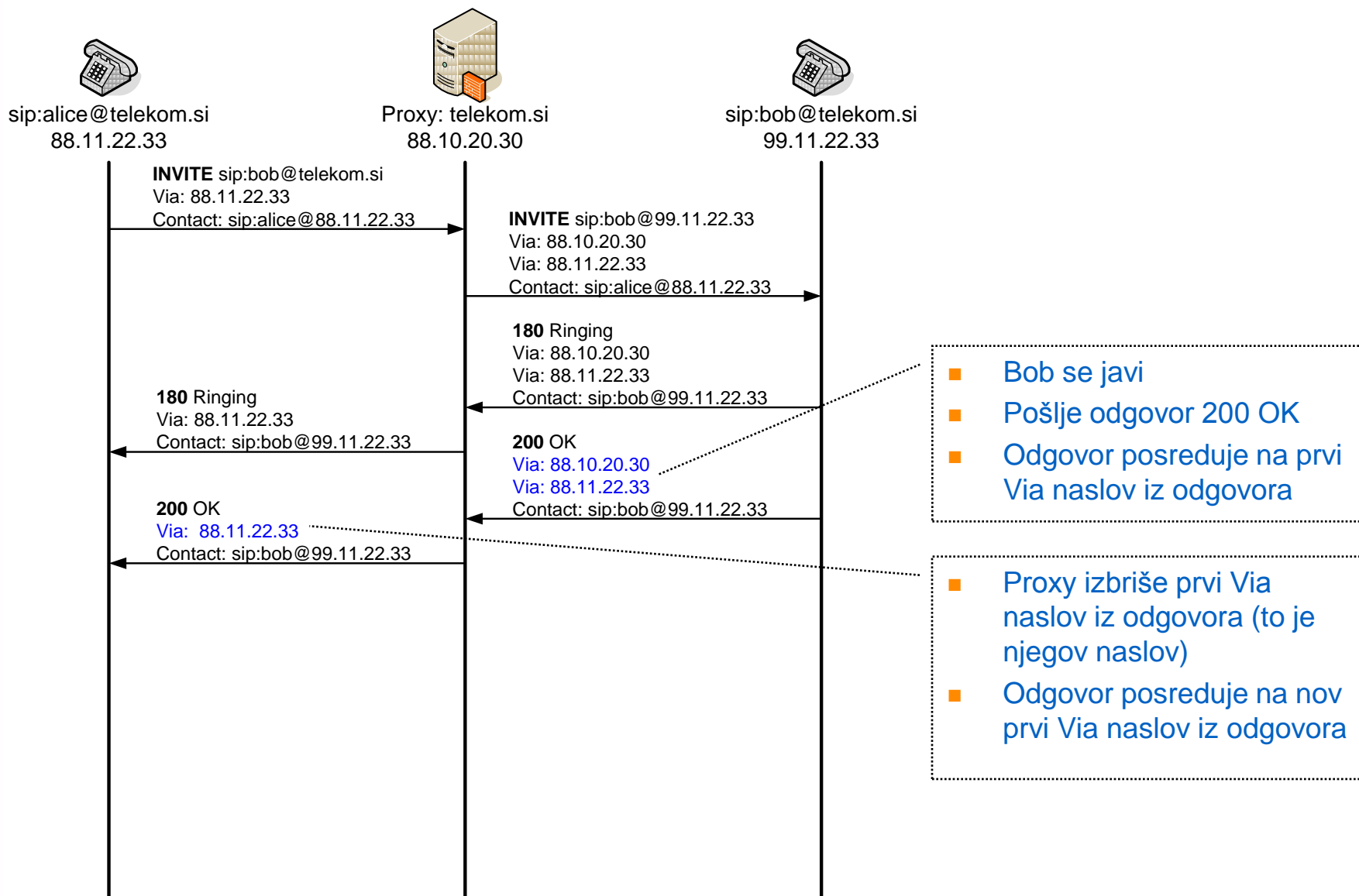


# Klic preko proxy strežnika



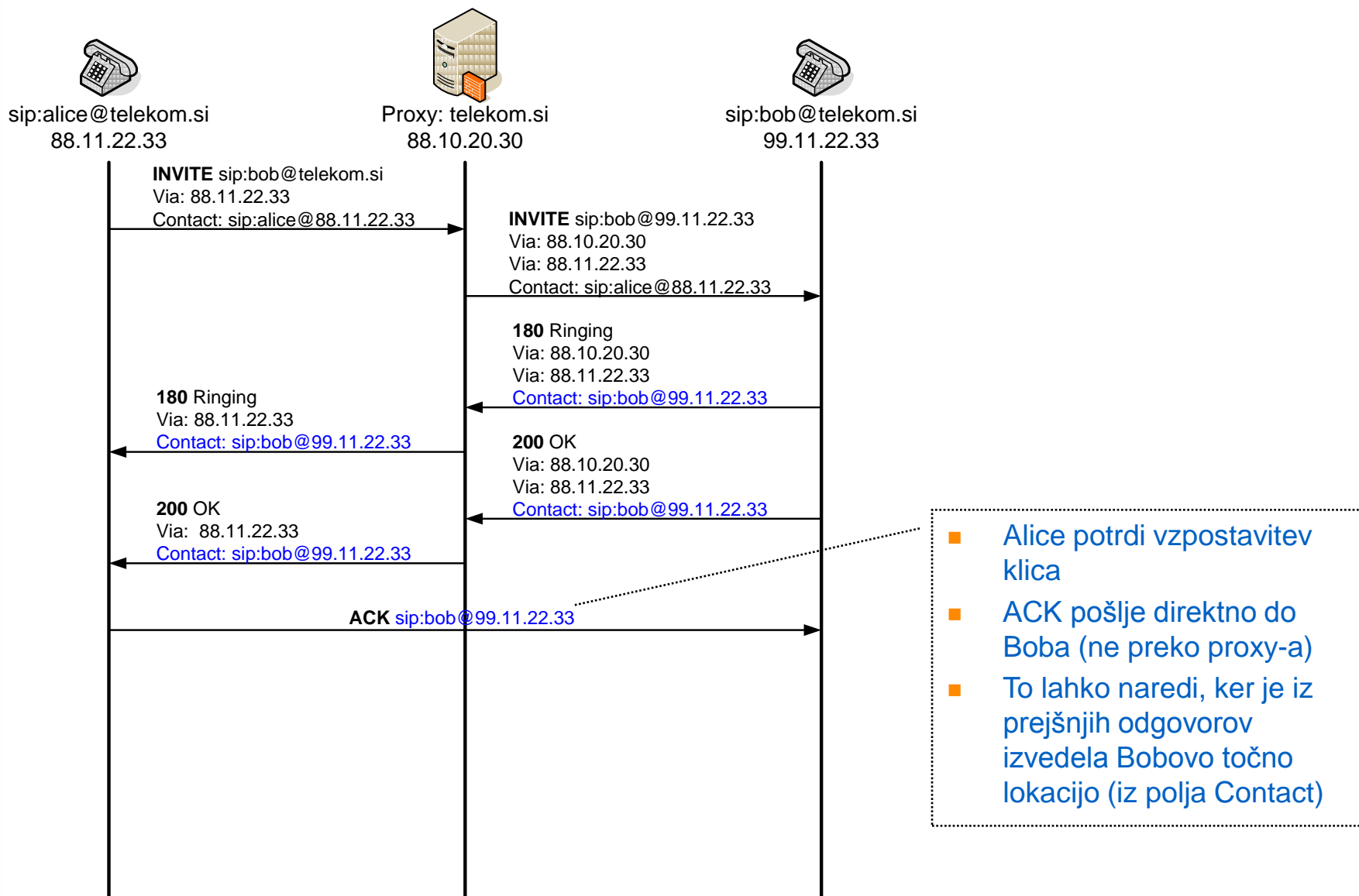


# Klic preko proxy strežnika



