



---

# ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

---

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ 5: ΕΞΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ



8 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ, 2022

ΘΟΔΩΡΗΣ ΑΡΑΠΗΣ – EL18028

Όνοματεπώνυμο: Θεodorής Αράπης		Ομάδα: 2
Όνομα PC/ΛΣ: pc-a37/ WINDOWS 95		Ημερομηνία: 8/11/2022
Διεύθυνση IP: 147.102.38.87	Διεύθυνση MAC: 00-11-25-F8-5E-EC	

## Άσκηση 1: Χρόνος ζωής των πακέτων IPv4

### 1.1

Η διεύθυνση IPv4 της κάρτας δικτύου του υπολογιστή είναι: 147.102.38.87.

### 1.2

Η μάσκα υποδικτύου είναι η 255.255.255.0, άρα το μήκος του προθέματος δικτύου είναι 24 bits.

### 1.3

Η σύνταξη της εντολής είναι «ping -n 1 -i TTL -4 IP\_address», όπου TTL η τιμή της επικεφαλίδας TTL και IP\_address η διεύθυνση IPv4 του παραλήπτη.

### 1.4

Εφαρμόζουμε ως φίλτρο σύλληψης το host 147.102.38.87 και ως φίλτρο απεικόνισης το «icmp». Παρατηρούμε πως η ελάχιστη τιμή TTL για να φτάσει το πακέτο στη ζητούμενη διεύθυνση είναι 2.

```
C:\Documents and Settings\labuser>ping -n 1 -i 1 -4 176.126.38.1
Pinging 176.126.38.1 with 32 bytes of data:
Reply from 147.102.38.200: TTL expired in transit.
Ping statistics for 176.126.38.1:
    Packets: Sent = 1, Received = 1, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
C:\Documents and Settings\labuser>ping -n 1 -i 2 -4 176.126.38.1
Pinging 176.126.38.1 with 32 bytes of data:
Reply from 176.126.38.1: bytes=32 time=1ms TTL=63
Ping statistics for 176.126.38.1:
    Packets: Sent = 1, Received = 1, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 1ms, Average = 1ms
```

### 1.5

Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την εντολή «tracert -4 176.126.38.1» και να δούμε αναλυτικά τους ενδιάμεσους κόμβους που διέσχισε το πακέτο μας.

```

C:\Documents and Settings\labuser>tracert -4 176.126.38.1

Tracing route to grnet.gr-ix.gr [176.126.38.1]
over a maximum of 30 hops:

  1    <1 ms    1 ms    1 ms    router.pclab.ece.ntua.gr [147.102.38.200]
  2     1 ms    1 ms    1 ms    grnet.gr-ix.gr [176.126.38.1]

Trace complete.

```

### Σχηματικά



**Σχήμα 1:** Τα πακέτα μας ξεκινάνε από την διεπαφή pc-a37 [147.102.38.87]. Υστερα, στον πρώτο κόμβο που συναντάνε στο δίκτυο (διεπαφή 147.102.38.200 του εξυπηρετητή του pclab της σχολής) κατά την διαδρομή τους προς τον προορισμό (176.126.38.1), σταματάνε (TTL = 1) και στέλνονται πίσω στην αφετηρία ενημερώνοντας την διεπαφή μας για της πληροφορίες αυτού του κόμβου. Μετά επαναδρομολογούνται, προσπερνάνε τον προηγούμενο κόμβο (TTL = 2) και φτάνουν στον τελικό προορισμό. Με κίτρινο φαίνονται οι ενδιάμεσοι κόμβοι, ενώ με κόκκινο ο προορισμός και με πράσινο η αφετηρία.

## Άσκηση 2: Ανακαλύψτε την τοπολογία

### 2.1

Η σύνταξη της εντολής είναι «tracert -4 www.ntua.gr».

```
C:\Documents and Settings\labuser>tracert -4 www.ntua.gr

Tracing route to www.ntua.gr [147.102.224.101]
over a maximum of 30 hops:

  1    <1 ms    <1 ms    <1 ms    router.pclab.ece.ntua.gr [147.102.38.200]
  2    <1 ms    <1 ms    <1 ms    www.ntua.gr [147.102.224.101]

Trace complete.
```

Οι διαφορές που παρατηρούμε συγκριτικά με την παλιά καταγραφή είναι:

- Η τωρινή ονομασία του server είναι www.ntua.gr, ενώ παλιά ήταν achilles.noc.ntua.gr.
- Η τωρινή ονομασία του router που βρίσκεται ενδιάμεσα της διαδρομής είναι router.pclab.ece.ntua.gr, ενώ παλιά ήταν router-7.telecom.ece.ntua.gr.
- Τόσο ο server όσο και ο ενδιάμεσος κόμβος έχουν διαφορετικές IP διευθύνσεις σε σχέση με παλιά.

