

Όνοματεπώνυμο: Ανδρέας Στάμος (03120***)	Όνομα PC: linux / Ubuntu 22.04.2 LTS
Ομάδα: 1	Ημερομηνία: 23/04/2024

## Εργαστηριακή Άσκηση 11

### Το Πρωτόκολλο IPv6

Απαντήστε στα ερωτήματα στον χώρο που σας δίνεται παρακάτω και στην πίσω σελίδα εάν δεν επαρκεί. Το φυλλάδιο αυτό θα παραδοθεί στον επιβλέποντα.

### Άσκηση 1

1.1 `sysrc ifconfig_em0_ipv6="inet6 accept_rtadv"`

1.2 `service netif restart`

1.3 `fe80::a00:27ff:fe78:c5e1`

1.4 `fe80::a00:27ff:feaf:75c9`

1.5 Πρόκειται για link-local διευθύνσεις. Παράγονται μέσω διαδικασίας SLAAC.

Υπολογίζεται η ταυτότητα διεπαφής, δηλαδή η EUI-64. Η EUI-64 είναι η MAC διεύθυνση, με αντεστραμμένο το 7ο bit του 1ου byte (εδώ το 0x08 έγινε 0x0a), παρεμβάλλοντας στην μέση το 0xfffe.

Η ταυτότητα διεπαφής ενώνεται με το πρόθεμα fe80::/64 για να δημιουργηθεί η link-local διεύθυνση.

1.6 `netstat -rn6`

Υπάρχουν 9 εγγραφές.

1.7 Μόνο εκεί για το δίκτυο fe80::%em0/64

1.8 Υπάρχουν 2 εγγραφές, μία για την em0 (fe80::%em0/64) και μία για την lo0 (fe80::%lo0/64).

1.9 Το ίδιο PC (PC1), μέσω της διεπαφής loopback.

1.10 `ping6 fe80::a00:27ff:fe78:c5e1%em0`

Πρέπει να προστεθεί ο δείκτης ζώνης %em0, προκειμένου ο πυρήνας του FreeBSD να γνωρίζει πως πρόκειται για link-local διεύθυνση στην διεπαφή em0.

1.11 `ping fe80::a00:27ff:feaf:75c9%em0`

Πρέπει να προστεθεί ο δείκτης ζώνης %em0.

1.12 Το PC1. (το ping ήταν προς την multicast διεύθυνση των hosts της ίδιας διεπαφής, που είναι μόνο το PC1)

1.13 Απαντάνε και το PC1 και το PC2. (το ping ήταν προς την multicast διεύθυνση των hosts του ίδιου τοπικού δικτύου, δηλαδή του LAN1)

1.14 `ifconfig em0 inet6 fd00:1::2/64 up`

1.15 `ifconfig em0 inet6 fd00:1::3/64 up`

1.16 Unicast ιδιωτικές διευθύνσεις (Unique Local Addresses) του block fd00::/8.

Οι αντίστοιχες διευθύνσεις στο IPv4 είναι οι ιδιωτικές διευθύνσεις 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12 και 192.168.0.0/16.

1.17 Υπάρχουν 2 διευθύνσεις IPv6.

1.18 Υπάρχουν 11 εγγραφές. Προστέθηκαν 2 εγγραφές. Στο PC1 αυτές είναι:

1. Για το δίκτυο fd00:1::/64 προς την em0.

2. Για την διεύθυνση fd00:1::2 προς την lo0.

1.19 Προσθέτουμε στο αρχείο /etc/hosts τις εξής γραμμές:

fd00:1::2/64 PC1 PC1.ntua.lab

fd00:1::3/64 PC2 PC2.ntua.lab

1.20 Ναι.

1.21 Καμία.

1.22 `man ndp`

1.23 `ndp -a`

1.24 Βλέπουμε 4 εγγραφές, για κάθε PC (PC1, PC2) και για κάθε διεύθυνσή του (link-local και στατική που ορίσαμε εμείς).

