**LUCRAREA NR. 7**

Nivelul Rețea –IPv6

1. Obiective

La finalul activității practice, studenții vor fi capabili să: explice caracteristicile protocolului IPv6, să descrie configurația dinamică IPv6, să explice procesul de rutare și să implementeze configurații de rețea IPv6 de bază.

2. Considerații teoretice

Lucrarea practică curentă se concentrează pe stratul de rețea al stivei ISO/OSI (Figura 7.1).Diagram

Description automatically generated

**Figura 7.1** *Modelele de stivă de rețea și denumirea PDU (Protocol Data Unit - Unitate de Date la nivelul Protocolului) în fiecare nivel. Săgețile indică nivelurile adresate în activitatea curentă*

**2.1 IPv6**

IPv6 a fost dezvoltat de către Internet Engineering Task Force (IETF) pentru a depăși limitările IPv4.

Principala limitare a IPv4 este epuizarea adreselor, deoarece cererea de adrese este mai mare decât spațiul de adresare furnizat de cei 32 de biți ai adresei. Soluția pentru epuizarea adreselor IPv4 este adresarea privată și NAT (Network Address Translation). Această soluție, la rândul său, creează mai multe dezavantaje, cum ar fi lipsa conectivității de la un capăt la altul și creșterea complexității rețelei.

IPv6 oferă următoarele îmbunătățiri:

* Spațiul de adresare extins bazat pe adrese de 128 de biți;
* Manipularea pachetelor îmbunătățită datorită antetului simplificat cu mai puține câmpuri;
* Elimină necesitatea de NAT prin eliminarea necesității de adrese private.

Antetul pachetului este prezentat în Figura 7.2:

Graphical user interface, text, application, table

Description automatically generated

**Figura 7.2** *Antetul pachetului IPv6*

* Version / Versiune - campul de versiune, egal cu 6;
* Traffic class / Clasa de trafic - echivalentul pentru DiffServ - câmpul DS;
* Payload length / Lungime încărcătură utilă – indică lungimea pachetului IPv6 (excluzând antetul);
* Next header / Antet următor – definește protocolul nivelului următor;
* Hop limit / Limita de salt – înlocuiește câmpul Time to live de la IPv4;
* Source address / Adresa sursă – adresa IPv4 a expeditorului pachetului;
* Destination address / Adresa destinație – adresa IPv4 a destinatarului pachetului;

Pachetul IPv6 poate conține antete de extensie, plasate între antetul IPv6 și datele utile, furnizând informații opționale la nivel de rețea. Ruterele nu fragmentează pachetele IPv6.

Adresele IPv6 au o lungime de 128 de biți. Formatul preferat pentru scrierea unei adrese IPv6 este x:x:x:x:x:x:x:x, fiecare "x" constând din patru valori hexadecimale, 4 biți fiind reprezentați de o cifră hexazecimală. "Hextet" este un termen neoficial, care se referă la un segment de 16 biți (4 valori în hexazecimal). Figura 7.3 arată un exemplu de adrese IPv6 în formatul preferat:

|  |  |
| --- | --- |
| **Tip** | **Format** |
| Preferat | 2001:0b20:0000:00d7:0000:0000:0000:0012 |

**Figura 7.3** *Formatul adresei IPv6 pentru scriere - preferat*

Există două reguli pentru a reduce sau comprima reprezentarea IPv6. Prima regulă este să se omitetă zerourile care se află la începutul fiecărui hextet - zero-uri inițiale. (Figura 7.4).

|  |  |
| --- | --- |
| **Tip** | **Format** |
| Preferat | 2001:0b20:0000:00d7:0000:0000:0000:0012 |
| Fără zerouri inițiale | 2001:b20:0:d7:0:0:0:12 |

**Figura 7.4** *Formatul adresei IPv6 pentru scriere - fără zerouri inițiale*

Regula a doua este să se omită segmentele (hextetele) care conțin toți biții 0 și să fie înlocuite cu :: . Această înlocuire poate fi făcută doar o singură dată într-o adresa IPv6. (Figura 7.5).