### 2.2

Εκτελούμε την εντολή «tracert» προς τους εξυπηρετητές των σχολών:

- HMMY (www.ece.ntua.gr)
- Αρχιτεκτόνων (www.arch.ntua.gr)
- Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. (www.semfe.ntua.gr)

```
C:\Documents and Settings\labuser>tracert -4 www.ece.ntua.gr

Tracing route to ece-j0.ece.ntua.gr [147.102.224.126]
over a maximum of 30 hops:

  1    <1 ms    <1 ms    <1 ms    router.pclab.ece.ntua.gr [147.102.38.200]
  2    <1 ms    <1 ms    <1 ms    opinion.ece.ntua.gr [147.102.224.126]

Trace complete.

C:\Documents and Settings\labuser>tracert -4 www.arch.ntua.gr

Tracing route to www.arch.ntua.gr [83.212.173.205]
over a maximum of 30 hops:

  1    <1 ms    <1 ms    <1 ms    router.pclab.ece.ntua.gr [147.102.38.200]
  2    <1 ms    <1 ms    <1 ms    ntua-zogr-3-gw.eier.access-link.grnet.gr [62.217.96.168]
  3     8 ms     8 ms     8 ms    knosdcfs1-eier-1.backbone.grnet.gr [62.217.100.51]
  4     7 ms     7 ms     7 ms    gnt10-1316.knossos.grnet.gr [194.177.209.84]
  5     7 ms     7 ms     7 ms    www.arch.ntua.gr [83.212.173.205]

Trace complete.

C:\Documents and Settings\labuser>tracert -4 www.semfe.ntua.gr

Tracing route to webhost4.noc.ntua.gr [147.102.224.114]
over a maximum of 30 hops:

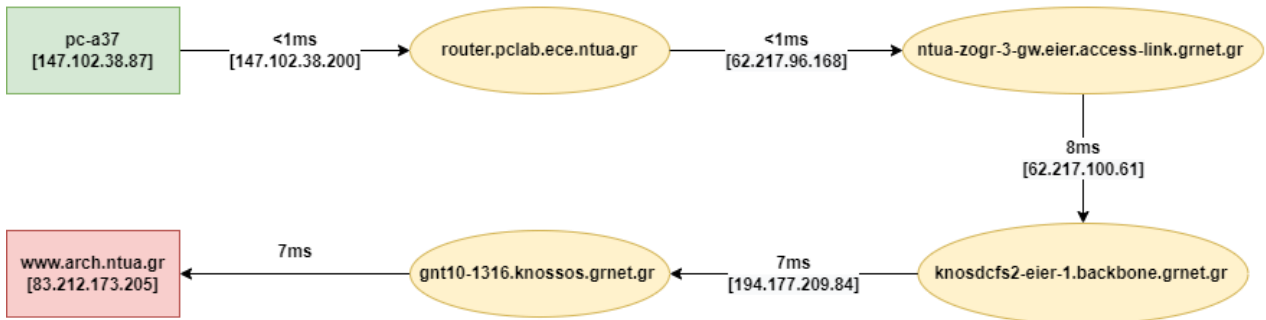
  1    <1 ms    <1 ms    <1 ms    router.pclab.ece.ntua.gr [147.102.38.200]
  2    <1 ms    <1 ms    <1 ms    webhost4.noc.ntua.gr [147.102.224.114]

Trace complete.
```