Οι εγγραφές που αφορούν το ίδιο PC (στο PC1 για το PC1) είναι σε κατάσταση Reachable, οι εγγραφές που αφορούν στο άλλο PC (στο PC1 για το PC2) είναι σε κατάσταση Stale.

1.25 `ndp -p`

Δεν υπάρχουν εγγραφές για προθέματα.

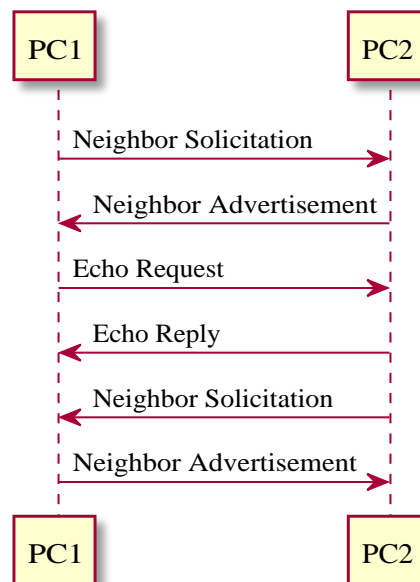
1.26 `ndp -c`

1.27 `tcpdump -envi em0`

1.28 6

1.29 ICMPv6 με τιμή στο Next header: 58=0x3a.

1.30



1.31 IPv6 παραλήπτη: `ff02::1:ff00:3`

Πρόκειται για την Solicited-node Multicast Address που δημιουργείται από την ένωση των 24 LSB bits της unicast IPv6 διεύθυνσης του PC2 (είναι το :3) με το πρόθεμα `ff02::1:ff00:0/104`.

MAC παραλήπτη: `33:33:ff:00:00:03`

Προκύπτει από τα 24 LSB bits της διεύθυνσης IPv6 με το πρόθεμα `33:33:ff:XX:XX:XX`.

1.32 IPv6 παραλήπτη: `ff02::1:ff00:2`

Πρόκειται για την Solicited-node Multicast Address που δημιουργείται από την ένωση των 24 LSB bits της unicast IPv6 διεύθυνσης του PC1 (είναι το :2) με το πρόθεμα `ff02::1:ff00:0/104`.

MAC παραλήπτη:

Είναι η MAC διεύθυνση του PC1, που το PC2 έχει ήδη στην cache λόγω του Echo Request που ήρθε από το PC1. Το Neighbor Solicitation στέλνεται προς το PC1 για να επιβεβαιωθεί ότι η MAC διεύθυνση είναι σωστή.

1.33 Η κατάσταση είναι Reachable και η αρχική διάρκεια ζωής είναι 45sec.

1.34 Εναλλάσσεται μεταξύ Reachable και Stale.

**1.35** 45sec.

Όταν λήξει η κατάσταση γίνεται Stale.

**1.36** Λίγα δευτερόλεπτα. ( $\approx$  1-5 sec)**1.37** Είναι στην κατάσταση Reachable μέχρι να λήξει, και μετά μεταβαίνει στην κατάσταση Stale, και μένει σε αυτή.**1.38** Κάθε PC ανά περίπου 45 sec παράγει Neighbor Solicitation για το άλλο PC, το οποίο του απαντά με Neighbor Advertisement.

Τα πακέτα αυτά ανταλλάσσονται διότι η εγγραφή για το απέναντι PC μεταβαίνει σε Stale ανά 45sec, οπότε χρειάζεται ανανέωση, που γίνεται μέσω ερώτησης Neighbor Solicitation και απάντησης Neighbor Advertisement.