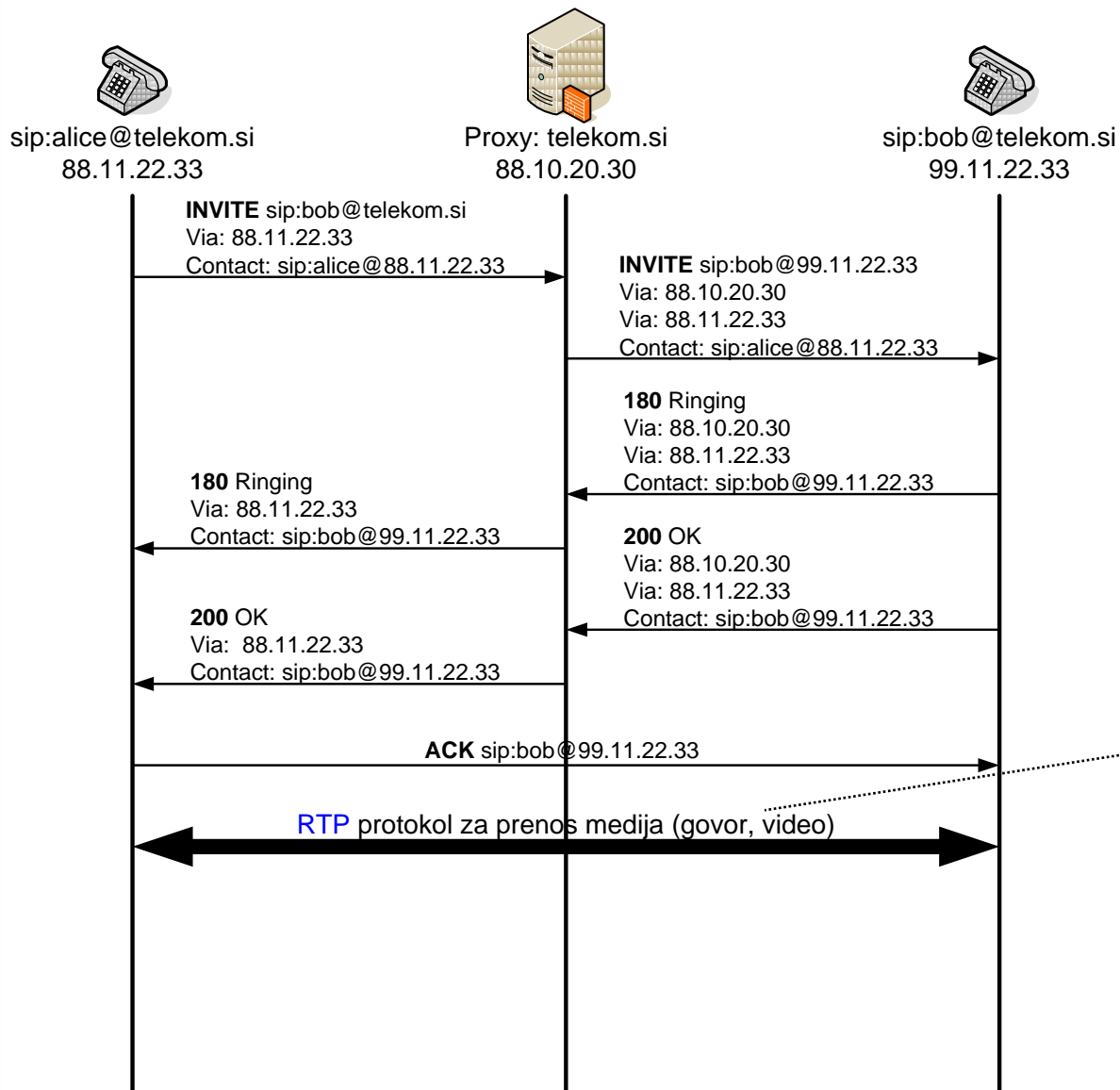


# Klic preko proxy strežnika





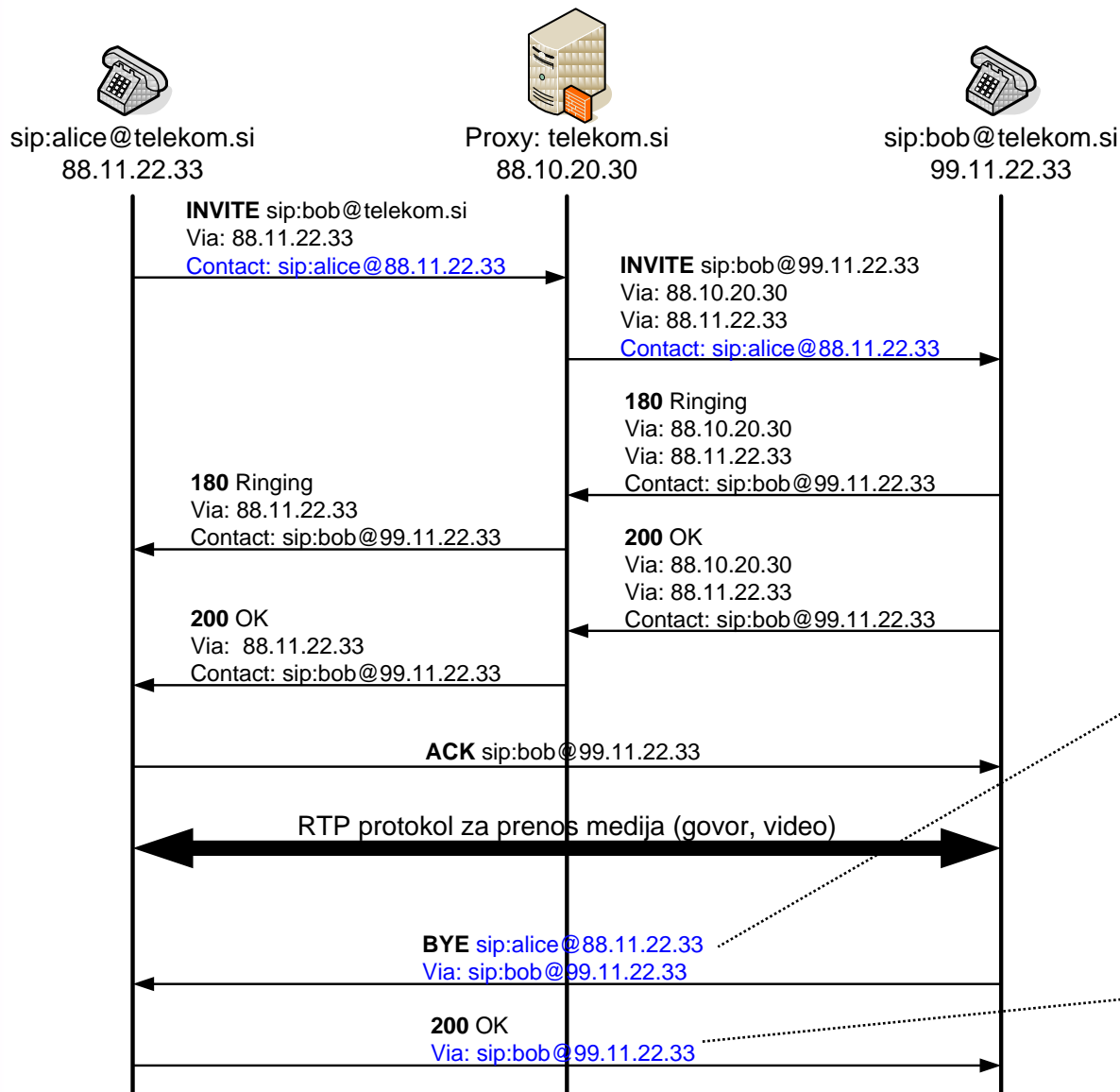
# Klic preko proxy strežnika



