



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Δίκτυα Υπολογιστών

Αναφορά 5ης Εργαστηριακής Άσκησης

**Ραπτόπουλος Πέτρος (ει19145)
Ομάδα 3**

Άσκηση 1: Ο χρόνος ζωής των πακέτων IPv4

- 1.1) Ποια είναι η διεύθυνση IPv4 της κάρτας δικτύου του υπολογιστή που χρησιμοποιείτε; **147.102.203.65**
- 1.2) Ποια είναι η μάσκα υποδικτύου; **255.255.252.0**
- Ποιο το μήκος προθέματος δικτύου; **22 bits**
- 1.3) Ποια είναι η σύνταξη της εντολής ping ώστε να παράγετε ένα μόνο πακέτο IPv4 με συγκεκριμένη τιμή της επικεφαλίδας TTL; **ping -c 1 -t <ttl>**

```
petrosrapto@petrosraptoAssistant:~$ ifconfig
lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
        inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
            loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)
            RX packets 673 bytes 60887 (60.8 KB)
            RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
            TX packets 673 bytes 60887 (60.8 KB)
            TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

virbr0: flags=4099<UP,BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500
    inet 192.168.122.1 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.122.255
        ether 52:54:00:d1:be:8d txqueuelen 1000 (Ethernet)
        RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
        RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
        TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
        TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

wlp1s0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 147.102.203.65 netmask 255.255.252.0 broadcast 147.102.203.255
        inet6 2001:648:2000:e9:c095:18be:1e4a:2be4 prefixlen 64 scopeid 0x0<global>
        inet6 fe80::85f9:b27:bde1:b577 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
        inet6 2001:648:2000:e9:c894:ec00:a88:35c2 prefixlen 64 scopeid 0x0<global>
        ether 90:78:41:15:66 txqueuelen 1000 (Ethernet)
        RX packets 63111 bytes 40417101 (40.4 MB)
        RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
        TX packets 5593 bytes 1121605 (1.1 MB)
        TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
```

Ξεκινάμε μια καταγραφή με φίλτρο σύλληψης ώστε να καταγράφονται μόνο τα πλαίσια που περιλαμβάνουν τη διεύθυνση IPv4 της κάρτας δικτύου του υπολογιστή μας. Κάνουμε ping στην IPv4 διεύθυνση 176.126.38.1 ξεκινώντας από την τιμή TTL=1 και αυξάνοντάς τη διαδοχικά κατά 1 μέχρι να παύσει να εμφανίζεται το σχετικό με τη λήξη του TTL μήνυμα. Όταν τελειώσει η καταγραφή εφαρμόστε ένα φίλτρο απεικόνισης, ώστε να παραμείνουν μόνο πλαίσια σχετιζόμενα με το πρωτόκολλο ICMP.

```
petrosrapto@petrosraptoAssistant:~$ ping -c 1 -t 1 176.126.38.1
PING 176.126.38.1 (176.126.38.1) 56(84) bytes of data.
From 147.102.236.200 icmp_seq=1 Time to live exceeded

--- 176.126.38.1 ping statistics ---
1 packets transmitted, 0 received, +1 errors, 100% packet loss, time 0ms

petrosrapto@petrosraptoAssistant:~$ ping -c 1 -t 2 176.126.38.1
PING 176.126.38.1 (176.126.38.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 176.126.38.1: icmp_seq=1 ttl=63 time=4.47 ms

--- 176.126.38.1 ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 4.466/4.466/4.466/0.000 ms
```

- 1.4) Ποια είναι η ελάχιστη τιμή TTL για να φτάσει το πακέτο στην 176.126.38.1; **2**
- 1.5) Σχεδιάστε ένα απλό διάγραμμα της διαδρομής μέχρι τη διεπαφή με IPv4 διεύθυνση 176.126.38.1 όπου να εμφανίζονται οι διευθύνσεις IPv4 των ενδιάμεσων διεπαφών.

147.102.203.65 (ο υπολογιστής μας) => 147.102.236.200 (δρομολογητής) => 176.126.38.1 (στόχος)

Παρακάτω φαίνονται τα πακέτα που κατέγραψε τα Wireshark:

icmp						
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
104	0.000000000	147.102.203.65	176.126.38.1	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0001, seq=1/256, ttl=1 (no response)
105	0.003906620	147.102.236.200	147.102.203.65	ICMP	110	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)
116	24.377155314	147.102.203.65	176.126.38.1	ICMP	98	Echo (ping) request id=0x0002, seq=1/256, ttl=2 (reply in 116)
117	0.004424394	176.126.38.1	147.102.203.65	ICMP	98	Echo (ping) reply id=0x0002, seq=1/256, ttl=63 (request in 104)

Frame 104: 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits) on interface wlp1s0, id 0
Ethernet II, Src: IntelCor_15:16:66 (90:78:41:15:16:66), Dst: Cisco_d0:d9:id (08:ec:f5:d0:d9:id)
Internet Protocol Version 4, Src: 147.102.203.65, Dst: 176.126.38.1
Internet Control Message Protocol

```

0000  08 ec f5 d0 d9 1d 90 78 41 15 16 66 08 00 45 00  ....x A .f .E .
0010  00 54 8f a8 40 00 01 01 b4 d9 93 66 cb 41 b0 7e  T ..@ ... .f .A ~
0020  26 01 08 00 c0 e6 00 01 00 01 c5 3e 62 63 00 00  & ..... >bc ..
0030  00 00 47 a2 09 00 00 00 00 00 10 11 12 13 14 15  ..G ..... .
0040  16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23 24 25  ..... ! "#$%
0050  26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33 34 35  &'()*, - ./012345
0060  36 37 67

```

Άσκηση 2: Ανακαλύψτε την τοπολογία

Σημείωση: Οι παρακάτω ασκήσεις έγιναν σε διαφορετική ημέρα στο εργαστήριο από την Άσκηση 1. Συνεπώς το IPv4 του υπολογιστή μας άλλαξε. Νέο IPv4: **147.102.236.33**

```

petrosrapto@petrosraptoAssistant:~$ ifconfig
lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
        inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
            loop txqueuelen 1000 (Local Loopback)
            RX packets 3902 bytes 375948 (375.9 KB)
            RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
            TX packets 3902 bytes 375948 (375.9 KB)
            TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

virbr0: flags=4099<UP,BROADCAST,MULTICAST> mtu 1500
    inet 192.168.122.1 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.122.255
        ether 52:54:00:d1:be:8d txqueuelen 1000 (Ethernet)
        RX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
        RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
        TX packets 0 bytes 0 (0.0 B)
        TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

wlp1s0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 147.102.236.33 netmask 255.255.252.0 broadcast 147.102.239.255
        inet6 2001:648:2000:e9:c894:ec00:a88:35c2 prefixlen 64 scopeid 0x0<global>
        inet6 fe80::85f9:b27:bde1:b577 txqueuelen 64 scopeid 0x20<link>
        inet6 2001:648:2000:e9:25a8:c828:8a5d:30a0 prefixlen 64 scopeid 0x0<global>
        ether 90:78:41:15:16:66 txqueuelen 1000 (Ethernet)
        RX packets 774640 bytes 1101046983 (1.1 GB)
        RX errors 0 dropped 1 overruns 0 frame 0
        TX packets 237083 bytes 27513485 (27.5 MB)
        TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

```

Επαναλαμβάνουμε το traceroute ή tracert από τον υπολογιστή μας προς τον κεντρικό εξυπηρετητή ιστού του ΕΜΠ www.ntua.gr, φροντίζοντας να παραχθούν πακέτα IPv4.