## Άσκηση 2

**2.1** sysrc ipv6\_gateway\_enable="YES"  
service routing restart**2.2** ifconfig em0 fd00:1::3 delete  
ifconfig em0 fd00:2::2/64**2.3** vtysh  
configure terminal  
interface em0  
ip address fd00:1::1/64**2.4** interface em1  
ip address fd00:3::1/126**2.5** vtysh  
configure terminal  
interface em1  
ip address fd00:2::1/64**2.6** interface em0  
ip address fd00:3::2/126**2.7** route -6 add default fd00:1::1**2.8** route -6 add default fd00:2::1**2.9** tcpdump -ni em0**2.10** ndp -c  
ping6 fd00:2::2

Το ping6 αποτυγχάνει, διότι ο R1 δεν γνωρίζει πώς να δρομολογήσει για το fd00:2::2. Μάλιστα, για τον λόγο αυτό, ο R1 αποστέλλει ICMPv6 Destination Unreachable προς το PC1.

**2.11** Παράγονται:

- ICMPv6 Echo Request από το PC1 με διεύθυνση προορισμού την fd00:2::2 (PC2).
- ICMPv6 Destination Unreachable από τον R1 με διεύθυνση προορισμού την fd00:2::1 (PC1). Το μήνυμα αυτό αποστέλλεται, διότι ο R1 δεν γνωρίζει πώς να δρομολογήσει για το fd00:2::2.

**2.12** ipv6 route fd00:2::/64 fd00:3::2**2.13** Όχι, αποτυγχάνει. Τα Echo Requests φθάνουν στο PC2, το PC2 εκδίδει Echo Replies, όμως ο R2 δεν γνωρίζει πώς να δρομολογήσει για το fd00:1::1, οπότε απορρίπτει το πακέτο. Μάλιστα, για τον λόγο αυτό ο R2 αποστέλλει ICMPv6 Destination Unreachable προς το PC2.**2.14** ipv6 route fd00:1::/64 fd00:3::1**2.15** Ναι.**2.16** interface em0  
no ipv6 nd suppress-ra

**2.17** interface em0  
    ipv6 nd prefix fd00:1::/64

**2.18** interface em1  
    no ipv6 nd suppress-ra

**2.19** interface em1  
    ipv6 nd prefix fd00:2::/64

**2.20** route -6 delete default

**2.21** tcpdump -ni em0 'icmp6'

**2.22** service netif restart

**2.23** Ανταλλάσσονται τα εξής:

1. Router Solicitation από PC1
2. Router Advertisement από R1
3. Neighbor Solicitation από PC1

**2.24** Γίνεται στα πλαίσια της διαδικασίας DAD (Duplicate Address Detection).

Σκοπός είναι να εξετάσει αν υπάρχουν άλλοι hosts που έχουν ίδια διεύθυνση στο ίδιο υποδίκτυο. Αν δεν απαντήσει κανένας (εδώ δεν απαντάει), θεωρεί ότι δεν έχει άλλος αυτή την διεύθυνση.

**2.25** Χρησιμοποιεί την ακαθόριστη διεύθυνση ::/0 , διότι ακόμα δεν έχει καθορισμένη διεύθυνση.

**2.26** Την link-local διεύθυνση της διεπαφής.

**2.27** Το Router Solicitation αποστέλλεται προς την ff02::2, που σημαίνει “όλοι οι δρομολογητές της τοπικής ζεύξης”.

Το Router Advertisement αποστέλλεται προς την ff02::1, που σημαίνει “όλοι οι hosts της τοπικής ζεύξης”.

Το Neighbor Solicitation αποστέλλεται προς την ff02::1:ff78:c5e1, που είναι η multicast διεύθυνση solicited node, και σκοπό έχει να ελεγχεί αν υπάρχουν άλλοι hosts με ίδια διεύθυνση.

**2.28** Γενικά οι multicast MAC διευθύνσεις προκύπτουν από τις multicast IPv6 διευθύνσεις, μέσω επιλογής των 32 LSB bits ως επίθεμα στην MAC διεύθυνση 33:33:.

Έτσι, το Router Solicitation έχει MAC παραλήπτη 33:33:00:00:00:02.

Το Router Advertisement έχει MAC παραλήπτη 33:33:00:00:00:01.

Το Neighbor Solicitation έχει MAC παραλήπτη 33:33:ff:78:c5:e1.

