



Blekinge Tekniska Högskola  
Institutionen för Programvaruteknik och datavetenskap  
DVC001 Kandidatarbete i Datavetenskap  
2001-05-31

# Windows, RedHat och IPv6



## ett test!

Författare: Mats Jarbe  
Ulrick Nilsson  
Rickard Holmström

Handledare: Christer Rindebäck  
Examinator: Bengt Carlsson



## **Abstract**

With the huge amount of computers connected to the Internet the IP-addresses are starting to run out. The Internet Engineering Task Force, IETF, have decided that it is about time to exchange the old 32 bits Internet protocol, Ipv4, to a more modern 128 bits protocol called Ipv6.

This thesis explores the possibility to install Ipv6 in different operating systems. By testing various operating systems and by set up criteria compare them to each other we give the reader a picture of how the installation is done. We also show which operating systems to prefer if you want to use IPv6. The chosen operating systems are different Windows versions and Linux RedHat versions.

The result of our testing reveals that it does not really matter which of the more recent versions of the operating systems, Windows XP or Linux RedHat 7.2, you use since they have come quite far ahead in their Ipv6 development.



## Sammanfattning

Med den senaste tidens ökning av antalet datorer kopplade till Internet har frågan ställts om antalet IP-adresser kommer att räcka till. Internet Engineering Task Force, IETF, anser det vara dags att byta ut dagens 32-bitars Internet protokoll mot ett nytt 128 bitars. Detta kallas IPv6.

I detta arbete undersöks vilket operativsystem som ger användaren möjlighet att installera IPv6. Genom att testa olika operativsystem och enligt uppsatta kriterier jämföra dem ges läsaren en bild av hur installationen går till och även vilket av de utvalda operativsystemen som är att föredra om man vill använda IPv6. De utvalda operativsystemen är olika Windowsversioner och Linux RedHatversioner.

Utfallet av våra tester visar att det inte spelar någon roll vilket operativsystem som väljs av tillverkarnas senare versioner, Windows XP och Linux RedHat 7.2, då dessa är långt komna i IPv6-arbetet.



## Innehållsförteckning

<b>ABSTRACT .....</b>	<b>1</b>
<b>INNEHÅLLSFÖRTECKNING.....</b>	<b>2</b>
<b>INNEHÅLLSFÖRTECKNING.....</b>	<b>3</b>
<b>1 INLEDNING.....</b>	<b>5</b>
1.1 SYFTE.....	6
1.2 MÅL .....	6
1.3 AVGRÄNSNINGAR .....	6
1.4 MÅLGRUPP .....	6
1.5 FRÅGESTÄLLNINGAR.....	7
1.6 HYPOTES .....	7
<b>2 BAKGRUND.....</b>	<b>8</b>
2.1 HISTORIK.....	9
2.1.1 Utvecklingsarbetet.....	10
2.2 IPV6-ADRESSERING .....	11
2.3 IPV6 ADRESSTYPER .....	14
2.3.1 Unicast.....	14
2.3.1.1 Interfaceidentifierare .....	15
2.3.1.2 Sammanslagna Globala Unicast (Aggregatable Global Unicast) .....	15
2.3.1.3 Reserverade adresser .....	16
2.3.1.4 IPv6 addresses with embedded IPv4 addresses .....	17
2.3.1.5 Link- and Site-local addresses .....	17
2.3.2 Multicast.....	18
2.3.2.1 IPv6 Multicast address format .....	19
2.3.3 Anycast.....	19
2.4 IPV6-HEADERN.....	20
2.4.1 Skillnader i IPv6-headern jämfört med IPv4-headern .....	21
<b>3 METOD.....</b>	<b>24</b>
3.1 KRITERIER FÖR INSTALLATION.....	24
3.1.1 Svårighetsgrad.....	24
3.1.2 Tid att installera.....	25
3.1.3 Hårdvarukrav.....	26
3.1.4 Avinstallation .....	26
3.2 KRITERIER FÖR INSTALLATIONSHJÄLP .....	26
3.2.1 Gränssnitt.....	26
3.2.2 Bekräftelser .....	26
3.2.3 Finns det hjälpfiler att tillgå?.....	26
3.3 KRITERIER FÖR FUNKTIONALITET.....	27
3.3.1 Test av protokoll.....	27
<b>4 GENOMFÖRANDE .....</b>	<b>28</b>
4.1 WINDOWS 98 .....	28
4.1.1 Installation – Svårighetsgrad.....	28
4.1.2 Installation – Tid att installera.....	28
4.1.3 Installation – Hårdvarukrav.....	28
4.1.4 Installation – Avinstallation.....	28
4.1.5 Installationshjälp – Gränssnitt .....	28
4.1.6 Installationshjälp – Bekräftelser.....	29
4.1.7 Installationshjälp – Finns det hjälpfiler?.....	29
4.2 WINDOWS 2000 .....	29