2.1 Ποια η σύνταξη της εντολής που χρησιμοποιήσατε; **traceroute -4 -I www.ntua.gr**

Ποιες διαφορές παρατηρείτε σε σχέση με το παρελθόν; Παρατηρούμε ότι πλέον ο εξυπηρετητής ιστού ονομάζεται www.ntua.gr και όχι achilles.noc.ntua.gr και έχει διαφορετική διεύθυνση IPv4. Επίσης ο δρομολογητής που παρεμβάλλεται έχει αλλάξει διεύθυνση IPv4.

```
petrosrapto@petrosraptoAssistant:~$ traceroute -4 -I www.ntua.gr
traceroute to www.ntua.gr (147.102.224.101), 30 hops max, 60 byte packets
 1 _gateway (147.102.236.200)  82.194 ms  86.490 ms  91.233 ms
 2 www.ntua.gr (147.102.224.101)  88.473 ms  94.193 ms  102.465 ms
```

Σημείωση: Με το flag -I επιβάλλουμε στην traceroute να χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο ICMP για την εύρεση του μονοπατιού κάθε πακέτου. By default χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο UDP το οποίο δεν εμφανίζει αποτελέσματα κατά την εκτέλεσή του (όπως φαίνεται παρακάτω). Ίσως χρησιμοποιείται κάποιο firewall από το εν λόγω δίκτυο.

```
petrosrapto@petrosraptoAssistant:~$ traceroute -4 www.ntua.gr
traceroute to www.ntua.gr (147.102.224.101), 30 hops max, 60 byte packets
 1 _gateway (147.102.236.200)  9.135 ms  27.513 ms  27.493 ms
 2 * * *
 3 * * *
 4 * * *
 5 * * *
 6 * * *
 7 * * *
 8 * * *
 9 * * *
10 * * *
11 * * *
12 * * *
13 * * *
14 * * *
15 * * *
16 * * *
17 * * *
18 * * *
19 * * *
20 * * *
21 * * *
22 * * *
23 * * *
24 * * *
25 * * *
26 * * *
27 * * *
28 * * *
29 * * *
30 * * *
```

2.2) Σχεδιάστε μια άποψη της τοπολογίας του δικτύου δεδομένων του Πολυτεχνείου όπως φαίνεται από τον υπολογιστή σας.

Χρησιμοποιούμε τους παρακάτω εξυπηρετητές ιστού των Σχολών του ΕΜΠ:

www.ece.ntua.gr (Ηλεκτρολόγιοι Μηχανικοί και Μηχανικοί Υπολογιστών)

www.arch.ntua.gr (Αρχιτέκτονες Μηχανικοί)

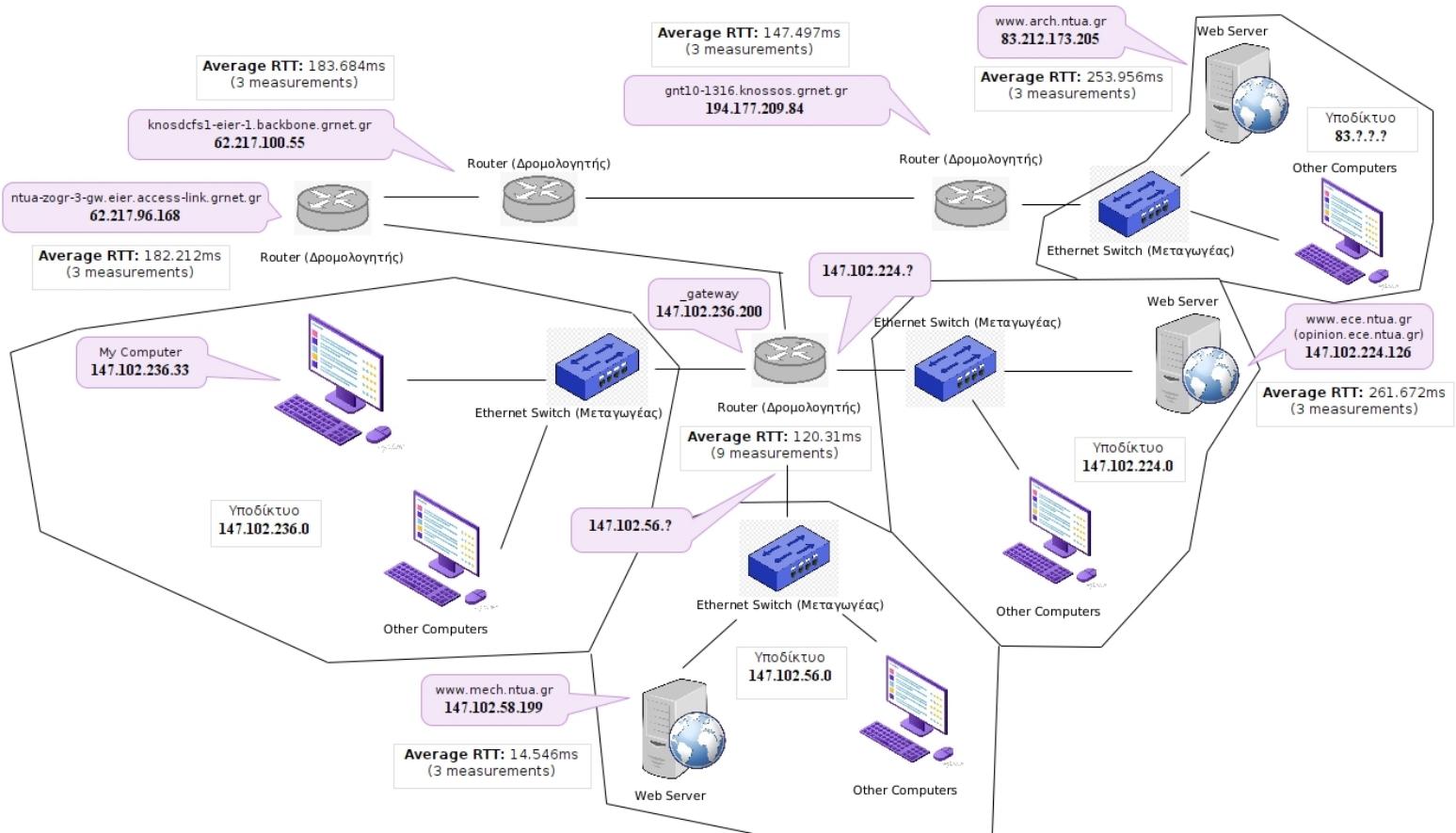
www.mech.ntua.gr (Μηχανολόγοι Μηχανικοί)

```
petrosrapto@petrosraptoAssistant:~$ traceroute -4 -I www.ece.ntua.gr
traceroute to www.ece.ntua.gr (147.102.224.126), 30 hops max, 60 byte packets
 1 _gateway (147.102.236.200)  88.620 ms  224.161 ms  250.795 ms
 2 opinion.ece.ntua.gr (147.102.224.126)  225.618 ms  272.930 ms  286.468 ms
petrosrapto@petrosraptoAssistant:~$ traceroute -4 -I www.arch.ntua.gr
traceroute to www.arch.ntua.gr (83.212.173.205), 30 hops max, 60 byte packets
 1 _gateway (147.102.236.200)  152.459 ms  162.687 ms  181.737 ms
 2 ntua-zogr-3-gw.eier.access-link.grnet.gr (62.217.96.168)  181.724 ms  182.178 ms  182.736 ms
 3 knosdcfs1-eier-1.backbone.grnet.gr (62.217.100.55)  183.227 ms  183.664 ms  184.162 ms
 4 gnt10-1316.knossos.grnet.gr (194.177.209.84)  141.516 ms  150.272 ms  150.703 ms
 5 www.arch.ntua.gr (83.212.173.205)  249.919 ms  255.711 ms  256.238 ms
petrosrapto@petrosraptoAssistant:~$ traceroute -4 -I www.mech.ntua.gr
traceroute to www.mech.ntua.gr (147.102.58.199), 30 hops max, 60 byte packets
 1 _gateway (147.102.236.200)  6.136 ms  6.070 ms  10.122 ms
 2 147.102.58.199 (147.102.58.199)  14.199 ms  14.613 ms  14.826 ms
```

2.3) Το σχεδιάγραμμά σας συμφωνεί με τα διαγράμματα που έχει δημοσιεύσει το Κέντρο Δικτύων του ΕΜΠ σχετικά με την τοπολογία του δικτύου δεδομένων του ΕΜΠ; **Ναι** συμφωνεί όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

Η επικοινωνία του υπολογιστή μας (ο οποίος βρίσκεται σε υποδίκτυο εντός ΕΜΠ) και του εξυπηρετητή ιστού www.ece.ntua.gr και www.mech.ntua.gr εμπίπτει στο πρώτο διάγραμμα, όπου γίνεται διαμεσολάβηση του κεντρικού δρομολογητή του ΕΜΠ.

Η επικοινωνία του υπολογιστή μας (ο οποίος βρίσκεται σε υποδίκτυο εντός ΕΜΠ) και του εξυπηρετητή ιστού www.arch.ntua.gr εμπίπτει στο δεύτερο διάγραμμα όπου γίνεται διαμεσολάβηση του ΕΔΕΤ grnet.