**2.29** ndp -p

Δηλώνονται οι εξής σημαίες:

**L** Προσδιορίζει ότι το prefix είναι on-link, δηλαδή ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ώστε να εξεταστεί αν μια διεύθυνση είναι στην τοπική ζεύξη.

**A** Προσδιορίζει ότι μπορεί να γίνει αυτόνομη ρύθμιση διεύθυνσης μέσω SLAAC.

**O** Προσδιορίζει ότι υπάρχουν πρόσθετες πληροφορίες διαθέσιμες μέσω DHCPv6.

**2.30** Την fd00:1::a00:27ff:fe78:c5e1

**2.31** Ναι, υπάρχει. Δρομολογεί προς το fe80::a00:27ff:fe15:b477%em0 (R1).

Η προκαθορισμένη πύλη προέκυψε από το Router Advertisement που εξέδωσε ο R1 ως απάντηση στο ερώτημα Router Solicitation που εξέδωσε το PC1.

**2.32** Από το PC2 μπορούμε μόνο με την “global” διεύθυνση του PC1, δηλαδή την fd00:1::a00:27ff:fe78:c5e1.

Αντίθετα, από τον R1, μπορούμε και με “global” διεύθυνση του PC1, και με την link-local διεύθυνση του, δηλαδή την fe80::a00:27ff:fe78:c5e1%em0, καθώς ο R1 είναι συνδεδεμένος στο ίδιο υποδίκτυο με το PC1, το LAN1, στην διεπαφή του em0.

## Άσκηση 3

### 3.1 Στον R1:

```
no ipv6 route fd00:2::/64 fd00:3::2
```

Στον R2:

```
no ipv6 route fd00:1::/64 fd00:3::1
```

### 3.2 Και στον R1 και στον R2:

```
router ripng
network em0
network em1
```

### 3.3 do show ipv6 ripng

Βλέπουμε 3 εγγραφές, τις εξής:

1. Για το fd00:1::/64 μέσω του ίδιου.
2. Για το fd00:2::/64 προς το fe80::a00:27ff:fe19:dd7f, στην em1 (R2).
3. Για το fd00:3::/64 μέσω του ίδιου.

### 3.4 Είναι η fe80::a00:27ff:fe19:dd7f (R2), που είναι link local διεύθυνση.

### 3.5 Ναι.

### 3.6 tcpdump -nvi em1

### 3.7 Παρατηρώ πακέτα ripng-resp, με διεύθυνση προορισμού την ff02::9, που είναι η εκχωρημένη από την IANA, multicast IPv6 διεύθυνση για το RIP.

### 3.8 Το Hop Limit έχει τιμή 255, ώστε, σύμφωνα με το σχετικό RFC2080, να μπορούν οι γειτονικοί κόμβοι εξετάζοντας ότι το hop limit έχει τιμή 255 και έτσι να γνωρίζουν πως λαμβάνουν όντως από άμεσο γείτονα.

(αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί και με hop limit 1, οπότε μάλλον το 255 τίθεται ώστε να μπορεί να γίνει ευκολότερα διαγνωστικός έλεγχος στην περίπτωση που κάτι δεν λειτουργεί με τον προβλεπόμενο τρόπο)

### 3.9 Χρησιμοποιεί UDP θύρα 521.

Δεν είναι ίδια χαρακτηριστικά με του RIP, καθώς το RIP χρησιμοποιεί UDP θύρα 520.

### 3.10 Και στον R1 και στον R2:

```
no router ripng
```

### 3.11 do write file

### 3.12 service frr restart

### 3.13 router ospf6

```
ospf router-id X.X.X.X
```

όπου  $X = 1, 2$  αντίστοιχα για τους R1, R2.