4.2.1 Installation – Svårighetsgrad .....	29
4.2.2 Installation – Tid att installera .....	29
4.2.3 Installation – Hårdvarukrav .....	30
4.2.4 Installation – Avinstallation .....	30
4.2.5 Installationshjälp – Gränssnitt .....	30
4.2.6 Installationshjälp – Bekräftelser .....	30
4.2.7 Installationshjälp – Finns det hjälpfiler? .....	30
4.2.8 Funktionalitet – Test av protokoll .....	30
4.3 WINDOWS XP .....	30
4.3.1 Installation – Svårighetsgrad .....	31
4.3.2 Installation – Tid att installera .....	31
4.3.3 Installation – Hårdvarukrav .....	31
4.3.4 Installation – Avinstallation .....	31
4.3.5 Installationshjälp – Gränssnitt .....	31
4.3.6 Installationshjälp – Bekräftelser .....	31
4.3.7 Installationshjälp – Finns det hjälpfiler? .....	32
4.3.8 Funktionalitet – Test av protokoll .....	32
4.4 LINUX REDHAT 5.2 .....	32
4.5 LINUX REDHAT 7.1 .....	32
4.6 LINUX REDHAT 7.2 .....	32
4.6.1 Installation – Svårighetsgrad .....	32
4.6.2 Installation – Tid att installera .....	33
4.6.3 Installation – Hårdvarukrav .....	33
4.6.4 Installation – Avinstallation .....	33
4.6.5 Installationshjälp – Gränssnitt .....	33
4.6.6 Installationshjälp – Bekräftelser .....	33
4.6.7 Installationshjälp – Finns det hjälpfiler? .....	33
4.6.8 Funktionalitet – Test av protokoll .....	34
<b>5 RESULTAT .....</b>	<b>35</b>
5.1 MICROSOFT WINDOWS .....	35
5.1.1 Windows 98 .....	35
5.1.2 Windows 2000 .....	36
5.1.3 Windows XP .....	37
5.2 LINUX REDHAT .....	38
5.3 ANALYS AV RESULTAT .....	39
5.3.1 Fördelar och nackdelar .....	40
5.4 SLUTSATSER .....	40
<b>6 DISKUSSION .....</b>	<b>42</b>
<b>7 FORTSATT FORSKNING .....</b>	<b>45</b>
<b>KÄLLFÖRTECKNING .....</b>	<b>46</b>
BÖCKER .....	46
ARTIKLAR .....	46
REQUEST FOR COMMENTS .....	46
WEBBSIDOR .....	47
<b>ORDLISTA .....</b>	<b>48</b>
<b>BILAGA 1</b>	



## 1 Inledning

En del branschtidningar, t.ex. Computer Sweden och Nätverk och Kommunikation, har under de senaste åren belyst frågan om hur Internet skall komma att utvecklas de kommande åren. Det problem som nämnts i sammanhanget är att dagens Internetprotokoll IPv4 börjar bli föråldrat. Det mest påtagliga bekymret är enligt experterna att IP-adresserna kommer att ta slut. Beräkningar gör gällande att detta kommer att ske någon gång mellan år 2005 och år 2015. (Huitema, 1998) Lösningen på problemet är att utöka adressutrymmet och på så vis skapa fler adresser. (Stallings, 2000) Lösningen är en förbättring av IPv4-protokollet och en vidareutveckling och förnygring för att anpassa det till dagens och framtidens behov. (Loshin, 1999)

En annan lösning som redan finns implementerad är NAT, Network Address Translation. NAT ger en organisation möjlighet att använda ett större lokalt nät men bara använda en IP-adress globalt. Detta sätt sparar in på antalet IP-adresser men kan ställa till problem om de enskilda datorerna vill koppla upp sig till Internet med en unik adress. Problem som då kan inträffa är att de antingen har adresser som är upptagna eller att tusentals datorer måste konfigureras om manuellt.

Internet Engineering Task Force, IETF, har utvecklat en preliminär standard för hur det nya protokollet skall se ut och det kallas Internet Protokoll version 6, IPv6. Det är under utvärdering och ändras fortfarande successivt. Tanken är att detta protokoll skall ersätta IPv4 och slutgiltigt lösa adressproblemet. Samtidigt passar utvecklarna av IPv6 på att renodla protokollet genom att använda de bra delarna från IPv4, förbättra de halvbra delarna och ta bort de mindre bra delarna. Dessutom lägger de till några funktioner som de anser vara nödvändiga. (Loshin, 1999)

Eftersom IPv6 fortfarande är under utveckling är det svårt att få användning av själva protokollet. Allting bygger fortfarande på IPv4 som är inbyggt i de flesta system som använder sig av Internet. Operativsystemstillverkarna börjar dock



utveckla stöd för IPv6 till sina senare produkter. Än så länge är det fortfarande på experimentstadiet och det finns inget operativsystem som har IPv6 implementerat i grundutförandet.

## 1.1 Syfte

Syftet med arbetet är att utvärdera installationsförloppet av IPv6 i olika utvalda operativsystem, samt att testa om det går att kommunicera mellan två datorer i ett nätverk uppställt med de utvalda operativsystemen.

## 1.2 Mål

Arbetet kommer att visa vilka av de utvalda operativsystemen som har stöd för IPv6 samt en utvärdering om hur installationsförloppet av protokollet går till.