2.4) Ποια σύνταξη της εντολής traceroute ή tracert χρησιμοποιήσατε ώστε να παράγετε πακέτα IPv4 και να περιορίσετε το μέγιστο πλήθος βημάτων σε τέσσερα; **traceroute -4 -I -m 4 <www. ... >**

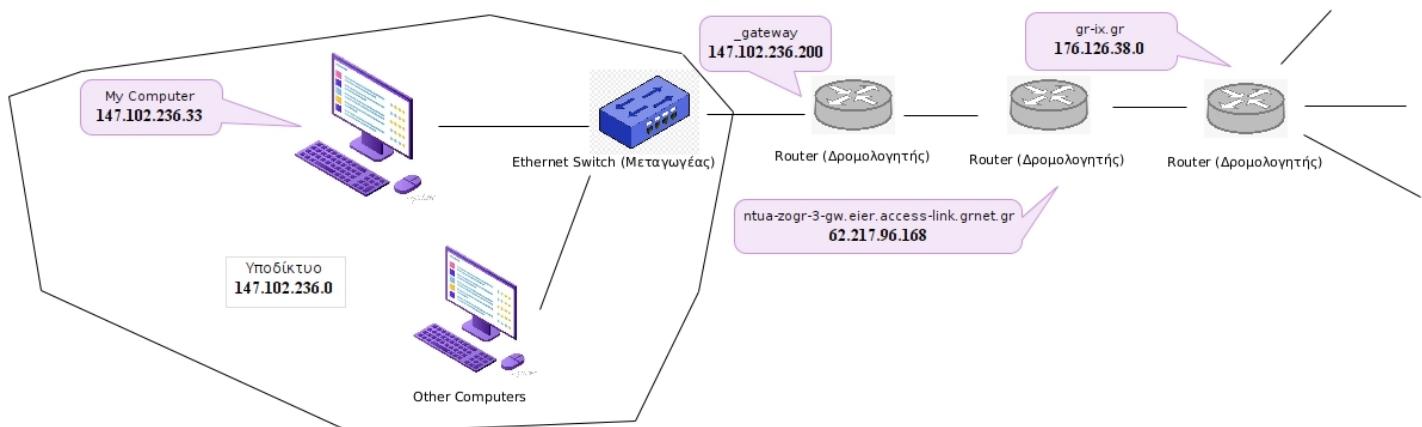
```

petrosrapt0@petrosrapt0Assistant:~$ traceroute -4 -I -m 4 www.cloudflare.com
traceroute to www.cloudflare.com (104.16.124.96), 4 hops max, 60 byte packets
 1 _gateway (147.102.236.200) 5.129 ms 5.609 ms 9.088 ms
 2 ntua-zogr-3-gw.eier.access-link.grnet.gr (62.217.96.168) 5.586 ms 5.921 ms 6.746 ms
 3 cloudflare.gr-ix.gr (176.126.38.5) 9.293 ms 16.276 ms 17.336 ms
 4 104.16.124.96 (104.16.124.96) 17.059 ms 17.607 ms 21.009 ms
petrosrapt0@petrosrapt0Assistant:~$ traceroute -4 -I -m 4 www.subspace.com
traceroute to www.subspace.com (76.76.21.142), 4 hops max, 60 byte packets
 1 _gateway (147.102.236.200) 23.820 ms 24.277 ms 26.775 ms
 2 ntua-zogr-3-gw.eier.access-link.grnet.gr (62.217.96.168) 29.373 ms 31.274 ms 32.566 ms
 3 amazon2.gr-ix.gr (176.126.38.52) 33.051 ms 33.502 ms 33.959 ms
 4 150.222.122.55 (150.222.122.55) 46.105 ms 46.534 ms 47.510 ms
petrosrapt0@petrosrapt0Assistant:~$ traceroute -4 -I -m 4 www.cosmote.gr
traceroute to www.cosmote.gr (195.167.99.18), 4 hops max, 60 byte packets
 1 _gateway (147.102.236.200) 5.699 ms 5.622 ms 5.605 ms
 2 ntua-zogr-3-gw.eier.access-link.grnet.gr (62.217.96.168) 7.114 ms 7.504 ms 9.171 ms
 3 ote.gr-ix.gr (176.126.38.24) 12.225 ms 12.215 ms 14.100 ms
 4 rodo-asr9ka-athe-asr99a.backbone.otenet.net (79.128.226.242) 17.240 ms 17.230 ms 17.218 ms

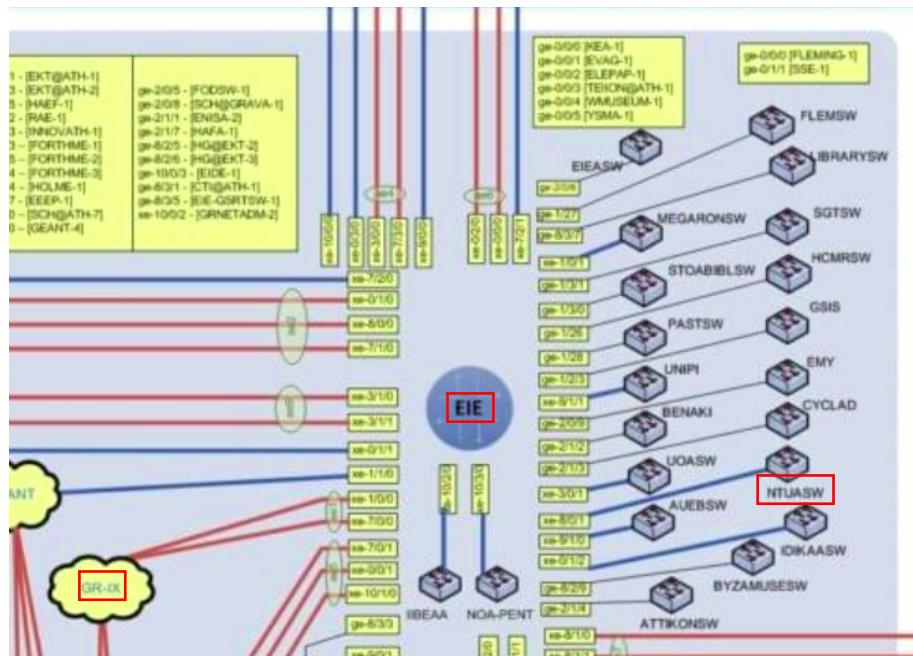
```

2.5) Ποια είναι η διεύθυνση του υποδικτύου IPv4 του GR-IX; **176.126.38.0**

2.6) Βάσει των αποτελεσμάτων για τους παραπάνω προορισμούς, σχεδιάστε την τοπολογία του δικτύου από τον υπολογιστή σας μέχρι τον κόμβο GR-IX.



2.7) Το σχεδιάγραμμά σας συμφωνεί με την τοπολογία στη <https://grnet.gr/infrastructure/network-and-topology/>;
Ναι συμφωνεί.



Χρησιμοποιώντας φίλτρο σύλληψης όπως πριν, καταγράφουμε τη δικτυακή κίνηση όταν εκτελούμε την εντολή traceroute με προορισμό το grnet.gr-ix.gr παράγοντας πακέτα IPv4 (όχι IPv6) και φροντίζοντας να μην γίνεται επίλυση των διευθύνσεων IPv4 σε ονόματα. Όταν τελειώσει η καταγραφή εφαρμόζουμε φίλτρο απεικόνισης, ώστε να παραμείνουν μόνο πλαίσια σχετιζόμενα με τα πρωτόκολλα UDP ή ICMP.