- Zveza je vzpostavljena
- Za prenos medija se uporablja protokol RTP
- RTP se prenaša P2P (NE preko proxy)



# Klic preko proxy strežnika

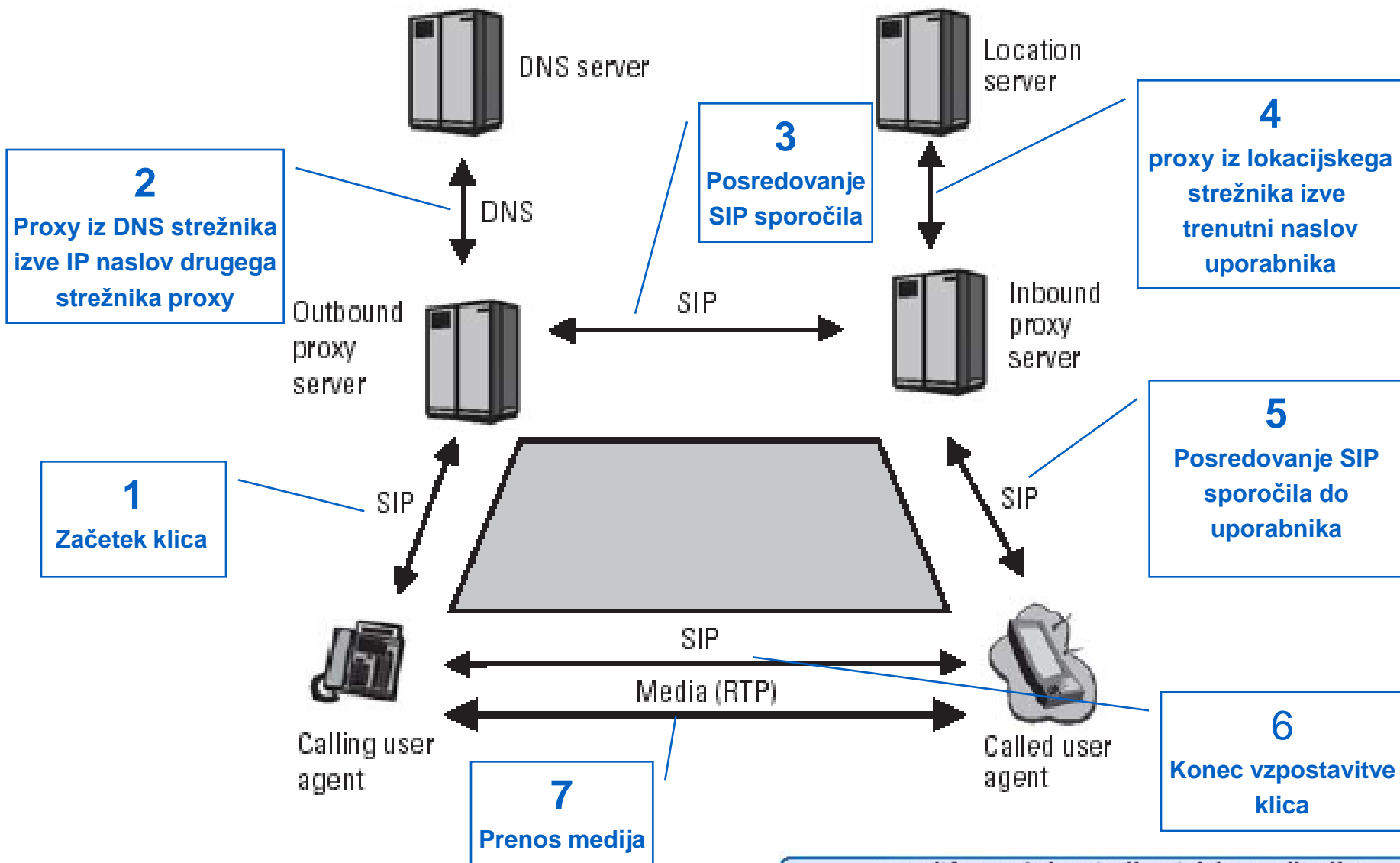


- Bob prekine zvezo
- Zahtevo BYE naslovi na trenutni naslov od Alice
- Svoj trenutni naslov zapiše v polje Via