## 1.3 Avgränsningar

Testerna av IPv6-protokollet kommer att utföras i ett lokalt nätverk. Urvalet av operativsystem grundas på vår uppfattning att Microsoft Windows och Linux RedHat är mest förekommande bland användarna. Området säkerhet behandlas inte i arbetet och några tester på det kommer inte att göras. Vi kommer inte att fördjupa oss i protokollets kod. Allt arbete och de tester som utförs kommer att vara inriktade på PC-maskiner. De nerladdningar vi gör sker med fast uppkoppling till Internet, ingen hänsyn tas till modemuppkopplingar.

## 1.4 Målgrupp

Målgruppen vi riktar oss till är användare på klientnivå som är intresserade av IPv6 och vill installera det på sin egen dator. Målgruppen bör känna till grundläggande nätverkstermer och ha förståelse för hur datorer i nätverk fungerar.



## 1.5 Frågeställningar

- Vilka skillnader finns mellan de olika operativsystemen beträffande installationen av IPv6?
- Vilka fördelar/nackdelar finns med de olika operativsystemen vid installation och användande av IPv6?

## 1.6 Hypotes

Om en installation av IPv6 ska ske är operativsystemet Linux att föredra framför Microsoft Windows.





## 2 Bakgrund

Stommen i dagens Internet är Internet Protocol, IP och den version som kallas för IPv4, IP version 4. Denna version har med sina påbyggnader fungerat i snart 30 år. Protokollet fungerar fortfarande bra men det finns ett problem. Antalet IP-adresser är begränsat till  $2^{32}$ , dvs. drygt fyra miljarder. Antalet låter mycket men framtidens teknik möjliggör ett långt större användningsområde för uppkopplade maskiner vilket medför att IP-nummerna slutligen kommer att ta slut. (Loshin, 1999)

Protokoll är ett slags regler för hur kommunikation ska etableras mellan datorer över nätverk. För detta ändamål har olika referensmodeller skapats. Den vanligaste modellen som används är Defence Advanced Research Projects Agency:s (DARPA) TCP/IP-protokollsvit. Denna protokollsvit innehåller fem olika lager:

1. **Physical layer.** Detta lager sköter om in- och utsignalerna.
2. **Network access layer.** På denna nivå berörs endast det data som ska förmedlas mellan datorer på samma nätverk. Om den förmedlande datan ska vidare till ett annat nätverk måste det övre lagret kontaktas (Internet layer).
3. **Internet layer.** Det är på denna nivå som Internet-protokollet (IP) kommer in i bilden. Detta lager erbjuder datapaketet routingfunktionen mellan olika nätverk.
4. **Host-to-host, or transport layer.** Detta lager ser till att datapaketet kommer fram till rätt port på den mottagande datorn, och att kommunikationen mellan datorerna upprätthålls.
5. **Application layer.** På denna nivå finns de applikationer som användaren brukar för att nå interaktivitet med nätverksfunktionerna. En ftp-klient finns på denna nivå som har sina egna regler för de kommandon som finns i applikationen, men som överlåter datatransaktionen åt de underliggande lagren. (Stallings, 2000)

Det finns ett antal fördelar med att ha en arkitektur uppdelad på detta viset. En fördel är att om en utvecklare vill göra en ändring i ett av lagren behöver inte de andra lagren påverkas. En annan fördel är kompatibiliteten som uppstår om alla använder sig av samma modell, då alla protokoll kan samverka med varandra.

International Organisation for Standardization (ISO) utvecklade en annan modell som de kallade för "open system interconnection" (OSI). Till denna modell hänvisar många när de ska förklara en nätverksarkitektur, men den används inte lika frekvent i praktiken av utvecklarna i jämförelse med DARPA:s TCP/IP-arkitektur. (Stallings, 2000) (fig. 1)

OSI	TCP/IP
Application	Application
Presentation	
Session	
Transport	Transport (host-to-host)
Network	Internet
Data link	Network access
Physical	Physical

Figur 1. En jämförelse av OSI- och TCP/IP- protokollens arkitektur

## 2.1 Historik

Det största problemet med IPv4 måste anses vara det faktum att adresserna kommer att ta slut. Det är det problemet som är kärnan i varför det är nödvändigt att byta ut IPv4 mot ett nytt protokoll. När problemet upptäcktes beslöt Internet Engineering Task Force (IETF) att samtidigt som de löser adressproble-



met passar de på att uppdatera till ett nyare protokoll som bättre passar dagens och morgondagens teknik och tekniska krav. (Loshin, 1999)

Svagheterna med IPv4 är följande:

- IP-adresserna är uppdelade i en tvånivåstruktur med nätverksnummer och värddnummer. När ett nätverksnummer blir tilldelat en användare har han tillgång till alla värddnummerna under nätverksnumret, till exempel 213.32.0.0 – 213.32.255.255. Även om användaren inte utnyttjar alla de adresser som tilldelats kommer de inte att vara tillgängliga för användning av andra.
- Organisationer som vill koppla ihop sig via ett nätverk men inte vill koppla upp sig mot Internet använder sig ändå av IP-nummer, vilket medför att användbara nummer ”går till spillo”. Dessa nummer kan användas av någon annan på Internet så länge som den ej uppkopplade organisationen väljer att inte koppla upp sig.
- Möjligheten att använda flera IP-adresser på en värd försvåras av det begränsade antalet IP-adresser. (Stallings, 2000)

Dessa tre punkter är exempel på varför IETF anser att IPv4 bör bytas ut, eller uppgraderas.