2.8) Ποια σύνταξη της εντολής traceroute ή tracert χρησιμοποιήσατε; traceroute -4 -I grnet.gr-ix.gr

```
petrosrapto@petrosraptoAssistant:~$ traceroute -4 -I grnet.gr-ix.gr
traceroute to grnet.gr-ix.gr (176.126.38.1), 30 hops max, 60 byte packets
 1 _gateway (147.102.236.200) 141.998 ms 146.677 ms 147.786 ms
 2 grnet.gr-ix.gr (176.126.38.1) 151.729 ms 152.309 ms 153.183 ms
```

2.9) Γράψτε τη σύνταξη του φίλτρου απεικόνισης που χρησιμοποιήσατε. udp or icmp

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
61	0.014158078	147.102.224.243	147.102.236.33	DNS	101	Standard query response 0x317e A grnet.gr-ix.gr A 176.126.38...
62	0.009427245	147.102.236.33	176.126.38.1	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000b, seq=1/256, ttl=1 (no response..)
63	0.009032789	147.102.236.33	176.126.38.1	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000b, seq=2/512, ttl=1 (no response..)
64	0.009011938	147.102.236.33	176.126.38.1	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000b, seq=3/768, ttl=1 (no response..)
65	0.009011738	147.102.236.33	176.126.38.1	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000b, seq=4/1024, ttl=2 (reply in 8..)
66	0.0090010936	147.102.236.33	176.126.38.1	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000b, seq=5/1280, ttl=2 (reply in 8..)
67	0.0089999965	147.102.236.33	176.126.38.1	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000b, seq=6/1536, ttl=2 (reply in 8..)
68	0.00899910646	147.102.236.33	176.126.38.1	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000b, seq=7/1792, ttl=3 (reply in 8..)
69	0.0089999645	147.102.236.33	176.126.38.1	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000b, seq=8/2048, ttl=3 (reply in 8..)
70	0.0089999474	147.102.236.33	176.126.38.1	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000b, seq=9/2304, ttl=3 (reply in 8..)
71	0.00899910155	147.102.236.33	176.126.38.1	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000b, seq=10/2560, ttl=4 (reply in ..)
72	0.00899909475	147.102.236.33	176.126.38.1	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000b, seq=11/2816, ttl=4 (reply in ..)
73	0.00899908973	147.102.236.33	176.126.38.1	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000b, seq=12/3072, ttl=4 (reply in ..)
74	0.00899909955	147.102.236.33	176.126.38.1	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000b, seq=13/3328, ttl=5 (reply in ..)
75	0.00899909655	147.102.236.33	176.126.38.1	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000b, seq=14/3584, ttl=5 (reply in ..)
76	0.00899909324	147.102.236.33	176.126.38.1	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000b, seq=15/3840, ttl=5 (reply in ..)
77	0.00899910486	147.102.236.33	176.126.38.1	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000b, seq=16/4096, ttl=6 (reply in ..)
78	0.002552498	147.102.236.200	147.102.236.33	ICMP	110	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)

Frame 62: 74 bytes on wire (592 bits), 74 bytes captured (592 bits) on interface wlp1s0, id 0
Ethernet II, Src: IntelCor_15:16:66 (98:78:41:15:16:66), Dst: Cisco_d0:d9:1d (08:ec:f5:d0:9d:1d)
Internet Protocol Version 4, Src: 147.102.236.33, Dst: 176.126.38.1
 0100 ... = Version: 4
 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
 Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
 Total Length: 60
 Identification: 0x55cc (21964)
 Flags: 0x0000
 Fragment offset: 0
 Time to live: 1
 Protocol: ICMP (1)
 Header checksum: 0x0de6 [validation disabled]
 [Header checksum status: Unverified]
 Source: 147.102.236.33
 Destination: 176.126.38.1
 Internet Control Message Protocol
 Type: 8 (Echo (ping) request)
 Code: 0
 Checksum: 0x826e [correct]
 [Checksum Status: Good]
 Identifier (BE): 11 (0x000b)
 Identifier (LE): 2816 (0xb000)
 Sequence number (BE): 1 (0x0001)
 Sequence number (LE): 256 (0x0100)
 [No response seen]
 Data (32 bytes)

```
0000  08 ec f5 d0 d9 1d 90 78 41 15 16 66 08 00 45 00  .....x A .f .E.
0010  00 3c 55 cc 00 00 01 01 0d ee 93 66 ec 21 b0 7e  <U .. f ! ~
0020  26 01 08 09 82 6e 00 0b 00 01 48 49 4a 4b 4c 4d  & .n .HJKLM
0030  4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d  NOPQRSTUVWXYZ[`]
0040  5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 ^_ abcde fg
```

- 2.10) Καταγράψτε την τιμή του πεδίου Protocol της επικεφαλίδας IPv4 ενός μηνύματος που στάλθηκε κατά την εκτέλεση της εντολής. 1 (ICMP)**
- 2.11) Πόσα byte μεταφέρει το προηγούμενο πακέτο IPv4 στο πεδίο δεδομένων; 32bytes**
- 2.12) Πόσες τριάδες μηνυμάτων αποστέλλονται και πόσες λαμβάνονται;**
Στέλνονται έξι (περίπου) τριάδες προς 176.126.38.1 (grnet.gr-ix.gr)
Έχουν ληφθεί πέντε (περίπου) τριάδες από 176.126.38.1 (grnet.gr-ix.gr)
Έχει ληφθεί μία τριάδα από 147.102.236.200 (_gateway)
- 2.13) Καταγράψτε για κάθε τριάδα μηνυμάτων που στείλατε τη διεύθυνση IPv4 του παραλήπτη του μηνύματος και για κάθε τριάδα που προκλήθηκε ως απάντηση τη διεύθυνση IPv4 από όπου έρχεται η απάντηση. Βλέπε 2.12)**
- 2.14) Είναι οι διευθύνσεις από όπου λάβατε απαντήσεις ίδιες με αυτές που σημειώσατε στο ερώτημα 1.5;**
Ναι (με εξαίρεση ότι η διεύθυνση IPv4 του υπολογιστή είναι αλλαγμένη από 147.102.203.65 σε 147.102.236.33).
- 2.15) Καταγράψτε τις τιμές του πεδίου TTL για κάθε τριάδα μηνυμάτων που στείλατε.**

1η τριάδα: TTL = 1

2η τριάδα: TTL = 2

3η τριάδα: TTL = 3

4η τριάδα: TTL = 4

5η τριάδα: TTL = 5

6η τριάδα: TTL = 6 (λείπει ένα πακέτο)

- 2.16) Καταγράψτε τις αντίστοιχες τιμές του πεδίου TTL για κάθε τριάδα απαντήσεων που λάβατε.**

Τριάδα από _gateway: TTL = 255

Τριάδες από grnet.gr-ix.gr: TTL = 63

- 2.17) Γιατί οι πρώτοι κόμβοι της διαδρομής απαντούν με μήνυμα ICMP Time-to-live exceeded;**

Κάθε δρομολογητής (σε περίπτωση που η διαδικασία προώθησης διαρκέσει λιγότερο από 1 sec) μειώνει κατά ένα το πεδίο Time-To-Live (TTL) της επικεφαλίδας ενός πακέτου IPv4. Εάν το TTL μηδενισθεί πριν τον προορισμό, ο δρομολογητής οφείλει να στείλει μήνυμα ICMP Time Exceeded στην πηγή.

Ο υπολογιστής μας στέλνει τρία πακέτα IPv4 με TTL ίσο με 1. Ο πρώτος κόμβος (_gateway) πριν προωθήσει τα πακέτα προσπαθεί να μειώσει κατά ένα το TTL. Όμως το πεδίο μηδενίζεται ενώ το _gateway δεν είναι ο προορισμός του πακέτου. Συνεπώς το _gateway στέλνει μήνυμα ICMP Time-to-live exceeded προς τον υπολογιστή μας.

- 2.18) Με ποιο τύπο μηνύματος ICMP απαντά ο προορισμός;**

Ο προορισμός απαντά με ICMP Echo Reply.

Άσκηση 3: Περισσότερα για τις επικεφαλίδες πακέτων IP

Ξεκινάμε μια νέα καταγραφή με φίλτρο σύλληψης ώστε να παρατηρούμε μόνο μηνύματα ICMP.