## Σχηματικά



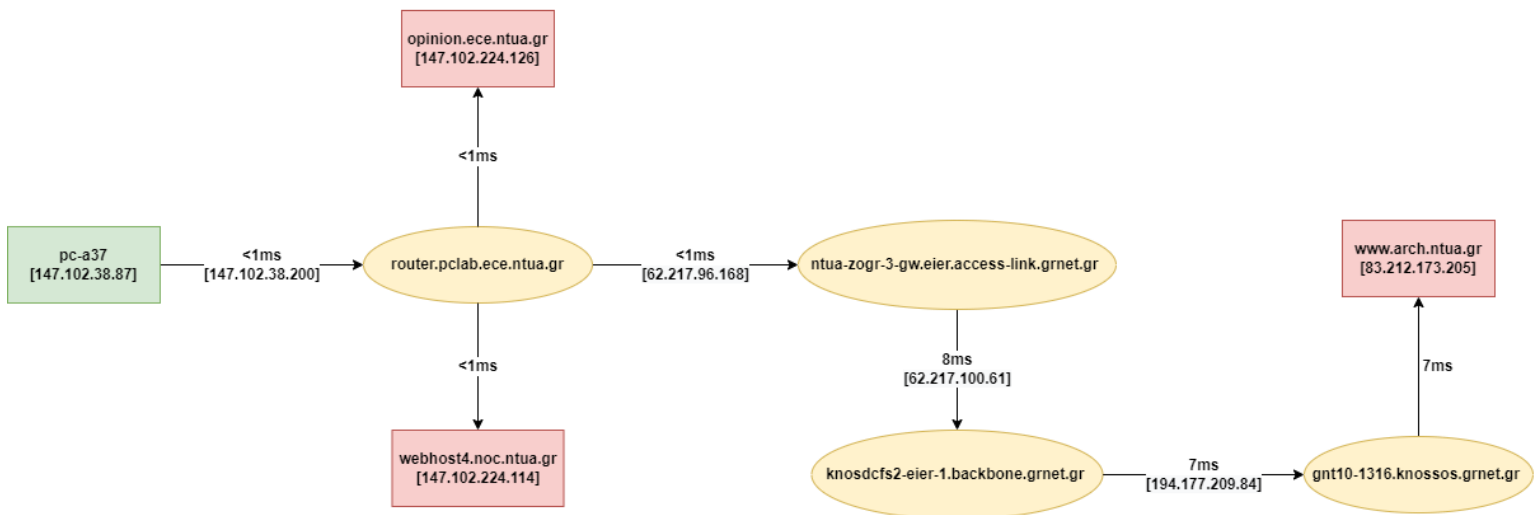
**Σχήμα 2:** Η τοπολογία του δικτύου που καταλήγει από τον υπολογιστή μας στον εξυπηρετητή της σχολής ΗΜΜΥ και οι μέσοι χρόνοι καθυστέρησης.



**Σχήμα 3:** Η τοπολογία του δικτύου που καταλήγει από τον υπολογιστή μας στον εξυπηρετητή της σχολής Αρχιτεκτόνων και οι μέσοι χρόνοι καθυστέρησης.



**Σχήμα 4:** Η τοπολογία του δικτύου που καταλήγει από τον υπολογιστή μας στον εξυπηρετητή της σχολής Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. και οι μέσοι χρόνοι καθυστέρησης.



**Σχήμα 5:** Η τοπολογία του δικτύου δεδομένων του πολυτεχνείου όπως φαίνεται από τον υπολογιστή μας και οι μέσοι χρόνοι καθυστέρησης.

### 2.3

Ενώ παρουσιάζονται κάποιες ομοιότητες, όπως το ότι η σχολή Αρχιτεκτόνων ανήκει σε διαφορετικό υποδίκτυο από τις υπόλοιπες, κατά τα άλλα διαφέρουν αρκετά, πράγμα που οφείλεται στην παλαιότητα του διαγράμματος του Κέντρου Δικτύων.