### **2.1.1 Utvecklingsarbetet**

När IETF blev varse problemet med IPv4 beslöt de att inhämta förslag ifrån sina medlemmar världen över. Från början av 1990-talet fram till 1994 arbetade medlemmar i IETF med att ta fram förslag på hur problemet med det åldrande IPv4-protokollet skulle få sin lösning. (Stallings, 2000) Från 1992 till 1994 var det tre förslag som var dominerande och det var de tre som senare utvärderades för att finna den ”rätta” lösningen. (Loshin, 1999)



1995 publicerades Request For Comment (RFC) 1752, *The Recommendation for the IP Next Generation Protocol*. I detta dokument specificerades tydligt vilka grundstenar som skulle vara det nya Internetprotokollet. Följande övergångskriterier fastslogs:

- Existerande IPv4-värdar skall kunna uppgraderas när som helst, oberoende av andra värdar eller routers.
- Nya värdar enbart användandes IPv6, skall kunna anslutas när som helst utan att vara beroende av andra värdar och routinginfrastrukturer.
- Existerande IPv4-värdar med IPv6 installerat kan fortsätta att använda sina IPv4-adresser och behöver inte ytterligare adresser.
- Endast lite förberedelser skall behövas för att antingen uppgradera existerande IPv4-noder till IPv6 eller för att ansluta nya IPv6-noder. (Bradner & Mankin, 1995)

Fram till början på 1996 var arbetsnamnet på protokollet IPng, Internet Protocol next generation. I RFC 1883 antogs namnet IPv6 som det officiella namnet på protokollet. Många RFC:er har sen dess behandlat protokollet. (Loshin, 1999)

## 2.2 Ipv6-adressering

Den största skillnaden mellan IPv4- och IPv6-adresser är längden: en IPv4-adress är 32 bitar lång och en IPv6-adress är 128 bitar lång. Det finns tre typer av IPv6-adresser, dessa adresser går under beteckningar som unicast, multicast och anycast. Unicast- och multicastadresserna är snarlika de som finns i IPv4. Däremot stöds inte längre broadcastadressen som finns i IPv4, emellertid har en ny typ av adress lagts till och den kallas för anycast. (Loshin, 1999)



Adresser i IPv4 är oftast representerade som fyra decimala heltal indelade i fyra grupper som är separerade med en punkt. Till exempel är dessa godkända IPv4-adresser:

**10.5.3.1**

**127.0.0.1**

**201.199.244.101**

IPv4-adresser kan även visas som fyra tvåsiffriga hexadecimala heltal och som fyra stycken åttasiffriga binära heltal.

IPv6-adresser är fyra gånger så långa jämfört med IPv4-adresser. Grunden för hur en IPv6-adress ska framställas bygger på formen **X:X:X:X:X:X:X:X**, där X refererar till fyrasiffrigt hexadecimalt heltal (16 bitar). Varje siffra består av fyra bitar och varje heltal består av fyra siffror och varje adress består av åtta heltal. Detta blir totalt 128 bitar ( $4 \times 4 \times 8 = 128$ ). Dessa adresser är godkända IPv6-adresser:

**CDCD:910A:2222:5498:8475:1111:3900:2020**

**1030:0:0:0:C9B4:FF12:48AA:1A2B**

**2000:0:0:0:0:0:0:1**

Det finns ytterligare två metoder vid framställandet av IPv6-adresser. Eftersom många adresser förväntas innehålla många fält med enbart nollor, kan en förenkling ske genom att hoppa över dessa och ersätta dem med ett dubbelkolon. Med andra ord kan adressen **2000:0:0:0:0:0:0:1** ersättas med **2000::1**. Ett dubbelkolon betyder i detta sammanhang att adressen ska expanderas och behandlas som en fullvärdig 128 bitars adress. Denna metod kan endast användas om nollorna täcker ett helt 16 bitars fält, sålunda kan dubbelkolon endast användas en gång i varje adress. (Loshin, 1999)



Ett annat förslag att använda sig av IPv6-adresser är att förena den med IPv4-adresser. Detta sker genom att de två lägsta heltalen i talföljden i IPv6-adressen (32 bitar) kan användas till att referera till en IPv4-adress. Formen för detta ser ut på följande vis:

**X:X:X:X:X:d.d.d.d.**

Där X står för ett 16 bitars heltal och d står för ett 8 bitars decimaltal. Alltså kan en adress som ser ut så här:

**0:0:0:0:0:10.0.0.1**

och med en kombination av dessa två metoder få följande utseende:

**::10.0.0.1.**

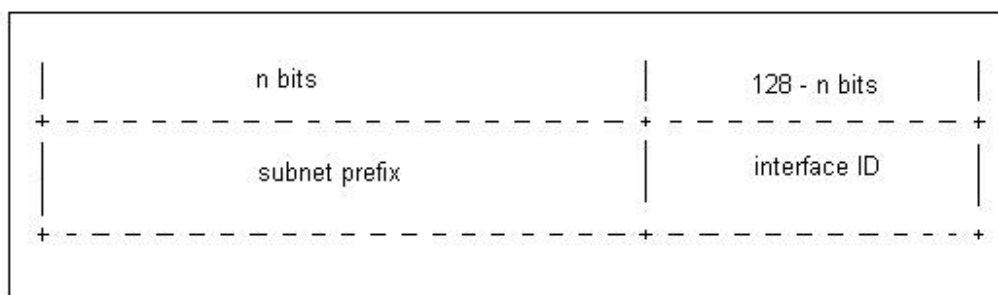
I början av utvecklingen av IPv6 ansågs att en fjärdedel av adressutrymmet skulle vara allokerat åt två olika men specifika adresser. Avsikten med en av dessa adresser var att den skulle tilldelas baserat på vem som var Internetleverantören (network service provider). Alltså skulle IP-adressen vara beroende på vem som levererade Internetaccessen. Denna lösning var långt ifrån perfekt, eftersom många organisationer är vida spridda över världen, och skulle skapa en större förvirring hos dessa med så många olika adresser. Meningen med den andra adressen baserades på den geografiska platsen där nätverket befann sig. Dessa lösningar medförde dock en ökning av komplexitet och skulle vara allt för dyrt att genomföra, bland annat skulle Internetleverantörerna vara tvungna att upprätthålla en ökning av rutterna för att stödja alla dessa nätverk. Även om stödet för autokonfigurering har förbättrats i IPv6 förkastades den geografiska lösningen och den ingår inte i den nuvarande lösningen av IPv6. (Loshin, 1999)

## 2.3 IPv6 adresstyper

### 2.3.1 Unicast

En unicastadress identifierar endast ett IPv6-interface. En nod kan innehålla fler än ett nätverkskort, men då måste varje nätverkskort ha sin egen unicastadress. Ur adressens data kan mindre mängder av information plockas ut, men som helhet är adressfältet 128 bitar stort. En router kan till exempel bestämma från vilket nätverk en nod tillhör genom att titta på en speciell plats i adressfältet.

En unicastadress kan ses som ett fält bestående av två delar, en del är *subnätsprefix* som beskriver nätverket som noden tillhör, och den andra delen är *interface ID* som beskriver nodens interface och identifierar noden i detta nätverk. Eftersom en IPv6-adress är uppdelad i två delar, förväntas av en router att adressen innehåller ett värde som talar om hur adressen är maskad (Loshin, 1999). I RFC 2373 förklaras det att längden på ”*interface ID*” beror på längden av subnätsprefixet (fig. 2), och bådafälten är beroende av vem det är som tolkar adressen. En router som befinner sig nära *nodens* interface behöver antagligen färre bitar för att identifiera noden, och som ett resultat av detta kommer ”*interface ID*” att ta ett större utrymme av adressen. (Loshin, 1999)



Figur 2. En grundläggande bild av en IPv6 unicast-adress, från RFC 2373

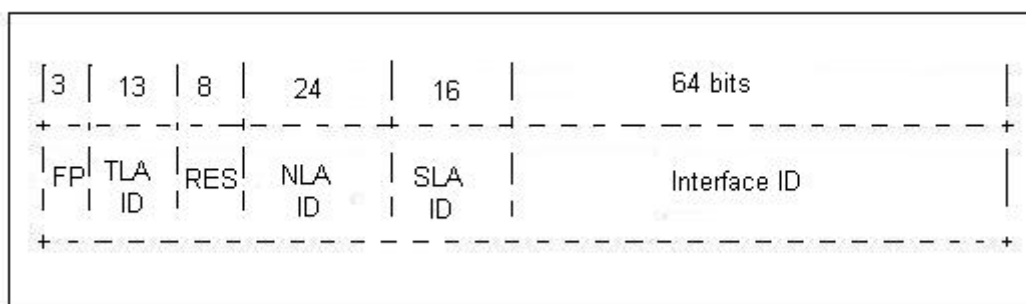
### 2.3.1.1 Interfaceidentifierare

Arkitekturen i IPv6-adresseringen kräver att det finns en Interfaceidentifierare för varje IPv6-unicastadress. En *värd*-adress i IPv6 baseras på IEEE EUI-64 formatet som innebär att adressen bygger på den befintliga 48 bitars MAC-adress som finns inbränt som ett unikt nummer på varje nätverkskort. Genom denna MAC-adress kan en 64 bitars interfaceidentifierare skapas som blir unik både lokalt och globalt.