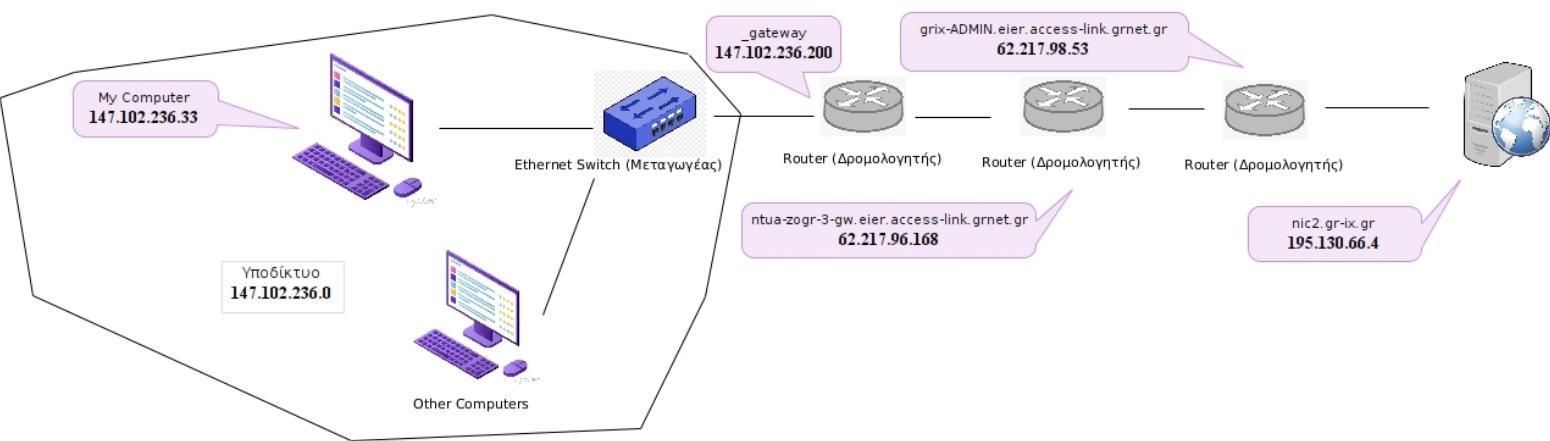
Αναζητούμε με traceroute τη διαδρομή μέχρι το μηχάνημα nic.gr-ix.gr. Χρησιμοποιούμε κατάλληλη σύνταξη ώστε να παραχθούν μηνύματα ICMP Echo Request.

```
petrosrapto@petrosraptoAssistant:~$ traceroute -4 -I nic.gr-ix.gr
traceroute to nic.gr-ix.gr (195.130.66.4), 30 hops max, 60 byte packets
  1  _gateway (147.102.236.200)  2.405 ms  2.345 ms  6.816 ms
  2  ntua-zogr-3-gw.eier.access-link.grnet.gr (62.217.96.168)  6.805 ms  7.
  3  grix-ADMIN.eier.access-link.grnet.gr (62.217.98.53)  11.973 ms  12.652 ms
  4  nic2.gr-ix.gr (195.130.66.4)  13.551 ms  13.968 ms  14.580 ms
```

- 3.1) Ποια σύνταξη της εντολής χρησιμοποιήσατε; traceroute -4 -I nic.gr-ix.gr**

- 3.2) Ποιο φίλτρο σύλληψης χρησιμοποιήσατε; icmp**

- 3.3) Σχεδιάστε ένα απλό διάγραμμα της διαδρομής, σημειώνοντας τις διευθύνσεις IPv4 των διεπαφών που απαντούν.**



Επιλέγουμε ένα μήνυμα ICMP Echo Request που έστειλε ο υπολογιστής μας και στο παράθυρο με τις λεπτομέρειες αναπτύσσουμε τις επικεφαλίδες του πρωτοκόλλου IPv4. Χρησιμοποιώντας το πλήκτρο ↓ (χάτω βέλος) μετακινούμαστε από το πρώτο στο τελευταίο πακέτο IPv4 της σειράς που έστειλε ο υπολογιστής μας.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
26	0.000023077	195.130.66.4	147.102.236.33	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x000d, seq=10/2560, ttl=61 (request ...)
34	0.000024581	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=18/4608, ttl=6 (reply in ...)
33	0.051112825	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=17/4352, ttl=6 (reply in ...)
16	0.000011158	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=16/4096, ttl=6 (reply in ...)
15	0.000009987	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=15/3840, ttl=5 (reply in ...)
14	0.000010317	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=14/3584, ttl=5 (reply in ...)
13	0.000011419	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=13/3328, ttl=5 (reply in ...)
12	0.000010568	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=12/3072, ttl=4 (reply in ...)
11	0.000010227	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=11/2816, ttl=4 (reply in ...)
10	0.000011419	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=10/2560, ttl=4 (reply in ...)
9	0.000011199	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=9/2304, ttl=3 (no response...)
8	0.000010567	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=8/2048, ttl=3 (no response...)
7	0.000011389	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=7/1792, ttl=3 (no response...)
6	0.000010387	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=6/1536, ttl=2 (no response...)
5	0.000010628	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=5/1280, ttl=2 (no response...)
4	0.000011690	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=4/1024, ttl=2 (no response...)
3	0.000012200	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=3/768, ttl=1 (no response...)
2	0.000037953	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=2/512, ttl=1 (no response...)

Frame 34: 74 bytes on wire (592 bits), 74 bytes captured (592 bits) on interface wlp1s0, id 0
 ▶ Ethernet II, Src: IntelCor_15:16:66 (90:78:41:15:16:66), Dst: Cisco_d0:d9:1d (08:ec:f5:d0:d9:1d)
 ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 147.102.236.33, Dst: 195.130.66.4
 0100 = Version: 4
 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
 ▶ Differentiated Services Field: 0x00 (DSFP: CS0, ECN: Not-ECT)
 Total Length: 60
 Identification: 0x9e73 (40563)
 Flags: 0x0000
 Fragment offset: 0
 Time to live: 6
 Protocol: ICMP (1)
 Header checksum: 0x913f [validation disabled]
 [Header checksum status: Unverified]
 Source: 147.102.236.33
 Destination: 195.130.66.4
 ▶ Internet Control Message Protocol
 Type: 8 (Echo (ping) request)
 Code: 0
 Checksum: 0x825b [correct]
 [Checksum Status: Good]
 Identifier (BE): 13 (0x000d)
 Identifier (LE): 3328 (0xd000)
 Sequence number (BE): 18 (0x0012)
 Sequence number (LE): 4608 (0x1200)
 [Response frame: 36]
 ▶ Data (32 bytes)

```

0000 08 ec f5 d0 d9 1d 90 78 41 15 16 66 08 00 45 00  .....x A .f ..E.
0010 00 3c 9e 73 00 00 06 01 91 3f 93 66 ec 21 c3 82 <.s ..? f ! .
0020 42 04 08 00 82 5b 00 0d 00 12 48 49 4a 4b 4c 4d B [...] H I J K L M
0030 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d N O P Q R S T U V W X Y Z [ ]
0040 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 ^ abcde fg
  
```

3.4) Ποια πεδία της επικεφαλίδας IPv4 αλλάζουν; Identification, Time-to-Live, Header Checksum

3.5) Ποια πεδία της επικεφαλίδας IPv4 παραμένουν αμετάβλητα σε όλη τη σειρά; Version, Header Length, Differentiated Services Field, Total Length, Flags, Fragment offset, Protocol, Source, Destination

3.6) Ποια πεδία της επικεφαλίδας IPv4 πρέπει να παραμείνουν αμετάβλητα και γιατί;

Το πεδίο Version πρέπει να παραμείνει αμετάβλητο καθώς στην εντολή της traceroute έχουμε δηλώσει ρητά τα πακέτα να είναι IPv4.

Το πεδίο Protocol πρέπει να παραμείνει αμετάβλητο καθώς στην εντολή της traceroute έχουμε δηλώσει ρητά τα πακέτα να είναι τύπου ICMP.

Τα πεδία Source, Address πρέπει να παραμένουν αμετάβλητα αφού κάναμε traceroute σε συγκεκριμένη διεύθυνση προορισμού με αφετηρία τον υπολογιστή μας.

Επίσης η εντολή traceroute καταμετρά RTTs για κάθε επισκεφθέντα κόμβο. Συνεπώς το Total Length/Header Length πρέπει να παραμένει σταθερό ανάμεσα στα πακέτα ώστε να έχουμε αντιπροσωπευτικές μετρήσεις RTT.

Ακόμη το πεδίο Differentiated Services για να είναι αντιπροσωπευτική η μέτρηση RTT πρέπει να είναι CSO (Default Forwarding) και συνεπώς δεν πρέπει να μεταβάλλεται.

3.7) Ποια πεδία της επικεφαλίδας IPv4 πρέπει να αλλάξουν και γιατί;

Το πεδίο Identification πρέπει να αλλάξει καθώς προσδιορίζει μοναδικώς κάθε πακέτο για δεδομένο source, destination και protocol.