### 3.14 interface em0

```
ipv6 ospf6 area 0.0.0.0
```

```
interface em1
```

```
ipv6 ospf6 area 0.0.0.0
```

### 3.15 interface em0

```
ipv6 ospf6 area 0.0.0.0
```

```
interface em1
```

```
ipv6 ospf6 area 0.0.0.0
```

### 3.16 do show ipv6 route ospf6

Βλέπουμε 3 εγγραφές. Το κόστος κάθε ζεύξης στο OSPF καθορίζεται ως:

$$\text{cost} = \frac{\text{reference bandwidth}}{\text{interface bandwidth}}$$

Στο FRR το προεπιλεγμένο reference bandwidth είναι στα 100 Gbps. Οι εικονικές διεπαφές του VirtualBox είναι 1 Gbps, οπότε κάθε ζεύξη έχει κόστος 100.

Έτσι για το δίκτυο fd00:1::/64 (LAN1) προκύπτει κόστος  $100 + 100 = 200$ .

Για το δίκτυο fd00:2::/64 (LAN2) προκύπτει κόστος 100.

Για το δίκτυο fd00:3::/126 (WAN1) προκύπτει κόστος 100.

Το προηγούμενα κόστη αναφέρονται στην μετρική του πίνακα δρομολόγησης. Στο πίνακα δρομολόγησης, υπάρχει επίσης και η διαχειριστική απόσταση, που για το OSPF έχει τιμή 100.

**3.17** Είναι η fe80::a00:27ff:fed7:3bd7 (R1), που είναι link local διεύθυνση.

**3.18** tcpdump -nvi em0

**3.19** Παρατηρούμε OSPFv3 Hello μηνύματα με προορισμό την multicast διεύθυνση ff02::5 που είναι η εκχωρημένη από την IANA διεύθυνση για την multicast διεύθυνση του OSPF για όλους τους δρομολογητές (υπάρχει και η multicast διεύθυνση για τους Designated Routers).

**3.20** 1

**3.21** 89=0x59

Είναι ίδιος με του OSPFv2.

**3.22** Ναι.

**3.23** Και στον R1 και στον R2:

```
no router ospf6
```

**3.24** Και στον R1 και στον R2:

```
service frr restart
```

**3.25** router-id 1.1.1.1  
router bgp 65010

**3.26** no bgp ebgp-requires-policy

**3.27** no bgp default ipv4-unicast

**3.28** neighbor fd00:3::2 remote-as 65020

**3.29** address-family ipv6

**3.30** network fd00:1::/64

**3.31** neighbor fd00:3::1 activate

**3.32** router-id 2.2.2.2  
router bgp 65020  
no bgp ebgp-requires-policy  
no bgp default ipv4-unicast  
neighbor fd00:3::2 remote-as 65010  
address-family ipv6  
network fd00:1::/64  
neighbor fd00:3::1 activate  
exit

**3.33** do show ip bgp ipv6 neighbor

**3.34** do show ipv6 route bgp

Βλέπουμε 1 δυναμική εγγραφή για το fd00:2::/64 (LAN2).

**3.35** Είναι η fe80::a00:27ff:fe19:dd7f (R2), που είναι link local διεύθυνση.

**3.36** do show ip bgp ipv6 neigh fd00:3::2 advertised-routes

Ο R1 διαφημίζει 2 διαδρομή προς τον R2:

1. Για το fd00:1::/64 (LAN1), με διαδρομή απευθείας στο δικό του AS (το AS 65010).
2. Για το fd00:2::/64 (LAN2), με διαδρομή μέσω του AS 65020.

**3.37** `tcpdump -nvi em1 'not icmp6'`

**3.38** BGP Keepalive μηνύματα. Χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο μεταφοράς TCP, στην θύρα 179.

Το πρωτοκόλλο μεταφοράς και η θύρα, είναι ίδια με του IPv4.

**3.39** 1, όπως συμβαίνει με τα μηνύματα του eBGP (εδώ πρόκειται για eBGP).

**3.40** Ναι.

**3.41** `shutdown -r now`

(περιμένουμε να γίνει η επανεκκίνηση.)

```
vttysh
configure terminal
router-id 1.1.0.0
interface em0
ip address fd00:1::2/64
```

**3.42** `router bgp 65010`

**3.43** `no bgp default ipv4-unicast`

**3.44** `neighbor fd00:1::1 remote-as 65010`

```
3.45 address-family ipv6
    neighbor fd00:1::1 activate
exit
```

```
3.46 router bgp 65010
    neighbor fd00:1::2 remote-as 65010
```

```
3.47 address-family ipv6
    neighbor fd00:1::2 activate
exit
```

**3.48** `do show ip bgp ipv6 neighbor`

**3.49** `do show ipv6 route bgp`

Βλέπουμε 2 εγγραφές.