( <http://standards.ieee.org/regauth/oui/tutorials/EUI64.html> 2002-03-27)

### 2.3.1.2 Sammanslagna Globala Unicast (Aggregatable Global Unicast)

Den geografiska baseringen på adresser togs bort och termen *provider-based unicast address* ändrades till *aggregatable global unicast address*. Detta innebär en förenkling av ett byte mellan olika Internetleverantörer. Nu kan bytet ske direkt av en *exchange*-enhet som då internetleverantörerna ska tillhandahålla utan att adressen behöver ändras. (Loshin, 1999) RFC 2374 beskriver utseendet av en global adress på följande vis, (fig. 3)



Figur 3. Format av en IPv6 aggregatable unicast address, från RFC 2374

Fälten som visas i figur 3 inkluderar:

- FP. Detta prefix (för närvarande 001) beskriver att det är en global aggregatable unicast address.
- TLA ID. Top-level aggregation ID innehåller den högsta nivån för routing-information. För närvarande kan det inte finnas mer än 8192 olika





top-levels routing. Meningen är att TLA ID ska förbättra effektiviteten i routingen genom att minska routingtabellerna. IPv4 innehåller omkring 50 000 prefix för detta ändamål.

- RES. Detta fält är reserverat för framtida användning.
- NLA ID. Next-level aggregation ID är till för de som styr TLA ID, det vill säga Internetleverantörerna. De kan använda detta fält till att stycka upp adresshierarkin ytterligare.
- SLA ID. Site-level aggregation ID är ett adressutrymme som organisationer som styr TLA ID kan använda till att bygga upp en intern nätverksstruktur.
- Interface ID. Detta 64-bitarsfält innehåller det värde som bygger på IEEE EUI-64 interface ID som diskuterats ovan. (RFC 2374) och (Loshin, 1999)

### 2.3.1.3 Reserverade adresser

Precis som i IPv4 finns det i IPv6 reserverade adresser. I IPv4 är till exempel adressen 127.0.0.1 reserverad till loopbackadressen, och 10.0.0.0 och 192.0.0.0 serierna är reserverade för internt bruk och är ej routerbara.

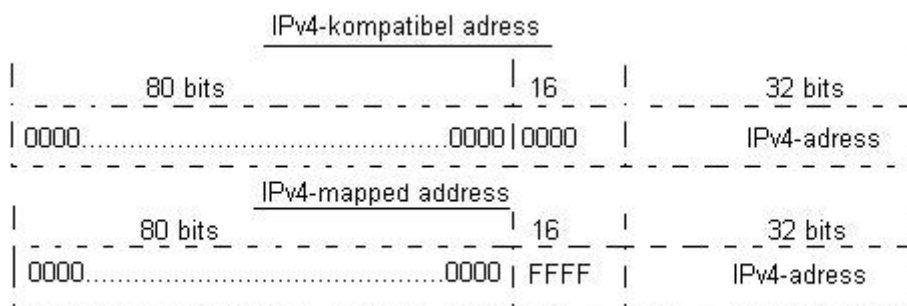
- *Unspecified address*: denna adress består endast av nollor och används när det inte finns någon giltig adress ännu. Den skickas till exempel med i IPv6 header som källadress när en värd ber om konfigurationsinformation vid en första uppstart av ett nätverk. Den ser ut så här **0:0:0:0:0:0:0:0** eller **::**.
- *Loopback address*: används för att testa om viss mjukvara är rätt konfigurerad. Loopbackadressen måste passera ner genom protokoll-stacken till nätverksinterfacet, (men inte ut på nätverkslänken). Nätverksinterfacet måste i sin tur acceptera paketet och skicka upp det igen, precis som om paketet skulle komma utifrån nätverkslänken. Loopbackadressen ser ut så här: **0:0:0:0:0:0:0:1** eller **::1**.



- *IPv6 addresses with embedded IPv4 addresses*: det finns två typer av dessa adresser. En som tillåter IPv6 att adressera IPv4-noder som inte stödjer IPv6, samt en som tillåter IPv6-routers att tunnla IPv6-paket över IPv4-nätverk. (Loshin, 1999)

#### 2.3.1.4 IPv6 addresses with embedded IPv4 addresses

Eftersom det kommer att dröja ett tag innan övergången från IPv4 till IPv6 blir fullständig måste det finnas ett sätt för de båda att leva sida vid sida. IPv6 tillhandahåller två typer av adresser för detta ändamål. De 80 högsta bitarna i adressfältet är då satta till noll. De 32 lägsta bitarna innehåller IPv4-adressen. När de kvarvarande 16 bitarna i mitten är satta till noll (eller 0000), utgör adressen en *IPv4-kompatibel adress*. När de är satta till ettor (eller FFFF), utgör adressen en *IPv4-mapped IPv6 adress* (fig. 4).