Το πεδίο Time-to-Live πρέπει να αλλάξει (να αυξάνεται κατά ένα αρχίζοντας από το 1) ώστε να βρεθεί το μονοπάτι που ακολουθεί το πακέτο μέχρι τον εν λόγω προορισμό. Κατά αυτόν τον τρόπο λειτουργεί η traceroute.

Το πεδίο Checksum αποσκοπεί στην ανεύρεση και διόρθωση σφαλμάτων της επικεφαλίδας. Αφού αλλάξουν άλλα πεδία της επικεφαλίδας (όπως αναφέραμε προηγουμένως) τότε εκ των πραγμάτων αλλάζει και η τιμή του Checksum.

Με τα πακέτα IPv4 ταξινομημένα βρίσκουμε την πρώτη σειρά μηνυμάτων ICMP Time Exceeded που στέλνονται από τον κοντινότερο προς τον υπολογιστή μας δρομολογητή (gateway).

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
15	0.0000009987	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=15/3840, ttl=5 (reply in ...)
14	0.0000010317	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=14/3584, ttl=5 (reply in ...)
13	0.0000011419	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=13/3328, ttl=5 (reply in ...)
12	0.0000010568	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=12/3072, ttl=4 (reply in ...)
11	0.0000010227	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=11/2816, ttl=4 (reply in ...)
10	0.0000011419	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=10/2560, ttl=4 (reply in ...)
9	0.0000011199	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=9/2304, ttl=3 (no respons...
8	0.0000010567	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=8/2048, ttl=3 (no respons...
7	0.0000011389	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=7/1792, ttl=3 (no respons...
6	0.0000010387	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=6/1536, ttl=2 (no respons...
5	0.0000010628	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=5/1280, ttl=2 (no respons...
4	0.0000011690	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=4/1024, ttl=2 (no respons...
3	0.0000012000	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=3/768, ttl=1 (no respons...
2	0.0000037953	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=2/512, ttl=1 (no respons...
1	0.0000000000	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x000d, seq=1/256, ttl=1 (no respons...
19	0.004485431	147.102.236.200	147.102.236.33	ICMP	110	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)
18	0.000000471	147.102.236.200	147.102.236.33	ICMP	110	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)
17	0.002184469	147.102.236.200	147.102.236.33	ICMP	110	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)

Frame 19: 110 bytes on wire (880 bits), 110 bytes captured (880 bits) on interface wlp1s0, id 0
Ethernet II, Src: Cisco_d0:d9:1d (08:ec:f5:0d:d9:1d), Dst: IntelCor_15:16:66 (90:78:41:15:16:66)
Internet Protocol Version 4, Src: 147.102.236.200, Dst: 147.102.236.33
0100 = Version: 4
.... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
Differentiated Services Field: 0x00 (DSGP: CS0, ECN: Not-ECT)
0000 ..0.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0)
.... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
Total Length: 96
Identification: 0xd70e (55054)
Flags: 0x0000
Fragment offset: 0
Time to live: 255
Protocol: ICMP (1)
Header checksum: 0xe4d6 [validation disabled]
[Header checksum status: Unverified]
Source: 147.102.236.200
Destination: 147.102.236.33
Internet Control Message Protocol
Type: 11 (Time-to-live exceeded)
Code: 0 (Time to live exceeded in transit)
Checksum: 0xf4ee [correct]
[Checksum Status: Good]
Unused: 00
Length: 17
[Length of original datagram: 68]
Unused: 0000
Internet Protocol Version 4, Src: 147.102.236.33, Dst: 195.130.66.4
0100 = Version: 4
.... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
Differentiated Services Field: 0x00 (DSGP: CS0, ECN: Not-ECT)
0000 ..0.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0)
.... ..00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
Total Length: 60
Identification: 0x9e64 (40548)
Flags: 0x0000
Fragment offset: 0
Time to live: 1
Protocol: ICMP (1)
Header checksum: 0x964e [validation disabled]
[Header checksum status: Unverified]
Source: 147.102.236.33
Destination: 195.130.66.4

3.8) Ποια είναι η τιμή του TTL της επικεφαλίδας IPv4 του πρώτου πακέτου της σειράς ICMP Time Exceeded; 255

Παρατηρούμε ότι ο δρομολογητής που αποστέλλει το πακέτο “Time to live exceeded” επιλέγει την μέγιστη τιμή για το πεδίο TTL (ff δηλαδή 255) ώστε να μεγιστοποιήσει τις πιθανότητες να φτάσει το πακέτο στον προορισμό του.

3.9) Παραμένουν οι τιμές του πεδίου αυτού σταθερές για όλα τα πακέτα της πρώτης σειράς ICMP Time Exceeded; Γιατί; Παραμένουν σταθερές οι τιμές του πεδίου αυτού για όλα τα πακέτα της πρώτης σειράς ICMP Time Exceeded.

Ο δρομολογητής που αποστέλλει το μήνυμα “Time to live exceeded” επιλέγει συγκεκριμένη τιμή TTL, υπάρχει ίδιος αριθμός κόμβων που παρεμβάλλεται μεταξύ πηγής και κόμβου που θα εκπέμψει “Time to live exceeded”. Συνεπώς καθώς επιστρέφει το πακέτο ICMP Time Exceeded η ίδια τιμή TTL θα μειωθεί από τους ενδιάμεσους δρομολογητές το ίδιο ποσό για κάθε πακέτο που ανήκε στην ίδια σειρά ICMP Echo Request. Συνεπώς καθώς ο υπολογιστής μας λαμβάνει τα πακέτα “Time to live exceeded” παρατηρεί ότι έχουν ίδιο TTL για πακέτα που αντιστοιχούν στην ίδια σειρά ICMP Request.

3.10) Καταγράψτε τις τιμές του πεδίου TTL της επικεφαλίδας IPv4 των πακέτων των επόμενων ICMP Time Exceeded. Τι παρατηρείτε; 2η Σειρά: TTL = 254, 3η Σειρά: TTL = 253. Παρατηρούμε ότι για κάθε σειρά

έχουμε ίδιο TTL επιστροφής. Ακόμη τα TTL επιστροφής διαφέρουν κατά ένα από σειρά σε σειρά.

Εντοπίζουμε την τελευταία σειρά μηνυμάτων ICMP Echo Reply που στέλνονται από τον προορισμό nic.gr-ix.gr προς τον υπολογιστή μας.

3.11) Ποια είναι η τιμή του πεδίου TTL της επικεφαλίδας των αντίστοιχων πακέτων IPv4; **61**

3.12) Ποια ήταν η τιμή του πεδίου TTL στη διεπαφή του nic.gr-ix.gr όπου παράχθηκαν; **64 αφού ανάμεσα στον υπολογιστή μας και στην διεπαφή του nic.gr-ix.gr διαμεσολαβούν τρεις δρομολογητές.**

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
25	0.000689428	62.217.98.53	147.102.236.33	ICMP	70	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)
24	0.000689588	62.217.98.53	147.102.236.33	ICMP	70	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)
23	0.004550019	62.217.98.53	147.102.236.33	ICMP	70	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)
22	0.000331993	62.217.96.168	147.102.236.33	ICMP	70	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)
21	0.000318671	62.217.96.168	147.102.236.33	ICMP	70	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)
20	0.000001190	62.217.96.168	147.102.236.33	ICMP	70	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)
36	0.013513468	195.130.66.4	147.102.236.33	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0000, seq=18/4608, ttl=61 (request ...)
35	0.002801727	195.130.66.4	147.102.236.33	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0000, seq=17/4352, ttl=61 (request ...)
32	0.000443299	195.130.66.4	147.102.236.33	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0000, seq=16/4096, ttl=61 (request ...)
31	0.000297305	195.130.66.4	147.102.236.33	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0000, seq=15/3840, ttl=61 (request ...)
30	0.000354490	195.130.66.4	147.102.236.33	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0000, seq=14/3584, ttl=61 (request ...)
29	0.000365359	195.130.66.4	147.102.236.33	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0000, seq=13/3328, ttl=61 (request ...)
28	0.000621505	195.130.66.4	147.102.236.33	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0000, seq=12/3072, ttl=61 (request ...)
27	0.000427893	195.130.66.4	147.102.236.33	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0000, seq=11/2816, ttl=61 (request ...)
26	0.000232077	195.130.66.4	147.102.236.33	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0000, seq=10/2560, ttl=61 (request ...)
34	0.000024581	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0000, seq=18/4608, ttl=6 (reply in ...)
33	0.051112825	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0000, seq=17/4352, ttl=6 (reply in ...)
16	0.000011158	147.102.236.33	195.130.66.4	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0000, seq=16/4096, ttl=6 (reply in ...)