- Alice potrdi prekinitev zveze

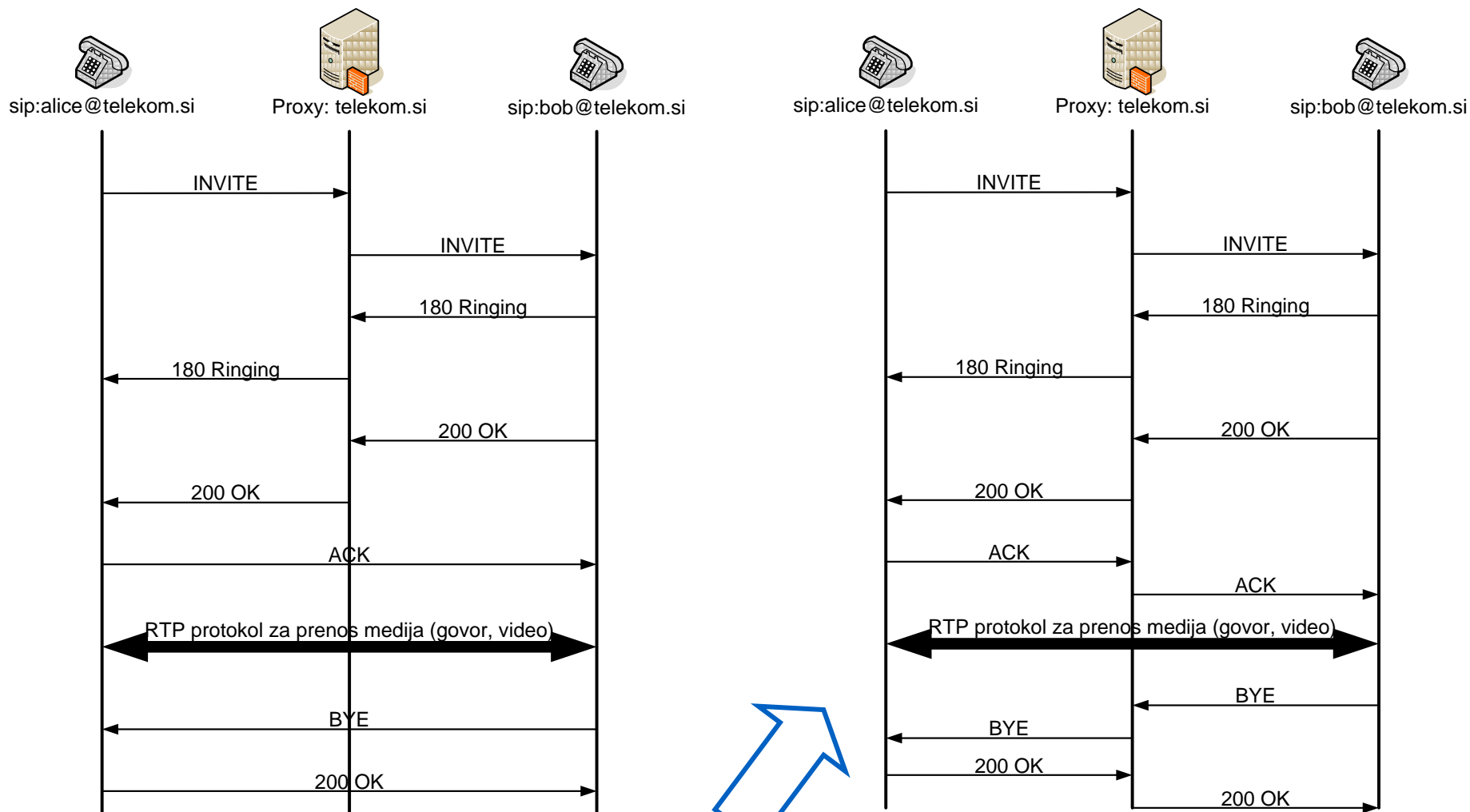


# Klic prek strežnikov SIP proxy





# Polje Record-Route

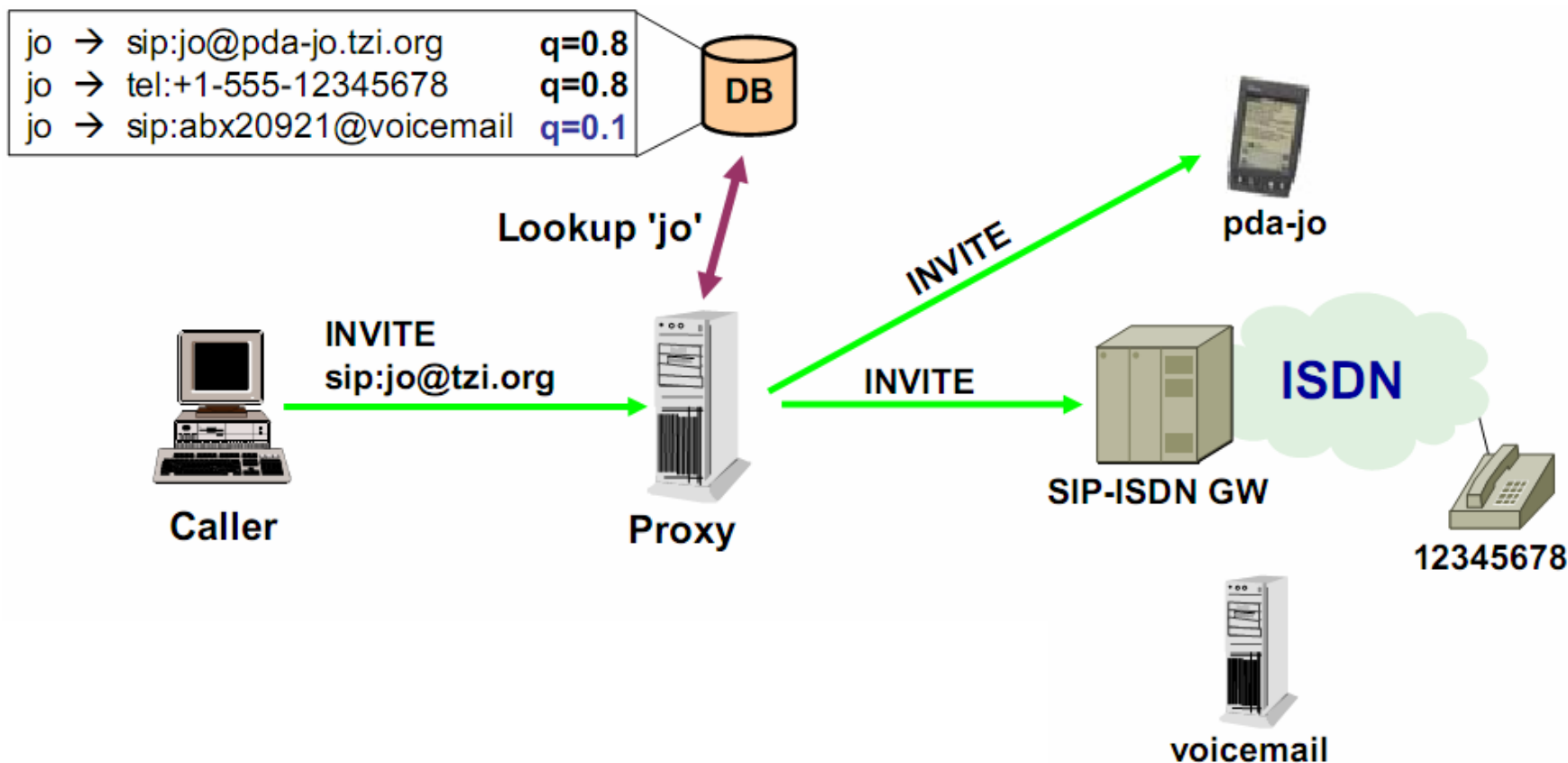


- Proxy strežnik lahko z uporabo polja Record-Route sodeluje pri celotnem dialogu
- uporaba: storitve AAA (accounting, billing), FW/NAT