Figur 4. IPv6-adresser med inneslutna IPv4-adresser. Från RFC 2373

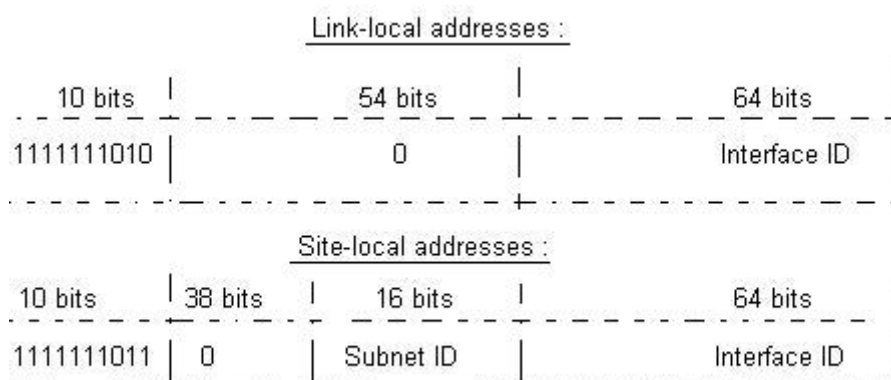
*IPv4-kompatibla adresser* är avsedda att användas när noder är i behov av att tunnla IPv6-paket genom IPv4-routers. *IPv4-mapped IPv6 adress* används av IPv6-noder när de ska adressera noder som bara stödjer IPv4. (Loshin, 1999)

#### 2.3.1.5 Link- and Site-local addresses

I IPv4 finns det adresser som är ämnade att aldrig ha tillgång till det globala Internet, till exempel 10.0.0.0. IPv6 har även den typen av adresser. Link-local addresses har för avsikt att användas inom ett lokalt nätverk. Adressens första



tio bitar av prefixet identifierar adressen om det är en Link-local address. Är det en sådan bryr sig inte några routers om att förmedla paketet vidare utan låter dem hålla sig inom det lokala nätverket. Site-local adresser behöver inte enbart hålla sig inom det lokala nätverket utan tillåts att kontakta andra intranät, men samtidigt tillåts inte routing till det globala Internet. Site-local adressers prefix skiljer sig endast lite ifrån Link-local adressernas prefix. (fig. 5) (Loshin, 1999)



Figur 5. Link-local och site-local adresser, från RFC 2373

### 2.3.2 Multicast

När ett broadcastanrop görs inom ett nätverkssegment lyssnar alla noder på detta, och den nod som känner igen sin adress svarar och tar upp konversationen med den nod som skickade broadcastanropet. Multicast är lite mer komplicerat än broadcast. När en nod känner av att det är en multicastadress måste den också bestämma att det är en multicastadress den begärt en prenumeration ifrån. Broadcast tillåts inte att skickas vidare genom routers, men när en nod begär en prenumeration på en multicastadress ska routern börja prenumerera på den multicastadressen för den nodens räkning. Routern förmedlar sedan informationen vidare till den aktuella noden. (Loshin, 1999)

### 2.3.2.1 IPv6 Multicast address format

Multicastadressen har till skillnad mot unicastadressen ett mer strikt format (fig. 6). Dessa adresser får endast sändas med destinationsadresser, inget datagram som skickas får innehålla en källadress.



Figur 6. Format av en IPv6 multicastadress, från RFC 2373.

Formatet av en multicastadress består av fyra fält. Det första fältet (den första oktetten) identifierar adressen som en multicastadress, den innehåller då bara ettor. De tre andra fälten består av:

- flgs: ett fyrabitars fält. I dagsläget används endast den fjärde flaggan, den talar om i fall adressen är känd. Är den satt till noll är adressen känd. De övriga flaggorna är till för framtida användningar.
- scop: detta fyrabitars fält innehåller ett värde som talar om hur stort omfång en multicastgrupp ska innehålla. Det vill säga, om multicastgruppen bara ska inkludera noder inom samma nätverk, samma organisation eller om vem som helst inom IPv6 globala nät ska ingå.
- group ID: detta 112 bitar stora fält identifierar själva multicastgruppen. (Loshin, 1999)

### 2.3.3 Anycast

Multicastadresser kan alltså delas mellan många olika noder. Alla noder som är prenumeranter på en multicastadress förväntas att få alla paket som sänds därför. En router som är ansluten till fem olika lokala Ethernet-nätverk kommer att vidarebefordra en kopia av multicastpaketen till vart och ett av dessa nätverk (förutsatt att det finns minst en prenumerant till multicastadressen på varje nät-



verk). Med anycast är det likadant, fast tvärtom. Många olika noder kan dela på en anycastadress, men det är bara en nod av dessa som kan mottaga ett datagram som är levererat från en anycastadress.

Anycastadresser kan inte särskiljas från en unicastadress och därför måste medlemmar till en anycastadress tydligt konfigureras så att adressen känns igen som en anycastadress. (Loshin, 1999)

## 2.4 IPv6-Headern

När ett nätverksprotokoll ska presenteras, är det ofrånkomligt att nämna och gå igenom protokollets header. En header i IPv6 bygger på headern i IPv4, men har modifierats en hel del. Huitema (1998) skriver att den totala längden i en IPv6-header är 40 bytes, och utgörs av ett initialt 64 bitars långt fält, som i sin tur är uppdelade i:

- Version field (4 bitar)
- Class (8 bitar)
- Flow label (20 bitar)
- Length of the “payload” (16 bitar)
- Type of the next header (8 bitar)
- Hop limit (8 bitar)

Efter dessa fält följer två 128 bitars långa fält som innehåller käll- och destinationsadresserna.