### 2.4

```

C:\Documents and Settings\labuser>tracert -4 -h 4 www.cloudflare.com

Tracing route to www.cloudflare.com [104.16.124.96]
over a maximum of 4 hops:
  1  <1 ms    <1 ms    <1 ms    router.pclab.ece.ntua.gr [147.102.38.200]
  2  <1 ms    <1 ms    <1 ms    ntua-zogr-3-gw.eier.access-link.grnet.gr [62.217.96.168]
  3  2 ms     2 ms     3 ms     cloudflare.gr-ix.gr [176.126.38.5]
  4  1 ms     1 ms     1 ms     104.16.124.96
Trace complete.

C:\Documents and Settings\labuser>tracert -4 -h 4 www.subspace.com

Tracing route to cname.vercel-dns.com [76.76.21.61]
over a maximum of 4 hops:
  1  <1 ms    <1 ms    <1 ms    router.pclab.ece.ntua.gr [147.102.38.200]
  2  <1 ms    <1 ms    <1 ms    ntua-zogr-3-gw.eier.access-link.grnet.gr [62.217.96.168]
  3  2 ms     2 ms     2 ms     amazon2.gr-ix.gr [176.126.38.52]
  4  12 ms    10 ms    10 ms    150.222.122.59
Trace complete.

C:\Documents and Settings\labuser>tracert -4 -h 4 www.cosmote.gr

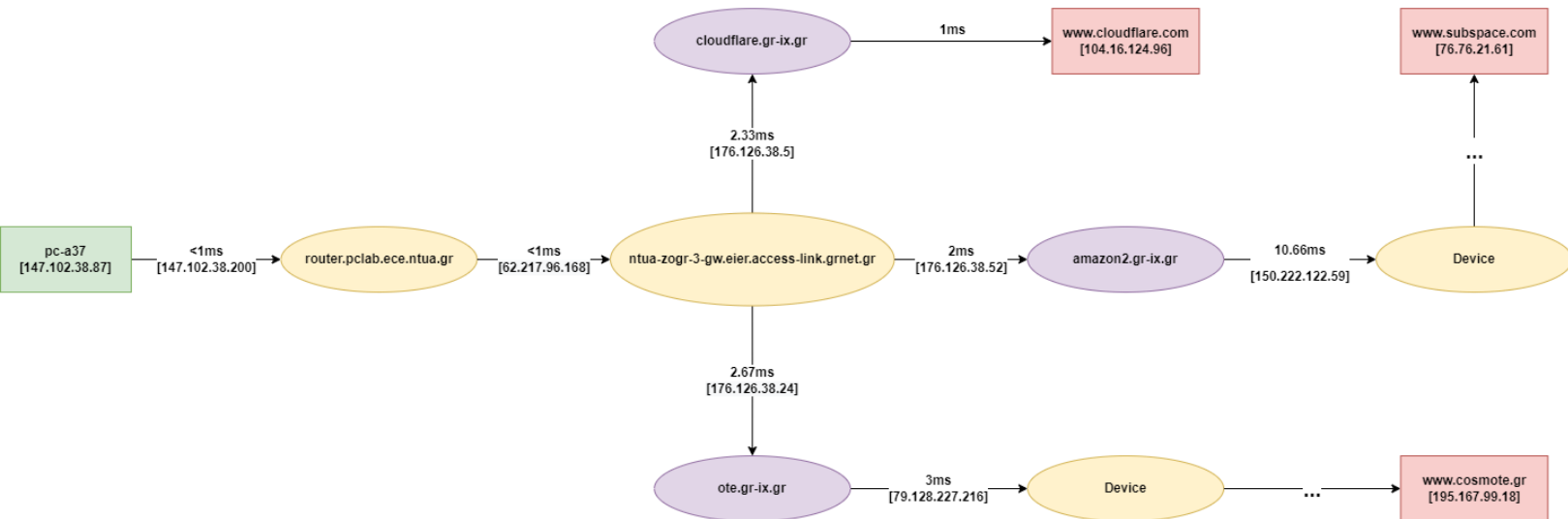
Tracing route to www.cosmote.gr [195.167.99.18]
over a maximum of 4 hops:
  1  <1 ms    <1 ms    <1 ms    router.pclab.ece.ntua.gr [147.102.38.200]
  2  1 ms     <1 ms    <1 ms    ntua-zogr-3-gw.eier.access-link.grnet.gr [62.217.96.168]
  3  3 ms     2 ms     3 ms     ote.gr-ix.gr [176.126.38.24]
  4  3 ms     3 ms     3 ms     79.128.227.216
Trace complete.
  
```

Η σύνταξη της εντολής που χρησιμοποιήσαμε είναι «tracert -4 -h 4 target\_name», όπου το «-4» επιβάλλει IPv4 διευθύνσεις και το «-h 4» δηλώνει το μέγιστο πλήθος βημάτων (hops).

## 2.5

Η διεύθυνση υποδικτύου IPv4 του GR\_IX είναι 176.126.38.0.

## 2.6



**Σχήμα 6:** Η τοπολογία του δικτύου από τον υπολογιστή μας μέχρι τον κόμβο GR-IX (μωβ χρώμα) και ύστερα μέχρι τους εξυπηρετητές των ιστοσελίδων που δίνει η εκφώνηση.

## 2.7

Ναι, συμφωνεί αρκετά.

## 2.8

Χρησιμοποιήθηκε η εντολή «tracert -4 -d grnet.gr-ix.gr».

```
C:\Documents and Settings\labuser>tracert -4 -d grnet.gr-ix.gr
Tracing route to grnet.gr-ix.gr [176.126.38.1]
over a maximum of 30 hops:
  1      1 ms      1 ms      1 ms      147.102.38.200
  2      2 ms      1 ms      1 ms      176.126.38.1
Trace complete.
```

## 2.9

Χρησιμοποιήθηκε το φίλτρο απεικόνισης «udp or icmp».

## 2.10

Το πεδίο Protocol της επικεφαλίδας IPv4 ενός μηνύματος (όπως και των υπολοίπων) που στείλαμε έχει τιμή 0x01, δηλαδή πρωτόκολλο ICMP.