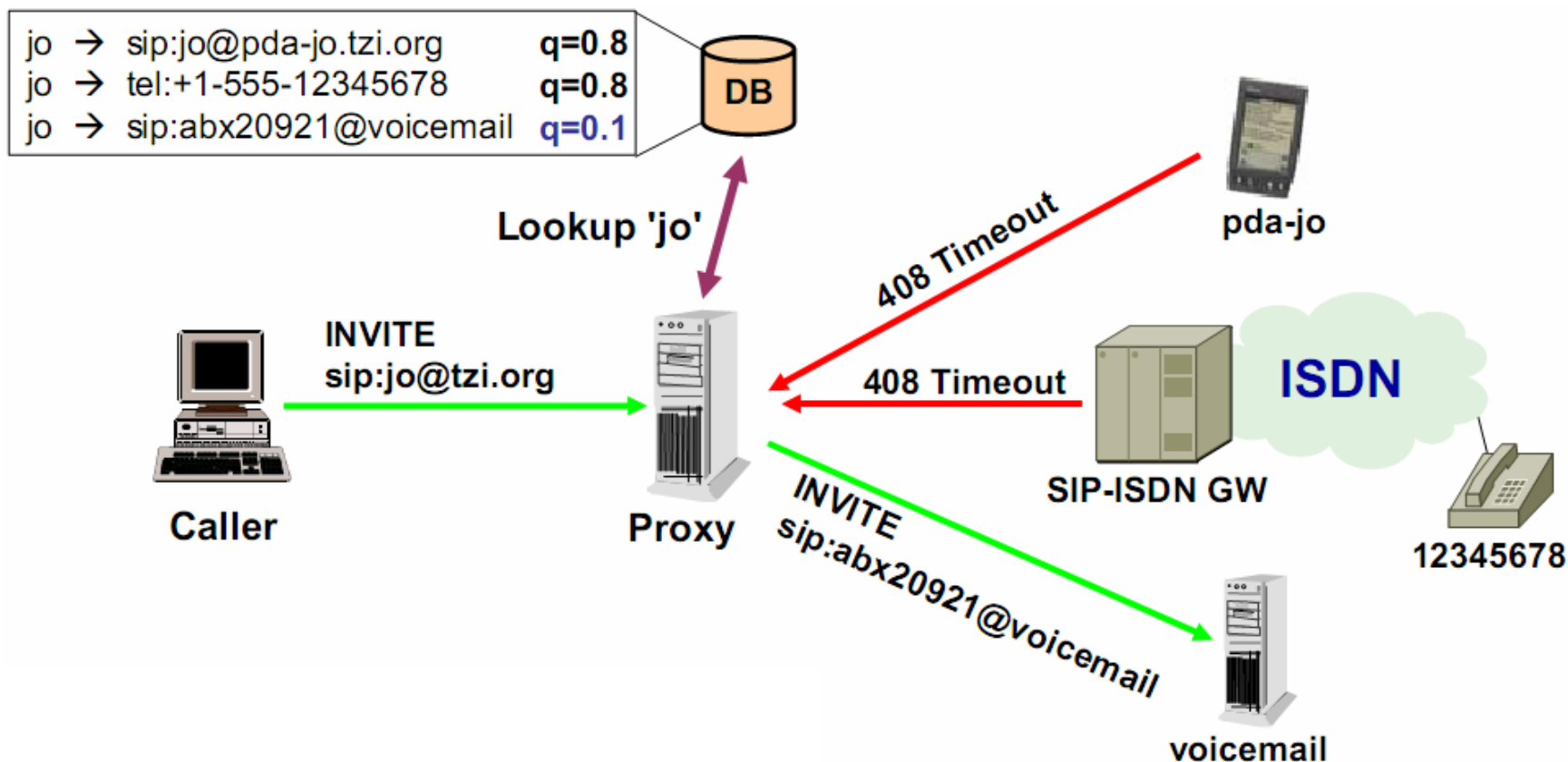
# Forking – posredovanje na več naslovov



- Contact-Parameter q - utež za kontakte
- Primer: glasovna pošta samo v primeru, da ni odgovora od drugih UA-jev



# Forking – posredovanje na več naslovov

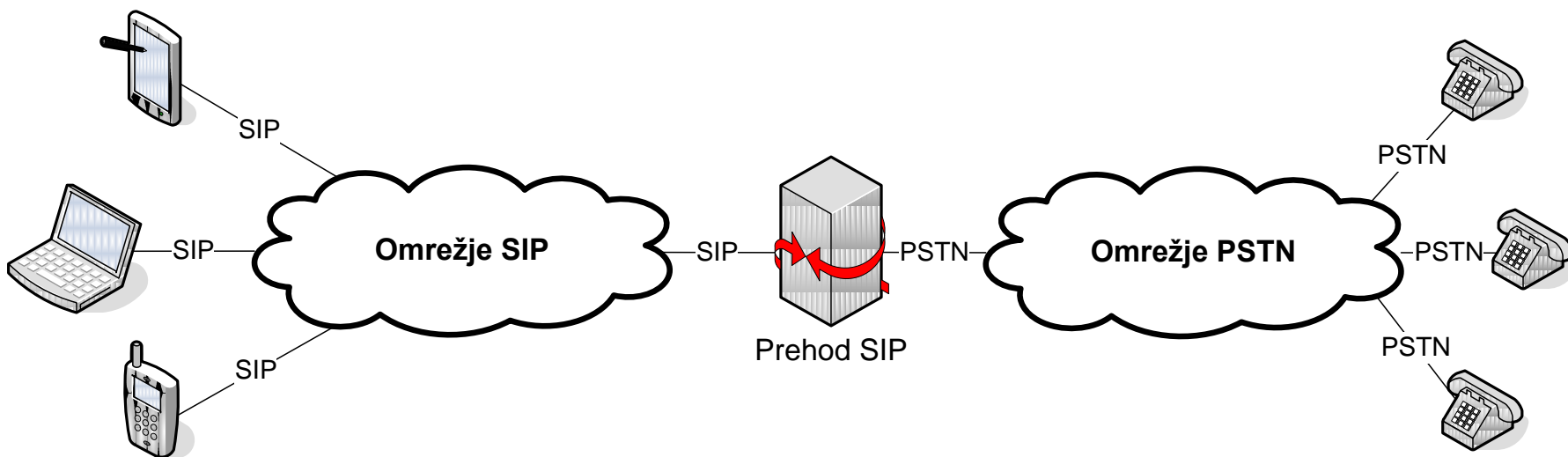


- Ni odgovora - posreduje na naslove z nižjo vrednostjo q
- Daljša vzpostavitevna zakasnitev
- Potrebni manj registracij