**3.50** Εμφανίζουμε τον πλήρη πίνακα δρομολόγησης:

```
do show ipv6 route
```

Το fd00:1::/64 (LAN1) είναι απευθείας συνδεδεμένο στο PC1, οπότε στον πίνακα δρομολόγησης υπάρχει κανόνας για απευθείας συνδεδεμένο δίκτυο για το fd00:1::/64 (LAN1). Ο κανόνας αυτός έχει διαχειριστική απόσταση 0. Αντίθετα, οι κανόνες του iBGP έχουν διαχειριστική απόσταση 200. Συνεπώς, επιλέγεται ο κανόνας για το fd00:1::/64 (LAN1) ως απευθείας συνδεδεμένο στο PC1.

**3.51** Είναι η fd00:1::1 (R1). Πρόκειται για “global” διεύθυνση, σε αντίθεση με τα προηγούμενα πρωτόκολλα που ήταν link-local διεύθυνση. Αυτό συμβαίνει, διότι οι δρομολογητές iBGP μπορούν να απέχουν πολλά βήματα από τους eBGP δρομολογητές, με την δρομολόγηση μεταξύ τους (εντός του Autonomous System) να αναλαμβάνει κάποιο άλλο πρωτόκολλο IGP.

**3.52** Ναι.

## Άσκηση 4

```
4.1 vtysh
    configure terminal
    interface em0
    ip address 192.168.1.1/24
```

```
4.2 vtysh
    configure terminal
    interface em1
    ip address 192.168.2.1/24
```

- 4.3** vtysh  
configure terminal  
interface em0  
ip address 192.168.1.2/24  
ip route 0.0.0.0/0 192.168.1.1
- 4.4** vtysh  
configure terminal  
interface em0  
ip address 192.168.2.2/24  
ip route 0.0.0.0/0 192.168.2.1
- 4.5** sysrc firewall\_enable="YES" firewall\_nat64\_enable="YES" firewall\_type="open" firewall\_logif="YES"
- 4.6** kldload ipfw  
service ipfw start
- 4.7** ipfw list  
Περιέχει 12 κανόνες.
- 4.8** Ναι.
- 4.9** ipfw nat64clat nat64 create clat\_prefix fd00:3:1::/64 plat\_prefix 64:ff9b::/96 allow\_private log
- 4.10** ipfw add 2000 nat64clat nat64 ip4 from any to not me in recv em0
- 4.11** ipfw add 3000 nat64clat nat64 ip6 from 64:ff9b::/96 to fd00:3::/96 in recv em1
- 4.12** ipv6 route 64:ff9b::/96 fd00:3::2
- 4.13** sysrc firewall\_enable="YES" firewall\_nat64\_enable="YES" firewall\_type="open" firewall\_logif="YES"  
kldload ipfw  
service ipfw start
- 4.14** ipfw nat64lsn nat64 create prefix4 2.2.2.0/24 prefix6 64:ff9b::/96 allow\_private log
- 4.15** ipfw add 2000 nat64lsn nat64 ip6 from fd00:3:1::/96 to 64:ff9b::/96 in recv em0
- 4.16** ipfw add 3000 nat64lsn nat64 ip4 from any to 2.2.2.0/24 in recv em1
- 4.17** ipv6 route fd00:3:1::/96 fd00:3::1
- 4.18** ip route 0.0.0.0/0 192.168.2.2
- 4.19** Ναι επιτυγχάνει.
- 4.20** ifconfig ipfwlog0 create  
tcpdump -ni ipfwlog0
- 4.21** ifconfig ipfwlog0 create  
tcpdump -ni ipfwlog0
- 4.22** Στον R1 βλέπουμε τα εξής πακέτα:
1. IPv4: 192.168.1.1 (PC1 LAN1-private) → 192.168.2.2 (PC2 public): ICMP Echo Request
  2. IPv6: fd00:3:1:**c0a8:102** (PC1 CLAT-translated) → 64:ff9b::**c0a8:202** (PC2 CLAT-translated): ICMPv6 Echo Request
  3. IPv6: 64:ff9b::**c0a8:202** (PC2 CLAT-translated) → fd00:3:1:**c0a8:102** (PC1 CLAT-translated): ICMPv6 Echo Reply
  4. IPv4: 192.168.2.2 (PC2 public) → 192.168.1.1 (PC1 LAN1-private): ICMP Echo Reply
- Στον R2 βλέπουμε τα εξής πακέτα:
1. IPv6: fd00:3:1:**c0a8:102** (PC1 CLAT-translated) → 64:ff9b::**c0a8:202** (PC2 CLAT-translated): ICMPv6 Echo Request
  2. IPv4: 2.2.2.117 (PC1 PLAT-translated) → 192.168.2.2 (PC2 public): ICMP Echo Request
  3. IPv4: 192.168.2.2 (PC2 public) → 2.2.2.117 (PC1 PLAT-translated): ICMP Echo Reply