## 2.11

Το προηγούμενο μήνυμα έχει Payload Length (μήκος πεδίου δεδομένων) 72 bytes (Total Length (92) – Header Length (20) = Payload Length (72)).

## 2.12

Αποστέλλεται αρχικά μία τριάδα μηνυμάτων με τιμή TTL ίση με 1. Δεν φτάνουν στον προορισμό και λαμβάνουμε απάντηση TTL exceeded. Επομένως, ξαναστέλνονται 3 μηνύματα με τιμή TTL 2 και αυτή την φορά φτάνουν στο προορισμό και λαμβάνουμε απάντηση από τον server στόχο μας. Οπότε συνολικά στάλθηκαν 2 τριάδες μηνυμάτων και ελήφθησαν 2.

icmp						
No.	Time	Source	Destination	Protoc	Length	Info
4	0.000000	147.102.38.87	176.126.38.1	ICMP	106	Echo (ping) request id=0x0200, seq=40960/160, ttl=1 (no response found!)
5	0.001566	147.102.38.200	147.102.38.87	ICMP	110	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)
6	0.000108	147.102.38.87	176.126.38.1	ICMP	106	Echo (ping) request id=0x0200, seq=41216/161, ttl=1 (no response found!)
7	0.001763	147.102.38.200	147.102.38.87	ICMP	110	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)
8	0.000090	147.102.38.87	176.126.38.1	ICMP	106	Echo (ping) request id=0x0200, seq=41472/162, ttl=1 (no response found!)
9	0.001598	147.102.38.200	147.102.38.87	ICMP	110	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)
14	0.999242	147.102.38.87	176.126.38.1	ICMP	106	Echo (ping) request id=0x0200, seq=41728/163, ttl=2 (reply in 15)
15	0.002645	176.126.38.1	147.102.38.87	ICMP	106	Echo (ping) reply id=0x0200, seq=41728/163, ttl=63 (request in 14)
16	0.000103	147.102.38.87	176.126.38.1	ICMP	106	Echo (ping) request id=0x0200, seq=41984/164, ttl=2 (reply in 17)
17	0.001100	176.126.38.1	147.102.38.87	ICMP	106	Echo (ping) reply id=0x0200, seq=41984/164, ttl=63 (request in 16)
18	0.000085	147.102.38.87	176.126.38.1	ICMP	106	Echo (ping) request id=0x0200, seq=42240/165, ttl=2 (reply in 19)
19	0.001468	176.126.38.1	147.102.38.87	ICMP	106	Echo (ping) reply id=0x0200, seq=42240/165, ttl=63 (request in 18)

## 2.13

Έχουμε τις εξής τριάδες μηνυμάτων:

- **TTL = 1:** (Request) Destination IPv4 = 176.126.38.1 (x3)  
(Reply) Source IPv4 = 147.102.38.200 (x3)
- **TTL = 2:** (Request) Destination IPv4 = 176.126.38.1 (x3)  
(Reply) Source IPv4 = 176.126.38.1 (x3)

## 2.14

Ναι, οι παραπάνω IPv4 addresses των πηγών των απαντήσεων είναι ίδιες με αυτές που βρήκαμε στο 1.5 ερώτημα.



### **2.15**

Στην πρώτη τριάδα μηνυμάτων που στείλαμε αντιστοιχεί TTL = 1 και στην δεύτερη TTL = 2.

### **2.16**

Στην πρώτη τριάδα μηνυμάτων που λάβαμε αντιστοιχεί TTL = 255 και στην δεύτερη TTL = 63.

### **2.17**

Οι πρώτοι κόμβοι απαντούν με μήνυμα ICMP Time-to-live exceeded, διότι σε εκείνους μηδενίστηκε το TTL χωρίς να αποτελούν τον τελικό προορισμό (μηδενίζεται κατά 1 σε κάθε κόμβο, επομένως στην πρώτη τριάδα μας απάντησε έτσι ο πρώτος κόμβος, ενώ η δεύτερη τριάδα έφτασε στον τελικό προορισμό).

### **2.18**

Ο προορισμός απαντά με Echo (ping) reply.