Frame 36: 74 bytes on wire (592 bits), 74 bytes captured (592 bits) on interface wlp1s0, id 0
Ethernet II, Src: Cisco_d0:0d:91:1d (08:ec:f5:0d:d9:1d), Dst: IntelCor_15:16:66 (90:78:41:15:16:66)
Internet Protocol Version 4, Src: 195.130.66.4, Dst: 147.102.236.33
 0100 = Version: 4
 0101 = Header Length: 20 bytes (5)
 ▼ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
 0000 00.. = Differentiated Services Codepoint: Default (0)
 00 = Explicit Congestion Notification: Not ECN-Capable Transport (0)
 Total Length: 60
 Identification: 0xfbd6 (64470)
 Flags: 0x0000
 Fragment offset: 0
 Time to live: 61
 Protocol: ICMP (1)
 Header checksum: 0xfcdb [validation disabled]
 [Header checksum status: Unverified]
 Source: 195.130.66.4
 Destination: 147.102.236.33
 ▼ Internet Control Message Protocol
 Type: 0 (Echo (ping) reply)
 Code: 0
 Checksum: 0x8a5b [correct]
 [Checksum Status: Good]
 Identifier (BE): 13 (0x000d)
 Identifier (LE): 3328 (0x0000)
 Sequence number (BE): 18 (0x0012)
 Sequence number (LE): 4608 (0x1200)
 [Request frame: 34]
 [Response time: 16.315 ms]
 Data (32 bytes)
 0000 00 78 41 15 16 66 08 ec f5 d0 d9 1d 08 00 45 00 :xA·f· · · · · E·
 0010 00 3c fb d6 00 00 3d 01 fc db c3 82 42 04 93 66 <···=· · · B·f
 0020 ec 21 00 00 8a 5b 00 0d 00 12 48 49 4a 4b 4c 4d !···[· · · HIJKLM
 0030 4e 4f 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 5a 5b 5c 5d NOPQRSTU VWXYZ[\`]
 0040 5e 5f 60 61 62 63 64 65 66 67 ^_ abcde fg

Άσκηση 4: IPv4 options

Ξεκινάμε μια νέα καταγραφή με φίλτρο σύλληψης όπως πριν και χρησιμοποιούμε την εντολή ping για να καταγράψουμε τη διαδρομή από τον υπολογιστή μας μέχρι τον κεντρικό εξυπηρετητή ιστού του ΕΜΠ www.ntua.gr.

4.1) Ποια είναι η ακριβής σύνταξη της εντολής ping ώστε να στείλετε ένα μόνο πακέτο IPv4 με ενεργοποιημένη την επιλογή της καταγραφής διαδρομής για το μέγιστο δυνατό πλήθος διευθύνσεων; **ping -4 -c 1 -R www.ntua.gr**

```
petrosrapto@petrosraptoAssistant:~$ ping -4 -c 1 -R www.ntua.gr
PING www.ntua.gr (147.102.224.101) 56(124) bytes of data.
64 bytes from www.ntua.gr (147.102.224.101): icmp_seq=1 ttl=63 time=3.95 ms
RR:    petrosraptoAssistant (147.102.236.33)
        router.web.noc.ntua.gr (147.102.224.97)
        www.ntua.gr (147.102.224.101)
        _gateway (147.102.236.200)
        petrosraptoAssistant (147.102.236.33)

--- www.ntua.gr ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 3.953/3.953/3.953/0.000 ms
```

4.2) Τι μέγεθος έχει η επικεφαλίδα του πακέτου IPv4 που έστειλε ο υπολογιστής σας; **60 bytes**

4.3) Τι μέγεθος έχει η επικεφαλίδα του πακέτου IPv4 που έλαβε ο υπολογιστής σας; **60 bytes**

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000000	147.102.236.33	147.102.224.101	ICMP	138	Echo (ping) request id=0x000f, seq=1/256, ttl=64 (reply in 2)
2	0.003925133	147.102.224.101	147.102.236.33	ICMP	138	Echo (ping) reply id=0x000f, seq=1/256, ttl=63 (request in...

► Frame 1: 138 bytes on wire (1104 bits), 138 bytes captured (1104 bits) on interface wlp1s0, id 0
 ► Ethernet II, Src: IntelCor_15:16:66 (90:78:41:15:16:66), Dst: Cisco_d0:d9:1d (08:ec:f5:d0:d9:1d)
 ▾ Internet Protocol Version 4, Src: 147.102.236.33, Dst: 147.102.224.101
 0100 = Version: 4
 1111 = Header Length: 60 bytes (15)
 ▶ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
 Total Length: 124
 Identification: 0x559f (21919)
 Flags: 0x4000, Don't fragment
 Fragment offset: 0
 Time to live: 64
 Protocol: ICMP (1)
 Header checksum: 0x3ff6 [validation disabled]
 [Header checksum status: Unverified]
 Source: 147.102.236.33
 Destination: 147.102.224.101
 ▶ Options: (48 bytes), Record Route
 ▾ Internet Control Message Protocol
 Type: 8 (Echo (ping) request)
 Code: 0
 Checksum: 0xf07f [correct]
 [Checksum Status: Good]
 Identifier (BE): 15 (0x000f)
 Identifier (LE): 3840 (0x0f00)
 Sequence number (BE): 1 (0x0001)
 Sequence number (LE): 256 (0x0100)
 [Response frame: 2]
 Timestamp from icmp data: Nov 3, 2022 14:13:28.000000000 EET
 [Timestamp from icmp data (relative): 0.035224417 seconds]
 ▶ Data (48 bytes)

```
0000 08 ec f5 d0 d9 1d 90 78 41 15 16 60 08 00 4f 00 .....xA.f..0.
0010 00 7c 55 9f 40 00 40 01 3f f6 93 66 ec 21 93 66 |U@.?.f..f.
0020 e0 65 01 07 27 08 93 66 ec 21 00 00 00 00 00 00 ..e.'..f!.....
0030 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ..'.
0040 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ..'.
0050 00 01 68 b0 63 63 00 00 00 00 7c 89 00 00 00 00 ..h.cc..|.
0060 00 00 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d ..!#$%&'()*,-
0070 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d ./012345 67
0080 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37
```

Apply a display filter ... <Ctrl-/>						
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000000	147.102.236.33	147.102.224.101	ICMP	138	Echo (ping) request id=0x000f, seq=1/256, ttl=64 (reply in 2)
2	0.003925133	147.102.224.101	147.102.236.33	ICMP	138	Echo (ping) reply id=0x000f, seq=1/256, ttl=63 (request in...

► Frame 2: 138 bytes on wire (1104 bits), 138 bytes captured (1104 bits) on interface wlp1s0, id 0
 ► Ethernet II, Src: Cisco_d0:d9:1d (08:ec:f5:d0:d9:1d), Dst: IntelCor_15:16:66 (90:78:41:15:16:66)
 ▾ Internet Protocol Version 4, Src: 147.102.224.101, Dst: 147.102.236.33
 0100 = Version: 4
 1111 = Header Length: 60 bytes (15)
 ▶ Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)
 Total Length: 124
 Identification: 0x0000 (0)
 Flags: 0x4000, Don't fragment
 Fragment offset: 0
 Time to live: 63
 Protocol: ICMP (1)
 Header checksum: 0xd61e [validation disabled]
 [Header checksum status: Unverified]
 Source: 147.102.224.101
 Destination: 147.102.236.33
 ▶ Options: (40 bytes), Record Route
 ▾ IP Option - Record Route (39 bytes)
 ▶ Type: 7
 Length: 39
 Pointer: 20
 Recorded Route: 147.102.236.33
 Recorded Route: 147.102.224.97
 Recorded Route: 147.102.224.101
 Recorded Route: 147.102.236.200
 Empty Route: 0.0.0.0 <- (next)
 Empty Route: 0.0.0.0
 Empty Route: 0.0.0.0
 Empty Route: 0.0.0.0
 Empty Route: 0.0.0.0
 ▾ IP Option - End of Options List (EOL)
 ▶ Type: 0
 ▾ Internet Control Message Protocol
 Type: 0 (Echo (ping) reply)
 Code: 0
 Checksum: 0xf87f [correct]
 [Checksum Status: Good]
 Identifier (BE): 15 (0x000f)
 Identifier (LE): 3840 (0x0f00)
 Sequence number (BE): 1 (0x0001)
 Sequence number (LE): 256 (0x0100)
 [Request frame: 1]
 [Response time: 3.925 ms]
 Timestamp from icmp data: Nov 3, 2022 14:13:28.000000000 EET
 [Timestamp from icmp data (relative): 0.039149550 seconds]
 ▶ Data (48 bytes)

```
0000 99 78 41 15 16 66 08 ec f5 d0 d9 1d 08 00 4f 00 ..xA.f.....0.
0010 00 7c 00 00 40 00 3f 01 d6 1e 93 66 e0 65 93 66 |.!.@.?.f..f.
0020 ec 21 07 27 14 93 66 ec 21 93 66 e0 61 93 66 !.!.!.f.!..f.
0030 05 93 66 ee c8 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ..e.f.....'.
0040 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ..'.
0050 00 01 68 b0 63 63 00 00 00 00 7c 89 00 00 00 00 ..h.cc..|.
0060 00 00 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d ..!#$%&'()*,-
0070 1e 1f 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d ./012345 67
0080 2e 2f 30 31 32 33 34 35 36 37
```