|  |  |
| --- | --- |
| **Tip** | **Format** |
| Preferat | 2001:0b20:0000:00d7:0000:0000:0000:0012 |
| Fără zerouri inițiale | 2001:b20:0:d7:0:0:0:12 |
| Comprimat | 2001:b20:0:d7::12 |
| sau |  |
| Comprimat | 2001:b20::d7:0:0:0:12 |

**Figura 7.4** *IPv6 address format for writing – compressed*

Tipuri de adrese IPv6:

* Unicast
  + Identifică în mod unic o interfață
  + Adresa sursă trebuie să fie de tip unicast
* Multicast
  + Este folosit pentru a trimite un singur pachet IPv6 către mai multe destinații
  + IPv6 nu are o adresă de difuzare (broadcast), dar există o adresă de multicasting care oferă același rezultat
  + Adrese multiscat bine cunoscute
    - ff02 :: 1: All IPv6 devices / Toate dispozitivele IPv6
    - ff02 :: 2: All IPv6 routers / Toate routerele IPv6
    - ff02 :: 5: All OSPFv3 routers / Toate routerele OSPFv3
    - ff02 :: a: All EIGRP (IPv6) routers / Toate routerele EIGRP (IPv6)
* Anycast
  + Orice adresă unicast care poate fi asignată la mai multe dispozitive
  + Un pachet trimis către o adresă anycast este rutat către dispozitivul cel mai apropiat cu acea adresă

Lungimea prefixului IPv6 indică porțiunea de rețea a unei adrese IPv6. Este reprezentată în notația cu bară oblică și poate varia între 0 și 128. Lungimea prefixului IPv6 recomandată pentru rețelele LAN este /64. Figura 7.5 prezintă un exemplu de adresă IPv6 și lungime a prefixului: 2001:b20:0:d7::12/64.

|  |  |
| --- | --- |
| **Prefix (64 biți)** | **ID interfață (64 biți)** |
| 2001:0b20:0000:00d7 | 0000:0000:0000:0012 |

**Figura 7.5** *Exemplu de adresă IPv6 și lungime a prefixului*

Tipuri de adrese unicat (Figura 7.6):

* Global Unicast Address (GUA) / Adresă Globală Unicast
  + Unică la nivel global
  + Rutabilă pe Internet
  + Similara cu adresa IPv4 publică
* Link-local Address (LLA) / Adresă locală de legătură
  + Necesar pentru fiecare dispozitiv activat pentru IPv6
  + Creată chiar dacă dispozitivul nu a primit o adresă globală unicast
  + Pentru comunicare cu alte dispozitive de pe aceeași legătură locală
  + Permite dispozitivelor să comunice doar pe aceeași legătură
  + Unice doar în cadrul legăturii locale
  + Nu sunt rutabile pe internet
  + Ele se află în intervalul FE80::/10
  + Adresa locală a legăturii routerului este de obicei folosită ca gateway implicit
* Unique Local Address (ULA) / Adresă Locală Unică
  + Adresare locală în cadrul unui site sau între un număr limitat de site-uri.

Diagram

Description automatically generated

**Figura 7.6** *Tipuri de adrese unicast*

* Structura adreselor unicast globale (GUA):
  + Prefixul global de rutare
    - Rețea
    - Porțiunea de adresă atribuită de furnizor
    - Tipic /48
  + ID Subnet
    - Pentru subnetare într-o organizație
    - Tipic, 16 biți
  + ID Interfață
    - Echivalentul porțiunii gazdă a unei adrese IPv4
    - Tipic, 64 biți

Figura 7.7 arată un exemplu de adresă IPv6 globală unică: 2001:b20:0:d7::12/64

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Prefixul global de rutare** | **ID Subnet** | **ID Interfață** |
| 2001:0b20:0000 | 00d7 | 0000:0000:0000:0012 |

**Figura 7.7** *Exemplu de adresă globală unicast IPv6*

**2.2 Configurarea dispozitivelor gazdă**

Metode posibile:

* Static
  + Configurare manuală a adresei IPv6
* Dinamic
  + Autoconfigurare fără stare a adreselor (SLAAC)
  + DHCPv6 cu stare

Un dispozitiv obține informațiile de adresare IPv6 dinamic, prin intermediul mesajelor Internet Control Message Protocol version 6 (ICMPv6). Ruterele IPv6 trimit periodic mesaje ICMPv6 de Anunțare a Ruterului (Router Advertisement - RA) către toate dispozitivele activate pentru IPv6 din rețea. Un mesaj RA va fi, de asemenea, trimis în răspuns la un dispozitiv care trimite un mesaj ICMPv6 de solicitare a ruterului (Router Solicitation- RS), care este o cerere pentru un mesaj RA.