4. IPv6: 64:ff9b::c0a8:202 (PC2 CLAT-translated) → fd00:3:1:c0a8:102 (PC1 CLAT-translated): ICMPv6 Echo Reply

**4.23** `interface em0`  
`ip address 172.17.17.2/24`  
`ip address 10.0.0.2/24`

**4.24** Ναι.

**4.25** `tcpdump -ni em0`

Εμφανίζεται με την διεύθυνση 2.2.2.117, που είναι μια από τις διευθύνσεις που έχει διαθέσιμες για μετάφραση το stateful NAT64 (το NAT64-PLAT που τέχει στον R2).

**4.26** Βλέπουμε 3 states, όπου υπάρχει η αντιστοχία της IPv6 fd00:3:1::c0a8:102 (PC1 CLAT-translated) με την IPv4 2.2.2.2.177 (PC1 PLAT-translated), δηλαδή η αντιστοιχία που δημιουργεί το NAT64, μία φορά για κάθε τελικό προορισμό 10.0.0.2, 172.17.17.2 και 192.168.2.2.

**4.27** Διαρκούν 65 δευτερόλεπτα και έπειτα διαγράφονται.

**4.28** Όχι, αποτυγχάνει.

Το nat64clat πρέπει γενικά να προσαρμόζει το mtu. Του εισέρχεται ένα πακέτο IPv4 από το PC1. Βρίσκει ότι δεν χωράει σε πακέτο IPv6. Οπότε πρέπει να εκδώσει πακέτο ICMP Destination Unreachable - frag required με προορισμό το PC1.

Αυτό που συμβαίνει, είναι πως το NAT του R1 εκδίδει αυτό το πακέτο με αποστολέα το 192.168.2.2 και παραλήπτη το 192.168.2.1. Το πακέτο αυτό διέρχεται εκ νέου από το τοίχος προστασίας, γίνεται ταίριασμα με τον κανόνα της μετάφρασης nat64clat ξανά (τον 2000), και εκεί συμβαίνει πρακτικά το λάθος.

Αφού μπει το μήνυμα ICMP λάθους στο nat64clat, η διεύθυνση παραλήπτη μεταφράζεται σε IPv6 CLAT-translated και δρομολογείται προς το δημόσιο διαδίκτυο (LAN2), σαν να ήταν πακέτο που είχε παραλήπτη μια διεύθυνση IPv4 192.168.2.1 του δημόσιου διαδικτύου (LAN2).

Κατ' αυτόν τον τρόπο ο πραγματικός παραλήπτης του μηνύματος, δηλαδή το PC1, δεν μαθαίνει ποτέ ότι απαιτείται fragmentation, οπότε η TCP στοίβα του PC1, ξαναστέλνει το ίδιο πακέτο ξανά και ξανά χωρίς να μειώνει το μέγεθός του, θεωρώντας ότι χάθηκε.