## Άσκηση 3: Περισσότερα για τις επικεφαλίδες πακέτων IP

### 3.1

Χρησιμοποιήθηκε η εντολή «tracert nic.gr-ix.gr».

```
C:\Documents and Settings\labuser>tracert nic.gr-ix.gr

Tracing route to nic2.gr-ix.gr [195.130.66.4]
over a maximum of 30 hops:

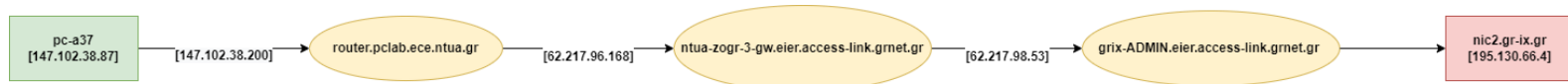
  0  1 ms    3 ms    <1 ms   router.pclab.ece.ntua.gr [147.102.38.200]
  1  3 ms    2 ms    <1 ms   ntua-zogr-3-gw.eier.access-link.grnet.gr [62.217.96.168]
  2  1 ms    1 ms    1 ms    grix-ADMIN.eier.access-link.grnet.gr [62.217.98.53]
  3  2 ms    2 ms    2 ms    nic2.gr-ix.gr [195.130.66.4]

Trace complete.
```

### 3.2

Χρησιμοποιήθηκε το φίλτρο σύλληψης «icmp».

### 3.3



**Σχήμα 7:** Η που καταγράφει η εντολή tracert από τον υπολογιστή μας μέχρι το μηχάνημα nic.gr-ix.gr.

Οι IPv4 των διεπαφών που απαντούν φαίνονται πάνω στα βέλη, τα οποία δείχνουν προς τις συσκευές που υλοποιούν τις διεπαφές.

### 3.4

Αλλάζουν τα πεδία Identification, Header Checksum και time to live.

### 3.5

Παραμένουν αμετάβλητα όλα τα υπόλοιπα πεδία.

### 3.6

Πρέπει να παραμείνουν αμετάβλητα τα εξής πεδία:

- **Version**, για να καθορίσει ότι πρόκειται για IPv4 πακέτα
- **Total Length**, καθώς το default ICMP payload είναι 56 bytes, επομένως εάν προσθέσουμε το ICMP header (8), το IPv4 header (20) και το Ethernet Header (8) φτάνουμε τα 92 bytes
- **Protocol**, καθώς πρέπει να έχει τιμή ICMP για την καταγραφή που κάναμε
- **Source address**, αφού μελετάμε πακέτα που έστειλε ο υπολογιστής μας
- **Destination address**, διότι με το συγκεκριμένο tracerf έχουμε δεδομένο τελικό στόχο κατά το capturing

### 3.7

Πρέπει να αλλάξουν τα εξής πεδία:

- **Identification**, καθώς σε μια αμφίδρομη επικοινωνία καθορίζεται μοναδικά το κάθε πακέτο
- **Time to Live**, προκειμένου να φτάσει τον τελικό επιθυμητό στόχο (όχι πάντα απαραίτητο, μπορεί να φτάναμε στο στόχο με TTL = 1)
- **Header Checksum**, εφόσον προκύπτει με βάση όλα τα υπόλοιπα πεδία και είδαμε πως το Identification αλλάζει, άρα και αυτό

### 3.8

2	0.001551	147.102.38.200	147.102.38.87	ICMP	110	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)
4	0.003188	147.102.38.200	147.102.38.87	ICMP	110	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)
6	0.000665	147.102.38.200	147.102.38.87	ICMP	110	Time-to-live exceeded (Time to live exceeded in transit)

Η τιμή του ζητούμενου πεδίου είναι TTL = 255.

### 3.9

Τα πακέτα αυτά προκύπτουν ως απάντηση στην τριάδα μηνυμάτων που στείλαμε με TTL = 1, εφόσον προέρχονται από τον κοντινότερο σε εμάς δρομολογητή. Επομένως, αφού στείλαμε τριάδα, λάβαμε επίσης τριάδα, η οποία προφανώς έχει ίδιο TTL.

### 3.10

Κατά σειρά, τα επόμενα ICMP Time Exceeded πακέτα προέρχονται από τις παρακάτω διευθύνσεις με τα αντίστοιχα TTL:

- ntua-zogr-3-gw.eier.access-link.grnet.gr (62.217.96.168) → TTL = 254
- grix-ADMIN.eier.access-link.grnet.gr (62.217.98.53) → TTL = 253

Παρατηρούμε πως καθώς κατευθυνόμαστε σε αύξουσα σειρά source πακέτων το TTL μειώνεται. Αυτό είναι αναμενόμενο, καθώς ο κάθε επόμενος (με κατεύθυνση από εμάς προς τον τελικό προορισμό) δρομολογητής έχει μπροστά του έναν παραπάνω κόμβο (σε σχέση με τον προηγούμενο), οπότε και όταν φτάνει σε εμάς το πακέτο, το TTL του έχει μειωθεί ανάλογα με το πόσους δρομολογητές πέρασε.