Mesajul ICMPv6 RA este o sugestie către dispozitive cu privire la modul de obținere a informațiilor de adresare IPv6. Mesajul ICMPv6 RA include următoarele:

* Prefixul rețelei și lungimea prefixului
* Adresa gateway-ului implicit
* Adresele și numele de domeniu DNS

Există trei metode pentru mesajele RA:

* Metoda 1: SLAAC - prefix, lungimea prefixului și adresa gateway implicită
* Metoda 2: SLAAC cu un server DHCPv6 fără stare - informații parțiale, restul informațiilor, cum ar fi adresele DNS, trebuie să fie obținute de la un server DHCPv6 fără stare
* Metoda 3: DHCPv6 cu stare (fără SLAAC) - adresa gateway implicită, restul informațiilor trebuie să fie obținute de la un server DHCPv6 cu stare

Decizia privind modul în care un client va obține informații despre adresarea IPv6 depinde de setările din mesajul RA. Un mesaj ICMPv6 RA include trei indicatoare pentru a identifica opțiunile dinamice disponibile pentru un dispozitiv gazdă, după cum urmează::

* Indicator A - Indicator de configurare automată a adresei. Utilizeză Configurarea Automată a Adresei fără Stare (SLAAC) pentru a crea o adresă IPv6 GUA.
* Indicator O – Indicator de configurare Other. Alte informații sunt disponibile de la un server DHCPv6 fără stare.
* Indicator M- Indicator de configurare a adreselor gestionate (Managed). Utilizeză un server DHCPv6 cu stare pentru a obține o adresă IPv6 GUA.

* Metoda 1 – SLAAC (Figura 7.8)

A picture containing chart

Description automatically generated

**Figura 7.8** Proces *SLAAC*

* Metoda 2 - SLAAC cu un server DHCPv6 fără stare (Figura 7.9)

A picture containing chart

Description automatically generated

**Figura 7.9** *Proces* SLAAC cu server DHCPv6 fără stare

* Metoda 3 - DHCPv6 cu stare (fără SLAAC) (Figura 7.10)

A picture containing diagram

Description automatically generated

**Figura 7.10** *Proces DHCPv6 cu stare*

3. Desfăşurarea lucrării

3.1 Discutați aspectele teoretice.

3.2 onsiderați topologia rețelei de mai jos (Figura 7.11):

Timeline

Description automatically generated with low confidence

**Figura 7.11** *Topologia rețelei de test*

**Pas 1:** Înainte de configurarea dispozitivelor de rețea, discutați asignarea adreselor IPv6 în Tabelul 7.1:

**Tabel 7.1** *Adresele IPv6 pentru rețeaua de test*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Dispozitiv** | **Interfață** | **Adresă IPv6** |
| Laptop 1 | Fa0 | DHCPv6 |
| Laptop 2 | Fa0 | DHCPv6 |
| R1 | Gig0/0 | 2001:1:1:1::1/64  fe80::1 link-local |
| R1 | Gig0/1 | 2001:1:1:2::1/64 |
| R2 | Gig0/1 | 2001:1:1:2::2/64  fe80::2 link-local |
| R2 | Gig0/0 | 2001:1:1:3::1/64 |

Observație\*: acordați atenție numelor interfețelor routerului pe care îl utilizați, deoarece unele routere ar putea avea doar interfețe FastEthernet.