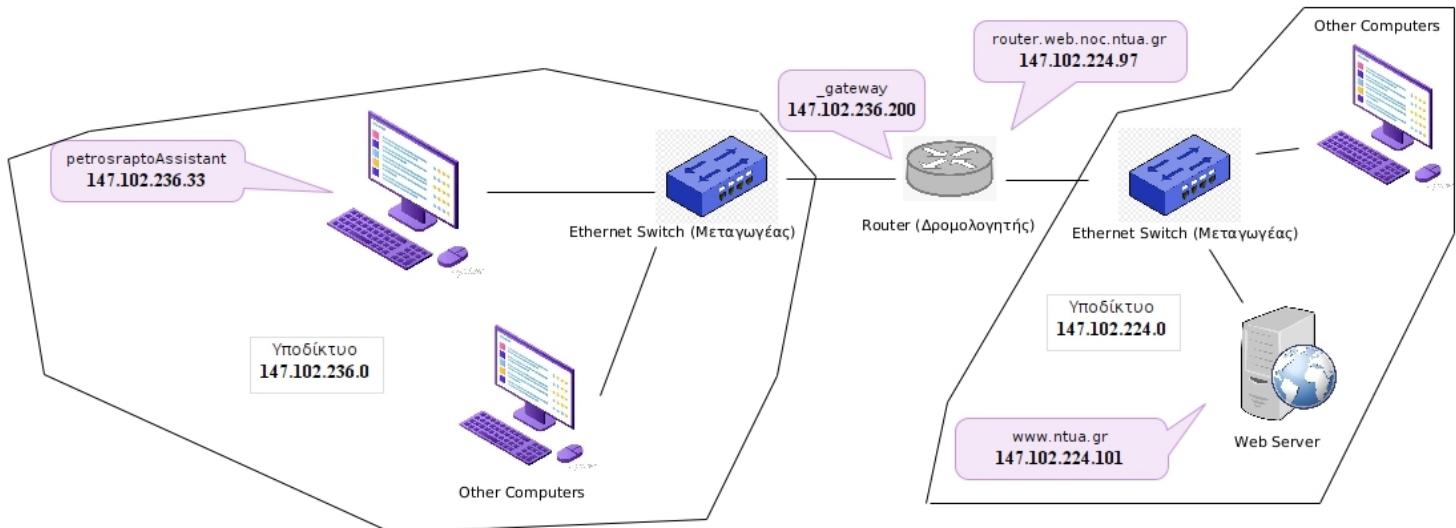
4.4) Εξηγήστε πώς προσδιορίζεται το παραπάνω μήκος από τα στοιχεία που περιέχει η επικεφαλίδα.

Στις παραπάνω εικόνες είναι κυκλωμένο το πεδίο που δίνει το μέγεθος της επικεφαλίδας του εκάστοτε πακέτου.

Το μήκος αποτελείται από τα 20 bytes των κύριων στοιχείων της επικεφαλίδας IPv4 συν 40 bytes των προαιρετικών επιλογών options.

4.5) Με βάση την παραπάνω καταγραφή σχεδιάζουμε τη διαδρομή από τον υπολογιστή μας μέχρι τον εξυπηρετητή ιστού www.ntua.gr σημειώνοντας τις διευθύνσεις IPv4 όλων των διεπαφών από όπου πέρασε το μήνυμα ICMP.

Σημείωση: Οι διευθύνσεις IPv4 αντιστοιχούν στις απερχόμενες διεπαφές των κόμβων κατά μήκος της διαδρομής.



Στη συνέχεια θα σχεδιάσουμε τη διαδρομή προς τον κόμβο nic.grnet.gr.

Πρώτα θα κάνουμε traceroute προς τον προορισμό, φροντίζοντας να παραχθούν πακέτα IPv4, και θα εντοπίσουμε τις διευθύνσεις IPv4 των διεπαφών των κόμβων που απαντούν, δηλαδή, αυτών προς την πλευρά του υπολογιστή σας.

4.6) Ποια είναι η διεύθυνση IPv4 του nic.grnet.gr; 194.177.210.210

Πόσα βήματα μακριά από τον υπολογιστή σας βρίσκεται; **4 βήματα μακριά**

4.7) Καταγράψτε τις διευθύνσεις IPv4 των διεπαφών μέχρι τον nic.grnet.gr. Φαίνονται παρακάτω

```
petrosrapto@petrosraptoAssistant:~$ traceroute -4 -I nic.grnet.gr
traceroute to nic.grnet.gr (194.177.210.210), 30 hops max, 60 byte packets
 1 _gateway (147.102.236.200) 31.847 ms 31.864 ms 32.627 ms
 2 ntua-zogr-3-gw.eier.access-link.grnet.gr (62.217.96.168) 48.127 ms 48.385 ms 67.001 ms
 3 kolettir-eier-AE.backbone.grnet.gr (62.217.100.62) 49.133 ms 67.412 ms 67.740 ms
 4 pdns1.grnet.gr (194.177.210.210) 87.215 ms 87.661 ms 104.215 ms
```

Στη συνέχεια θα χρησιμοποιήσουμε την επιλογή καταγραφής διαδρομής στο ping στέλνοντας ένα μόνο πακέτο IPv4 προς τον nic.grnet.gr για τόσα βήματα όσα βρήκαμε προηγουμένως στην ερώτηση 4.6.

4.8) Καταγράψτε τις διευθύνσεις IPv4 των απερχόμενων διεπαφών μέχρι τον προορισμό. Φαίνονται παρακάτω μέχρι και την πρώτη φορά που απεικονίζεται “pdns1.grnet.gr”.

```
petrosrapto@petrosraptoAssistant:~$ ping -4 -c 1 -R nic.grnet.gr
PING pdns1.grnet.gr (194.177.210.210) 56(124) bytes of data.
64 bytes from pdns1.grnet.gr (194.177.210.210): icmp_seq=1 ttl=61 time=469 ms
RR: petrosraptoAssistant (147.102.236.33)
ntua-zogr-3.eier.access-link.grnet.gr (62.217.96.169)
eier-kolettir-AE.backbone.grnet.gr (62.217.100.63)
koletti-serverlan-gw.grnet.gr (194.177.210.193)
pdns1.grnet.gr (194.177.210.210)
pdns1.grnet.gr (194.177.210.210)
kolettir.grnet.gr (62.217.100.2)
ntua-zogr-3-gw.eier.access-link.grnet.gr (62.217.96.168)
_gateway (147.102.236.200)

--- pdns1.grnet.gr ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 469.156/469.156/469.156/0.000 ms
```

4.9) Σχεδιάστε τη διαδρομή από τον υπολογιστή σας μέχρι τον nic.grnet.gr σημειώνοντας τις διευθύνσεις IPv4 όλων των διεπαφών από όπου πέρασε το μήνυμα ICMP.

Οι διευθύνσεις IPv4 των διεπαφών από όπου πέρασε το μήνυμα ICMP φαίνεται στις παραπάνω δύο εικόνες.

Παρατηρούμε επίσης ότι το echo request επιστρέφει από διαφορετική διαδρομή από το echo reply.