### **3.11**

Η τιμή του πεδίου TTL της επικεφαλίδας των αντίστοιχων πακέτων IPv4 είναι TTL = 61.

### **3.12**

Στη διεπαφή του nic.gr-ix.gr η τιμή του πεδίου TTL ήταν 64. Αυτό ισχύει διότι το wireshark κάνει capture τα πακέτα στον υπολογιστή μας, επομένως για να έφτασε σε εμάς με TTL = 61, πέρασε από τους 3 (όπως είδαμε εκτελώντας την εντολή tracer) ενδιάμεσους κόμβους μειώνοντας κάθε φορά κατά 1 το TTL.

## Άσκηση 4: IPv4 options

### 4.1

Η ακριβής σύνταξη της εντολής ping, ώστε να στείλουμε ένα μόνο πακέτο IPv4 με ενεργοποιημένη την επιλογή της καταγραφής διαδρομής για το μέγιστο δυνατό πλήθος διευθύνσεων είναι «ping -n 1 -4 -r 5 www.ntua.gr»

```
C:\Documents and Settings\labuser>ping -n 1 -4 -r 5 www.ntua.gr

Pinging www.ntua.gr [147.102.224.101] with 32 bytes of data:

Reply from 147.102.224.101: bytes=32 time=1ms TTL=63
    Route: 147.102.224.97 ->
           147.102.224.101 ->
           147.102.38.200

Ping statistics for 147.102.224.101:
    Packets: Sent = 1, Received = 1, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 1ms, Maximum = 1ms, Average = 1ms
```

### 4.2

Η επικεφαλίδα IPv4 του πακέτου που έστειλε ο υπολογιστής μας έχει μέγεθος 44 bytes.

1	0.000000	147.102.38.87	147.102.224.101	ICMP	98	Echo (ping) request	id=0x0200, seq=45568/178, ttl=128 (reply in 2)
2	0.001154	147.102.224.101	147.102.38.87	ICMP	98	Echo (ping) reply	id=0x0200, seq=45568/178, ttl=63 (request in 1)

>	Frame 1: 98 bytes on wire (784 bits), 98 bytes captured (784 bits) on interface \Device\NPF_{6DB1BAA9-9537-4936-94A1-167676CF05}	0000 00 00 5e 00 01 25 00 11 25 f8 5e ec 08 00 48 00
>	Ethernet II, Src: 00:11:25:f8:5e:ec, Dst: 00:00:5e:00:01:25	0010 00 54 b4 04 00 00 80 01 48 04 93 66 26 57 93 66
>	Internet Protocol Version 4, Src: 147.102.38.87, Dst: 147.102.224.101	0020 e0 65 07 17 04 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
>	0100 ... = Version: 4	0030 00 00 00 00 00 00 00 00 00 08 00 99 5b 02 00
>	1011 = Header Length: 44 bytes (11)	0040 b2 00 61 62 63 64 65 66 67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e
		0050 6f 70 71 72 73 74 75 76 77 61 62 63 64 65 66 67

### 4.3

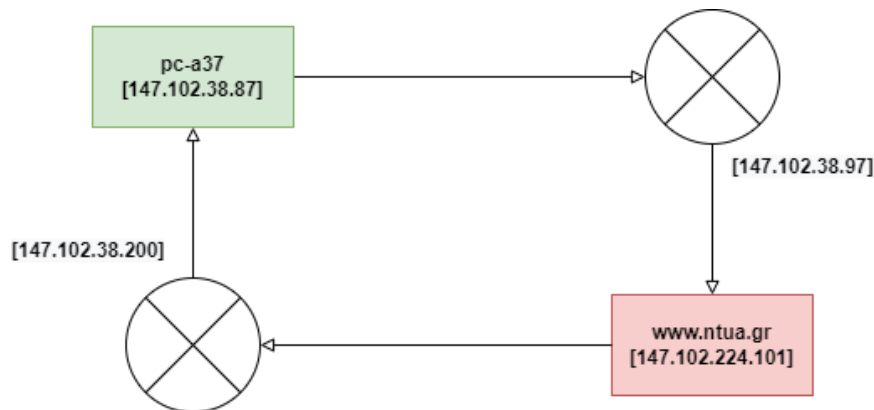
Αντίστοιχα, η επικεφαλίδα IPv4 του πακέτου που έλαβε ο υπολογιστής μας έχει μέγεθος 44 bytes.