**Pas 2:** Atribuiți nume routerului, activați rutarea IPv6 și atribuiți adrese IPv6 statice interfețelor routerului.

Example:

R1>enable

R1#conFigura terminal

Router(config)#hostname R1

R1(config)#ipv6 unicast-routing

R1(config)# interface gigabitEthernet 0/0

R1(config-if)#ipv6 address fe80::1 link-local

R1(config-if)#ipv6 address 2001:1:1:1::1/64

R1(config-if)#no shutdown

Utilizați următoarea comandă pentru a afișa adresele IPv6 configurate pe router:

*R1#show ipv6 interface brief*

**Pas 3:** Configurați o rută statică pe fiecare router îndreptată către adresa IPv6 a interfeței Gig0/1 de pe celălalt router. Pentru routerul R1, specificați adresa LLA pentru următorul hop, iar pentru routerul R2 specificați adresa GUA pentru următorul hop. Discutați diferențele!

R1(config)#ipv6 route 2001:1:1:3::/64 GigabitEthernet0/1 FE80::2

*R2(config)# ipv6 route 2001:1:1:1::/64 2001:1:1:2::1*

Utilizați următoarea comandă pentru a afișa tabele de rutare IPv6:

*Router#show ipv6 route*

**Pas 4:** Verificați asignările de adrese prin SLAAC (Figura 7.12 și 7.13).

Graphical user interface, text, application, email

Description automatically generated

**Figura 7.12** *Vizualizare configurație IP - GUI*

Text

Description automatically generated

**Figura 7.13** *Vizualizare configurație IP - CLI*

**Pas 5:** Testați conectivitatea între dispozitive din rețele opuse. (Figura 7.14).

a. *ping <target IP>*

b. *tracert <target IP>*

Text

Description automatically generated

**Figura 7.14** *Comenzi de testare a conectivității*

**Pas 6:** Înlocuiți rutele statice configurate cu rute implicite și testați conectivitatea între dispozitivele de la capetele opuse ale rețelelor. În IPv6, ruta implicită este ::/0.

R1(config)#no ipv6 route 2001:1:1:3::/64 GigabitEthernet0/1 FE80::2

*R2(config)#no ipv6 route 2001:1:1:1::/64 2001:1:1:2::1*

R1(config)#ipv6 route ::/0 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

R2(config)#ipv6 route ::/0 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Pas 7:** Configurați routerul R1 pentru a oferi DHCPv6 fără stare pentru Laptopul 1.

R1(config)#ipv6 dhcp pool R1\_NET1

R1(config-dhcpv6)#dns-server 2001:1:1:1::F

R1(config-dhcpv6)#domain-name NET1.com

R1(config-dhcpv6)#exit

R1(config)#interface gigabitEthernet 0/0

R1(config-if)#ipv6 nd other-config-flag

R1(config-if)#ipv6 dhcp server R1\_NET1

**Pas 8:** Verificați atribuirea adreselor prin DHCPv6 fără stare (Figura 7.15 și 7.16).

Graphical user interface, text, application, email

Description automatically generated

**Figura 7.15** *Vizualizare configurație IP - GUI*

Text

Description automatically generated with low confidence

**Figura 7.16** *Vizualizare configurație IP - CLI*

**Pas 9:** Configurați routerul R2 pentru a oferi DHCPv6 cu stare pentru Laptopul 2.

R2(config)#ipv6 dhcp pool R2\_NET3

R2(config-dhcpv6)# address prefix 2001:1:1:3::/64

R2(config-dhcpv6)#dns-server 2001:1:1:3::A

R2(config-dhcpv6)#domain-name NET3.com

R2(config-dhcpv6)#exit

R2(config)#interface gigabitEthernet 0/0

R2(config-if)#ipv6 nd managed-config-flag

R2(config-if)#ipv6 dhcp server R2\_NET3

**Pas 10:** Verificați atribuirea adreselor prin DHCPv6 cu stare (Figura 7.17 și 7.18).

Graphical user interface, text, application, email

Description automatically generated

**Figura 7.17** *Vizualizare configurație IP - GUI*

A picture containing graphical user interface

Description automatically generated

**Figura 7.18** *Vizualizare configurație IP - CLI*

**Pas 11:** Testați conectivitatea dintre dispozitivele din rețele opuse.

a. *ping <target IP>*

b. *tracert <target IP>*