Το πρόβλημα που πρέπει να διορθωθεί είναι πως πρέπει αφού παραχθεί το μήνυμα λάθους να μην εισέλθει προς μετάφραση στο NAT. Για να επιτευχθεί αυτό, αλλάζουμε τον κανόνα 2000 ώστε εκτός από πακέτα με παραλήπτη τον ίδιο δρομολογητή, να μην δέχεται επιπλέον πακέτα με παραλήπτες διευθύνσεις του LAN1. Με άλλα λόγια, εκτελούμε:

```
ipfw delete 2000
ipfw add 2000 nat64clat nat64 from any to not 192.168.1.0/24 in recv em0
```

Πλέον, το ssh PC1 → PC2 επιτυγχάνει!

**4.29** Η λύση αλλαγής του MTU είναι γενικά μια ημι-λύση που δεν λύνει το αληθινό πρόβλημα, όπως το περιγράψαμε προηγουμένως στο [ερώτημα 4.28](#).

Προτείνεται καλύτερα η λύση που περιγράφηκε στο ερώτημα , που λύνει το πραγματικό πρόβλημα που δεν λειτουργεί η σύνδεση.

Πάραυτα, παρουσιάζουμε και την λύση με την αλλαγή του MTU.

Με τον παλιό κανόνα 2000 στο ipfw (αυτό που προηγουμένως στο [ερώτημα 4.28](#) εξηγήσαμε πως απαιτεί αλλαγή), τρέχουμε στα PC1 και PC2:

```
ifconfig em0 mtu 1480
```

Το ssh επιτυγχάνει.

## Άσκηση 5

**5.1** `dhclient em0`

**5.2** `pkg install miredo`

Ρωτάει για αναβάθμιση του pkg, πατάμε y.

Ρωτάει για εγκατάσταση του miredo, πατάμε y.

**5.3** sysrc miredo\_enable="YES"

**5.4** (έγινε η αλλαγή στο αρχείο)

service miredo start

**5.5** Διεπαφή teredo

Έχει IPv6 διεύθυνση: 2001:0:d911:c0d9:1867:7fdb:6c99:7cb4

**5.6** tcpdump -ni em0

**5.7** 217.17.192.217

**5.8** UDP θύρα 3544

**5.9** Μηνύματα ICMPv6. Πιο συγκεκριμένα παρατηρούμε Router Solicitation και Router Advertisement.

**5.10** 2001:0:d911:c0d9::/64

Αποτελείται από την ένωση αριστερά προς δεξιά των εξής τμημάτων:

- To Teredo Prefix: 2001:0000:
- Την IPv4 διεύθυνση του εξυπηρετητή Teredo, που είναι 217.17.192.217. Είναι 217=0xd9, 17=0x11, 19=0xc0, 217=0xd9, οπότε προκύπτει το τμήμα d911:c0d9:.

**5.11** Μπορούμε σε όλους, εκτός από τον [www.ibm.com](http://www.ibm.com), λογικά, λόγω κάποιου τείχους προστασίας στον εξυπηρετητή της IBM, που απαγορεύει κίνηση με τον εξυπηρετητή του Teredo που χρησιμοποιούμε.

**5.12** ping6 [www.ntua.gr](http://www.ntua.gr)

**5.13** Δεν παρατηρούνται νέα μηνύματα.

**5.14** Όχι.

**5.15** tcpdump -ni em0

IPv4 διεύθυνση 216.66.86.178, UDP θύρα 3545.

**5.16** tcpdump -ni teredo

Παρατηρούμε πακέτα ICMPv6 Echo Requests και ICMPv6 Echo Replies.

**5.17** Ναι.

**5.18** Ναι.

**5.19** Ναι προς την διεύθυνση 147.102.131.75.

**5.20** Όχι επιλέγεται διαφορετικός.