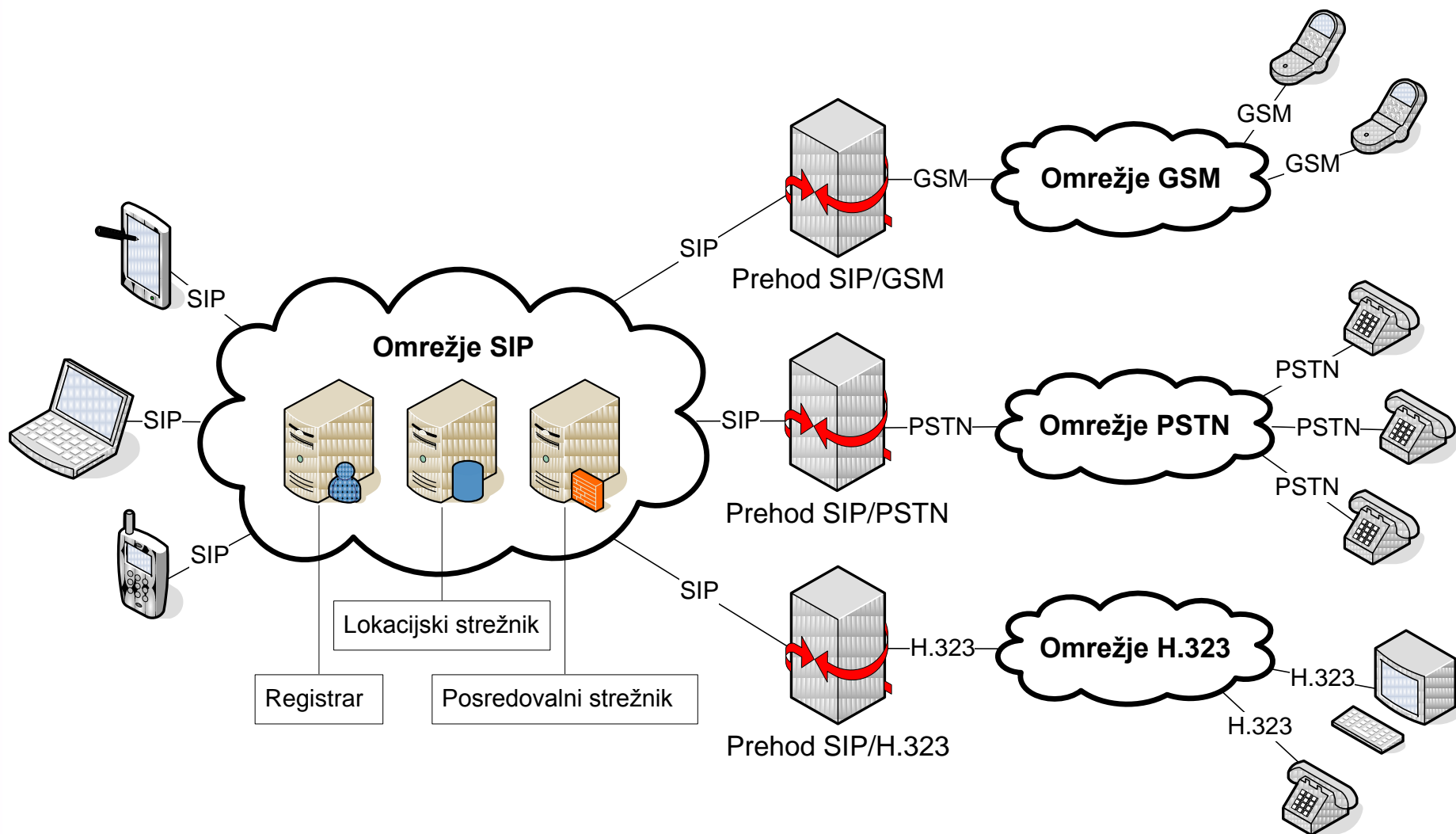
# Prehod SIP

- Izvaja translacijo med formatom protokola SIP in formati ostalih signalizacijskih protokolov
- Prehod SIP lahko terminira tudi medijski tok





# SIP arhitektura – skica





# Globalni SIP