### 4.4

Τα πρώτα 20 bytes είναι τα γνωστά, όπως τα έχουμε αναλύσει στις προηγούμενες εργαστηριακές ασκήσεις. Τα υπόλοιπα 24 bytes που ακολουθούν, συγκροτούν ένα πεδίο που λέγεται Options. Το πεδίο αυτό έχει αυτό το μήκος καθώς περιέχει 4 bytes για τα υποπεδία του Type, Length, Pointer και EOL Type (ένα byte για κάθε πεδίο), και τα υπόλοιπα bytes αντιστοιχίζονται σε IPv4 διευθύνσεις των διεπαφών της οποίες συναντάει το πακέτο Echo (ping) reply κατά την διαδρομή του από την αφετηρία στον προορισμό. Συγκεκριμένα συνάντησε 3 διεπαφές (συν άλλες δύο μηδενικές (empty) IPv4), άρα σύνολο 24 bytes.

- ▼ Options: (24 bytes), Record Route
  - ▼ IP Option - Record Route (23 bytes)
    - Type: 7
    - Length: 23
    - Pointer: 16
    - Recorded Route: 147.102.224.97
    - Recorded Route: 147.102.224.101
    - Recorded Route: 147.102.38.200
    - Empty Route: 0.0.0.0 <- (next)
    - Empty Route: 0.0.0.0
  - ▼ IP Option - End of Options List (EOL)
    - Type: 0

#### 4.5



**Σχήμα 8:** Η τοπολογία του δικτύου από τον υπολογιστή μας μέχρι την ιστοσελίδα [www.ntua.gr](http://www.ntua.gr), καταγράφοντας τις διεπαφές που προωθούν τα μηνύματα (απερχόμενες διεπαφές).

#### 4.6

```

C:\Documents and Settings\labuser>tracert -4 nic.grnet.gr

Tracing route to pdns1.grnet.gr [194.177.210.210]
over a maximum of 30 hops:
  0  <1 ms    <1 ms    <1 ms    router.pclab.ece.ntua.gr [147.102.38.200]
  1  <1 ms    <1 ms    <1 ms    ntua-zogr-3-gw.eier.access-link.grnet.gr [62.217.96.168]
  2  1 ms     1 ms     1 ms     kolettir-eier-AE.backbone.grnet.gr [62.217.100.62]
  3  1 ms     1 ms     1 ms     pdns1.grnet.gr [194.177.210.210]
Trace complete.
  
```

Βλέπουμε πως η IPv4 διεύθυνση του [nic.grnet.gr](http://nic.grnet.gr) είναι 194.177.210.210 και πως απέχει 4 βήματα από τον υπολογιστή μας.

#### 4.7

Καταγράφουμε τις εξής IPv4 διευθύνσεις μέχρι τον nic.grnet.gr (Αναφέρονται σε διευθύνσεις, οι οποίες μας απαντάνε):

- router.pclab.ece.ntua.gr (147.102.38.200)
- ntua-zogr-3-gw.eier.access-link.grnet.gr (62.217.96.168)
- kolettir-eier-AE.backbone.grnet.gr (62.217.100.62)
- pdns1.grnet.gr (194.177.210.210)

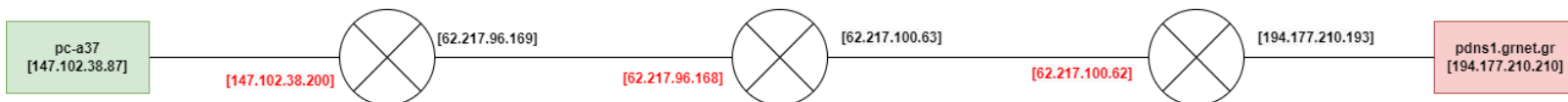
#### 4.8

```
C:\Documents and Settings\labuser>ping -a -n 1 -4 -r 4 nic.grnet.gr
Pinging pdns1.grnet.gr [194.177.210.210] with 32 bytes of data:
Reply from 194.177.210.210: bytes=32 time=4ms TTL=61
Route: 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]
Ping statistics for 194.177.210.210:
    Packets: Sent = 1, Received = 1, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 4ms, Maximum = 4ms, Average = 4ms
```

Καταγράφουμε τις εξής IPv4 addresses (Αναφέρονται σε διευθύνσεις απερχόμενων διεπαφών)

- 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)

#### 4.9



**Σχήμα 9:** Η τοπολογία του δικτύου από τον υπολογιστή μας μέχρι τον nic.grnet.gr. Με κόκκινο φαίνονται οι διεπαφές που απαντάνε πίσω (tracert), ενώ με μαύρο αυτές που προωθούν τα μηνύματα (ping).