## IPv6 header

Version	Traffic Class	Flow Label	
Payload Length		Next Header	Hop Limit
128 bitar Source Address			
128 bitar Destination Address			

Figur 7. IPv6-header. (Huitema, 1998)

Enligt Huitema (1998) är det nya IPv6-protokollets header mycket enklare än den gamla klassiska IPv4-headern. Detta kan ses vid en grafisk jämförelse mellan de båda protokollens headers.

## IPv4 header

Version	IHL	Type of service	Total Length	
Identification			Flags	Fragment Offset
Time to Live	Protocol		Header Checksum	
32 bit Source Address				
32 bit Destination Address				
Protocol				Padding

Figur 8. Ipv4-header. (Huitema, 1998)

### 2.4.1 Skillnader i IPv6-headern jämfört med IPv4-headern

Som visas i figur sju och åtta har flera fält från IPv4-headern försvunnit, dessa är the header length, type of service, identification, flags, fragment offset och header checksum. Det enda fältet av de initiala fälten som har behållit sin mening är Version, som talar om vilken version av protokollet det är. Den ur-



sprungliga idéen med detta var att de båda versionerna skulle samköras över nätet. Tre av fälten har bytt namn, det är length, protocol type och time-to-live. IPv4:s total length är ersatt i Ipv6-headern med payload length. Total length beskriver den totala längden på det data som kommer efter headern. (Huitema, 1998) Fältet som kallas protocol type i IPv4 bytte namn till next header i IPv6, men har samma betydelse, det vill säga, detta fält indikerar vilket protokoll som kommer i nästa högre nivå. (Stallings, 2000)

Namnbytet på time-to-live-fältet, som i IPv4 svarar för hur länge det får vara kvar i omlopp över Internet mätt i sekunder, där varje router ska minska med minst en sekund eller med den väntetid paketen har vid varje router. Detta fält har i IPv6 fått namnet next hop. (Stallings, 2000) Väntetiden för ett paket vid varje router är svår att uppskatta. Tiden räknas i sekunder, men i själva verket är det millisekunder det oftast handlar om, och varje router drar bort minst ett. Därför tyckte utvecklarna av IPv6 att antalet hopp skulle räknas istället. Det vill säga, varje paket som routas minskas med ett. (Huitema, 1998)

Som framgår av figur sju och åtta ingår inte fältet options i det nya Internet-protokollet. Detta innebär inte att IPv6 inte kan uttrycka några options för speciella paket. (Huitema, 1998) Eftersom fältet options sällan används i IPv4 beslutade utvecklarna sig för att i IPv6 lägga till en så kallat "extension header", utanför själva headern, för detta ändamål. En konsekvens av detta blev att header length field kunde uteslutas. (Loshin, 1999)

I IPv4 ingick en fragmenteringsprocedur där sändaren av ett paket inte behövde bry sig om kapaciteten över förmedlingskanalerna. Dessa stora paket kan bli styckade i godtyckliga bitar och där mottagaren väntar tålmodigt på att sätta ihop dem igen varefter de kommer. Om stora paket skickas över ett nätverk som bara kan ta små paket delas paketen upp i mindre segment. Detta för med sig i en TCP-transport, att om ett segment går förlorat måste hela paketet sändas igen, vilket resulterar i ett ineffektivt användande av nätverket. Huitema (1998) I IPv6 måste den sändande värden känna till den maximala accepterbara seg-



---

mentstorleken genom en procedur som kallas "path MTU discovery". Om ett för stort paket skickas, förkastas det helt enkelt av nätverket. Med anledning av denna procedur i IPv6 behövdes inte fälten där kontrollen av segmenteringen skedde, det vill säga, packet identification, segmentation control flags och fragment offset. (Huitema, 1998)





## 3 Metod

Datansamlingen genomfördes genom att läsa litteratur och artiklar för att få inblick i det aktuella ämnet. Litteraturen sökte vi på flera bibliotek och artiklarna fann vi med hjälp av artikelsökning samt i tidskrifter. Genom att sedan sätta oss in i TCP/IP- och IPv6-materialet kunde vi genomföra vår laboration.

Vår laboration var en experimentell undersökning, det vill säga en undersökning där vi arbetade i en förenklad modell av verkligheten. Experimentet ägde rum i en kontrollerad miljö för att andra skall kunna upprätta samma experiment och få samma resultat. (Patel & Tebelius, 1987)

Enligt Patel och Davidson är ett experiment ”en beteckning på en undersökningsuppläggning där vi studerar några enstaka variabler och försöker få kontroll över annat som kan påverka dessa variabler”. (Patel & Davidson, 1991:44) Variablerna i vårt experiment utvecklade vi som ett antal egenutvecklade kriterier för att kunna få en så rättvis bild som möjligt. Dessa behandlade t ex installation och funktionalitet. En utförlig förklaring av dessa kriterier som användes under testerna följer under underrubrikerna 3.1 till och med 3.3. Analysen av resultatet utgår från dessa kriterier.

Vårt nätverk bestod av två stycken PC-maskiner (Pentium II-processor 233 MHz, 128 MB RAM, 10.2 GB hårddisk) och en hubb. Dessa enheter var sammankopplade med hjälp av två stycken kablar av typen UTP (Unshielded Twisted Pair).

### 3.1 Kriterier för installation

#### 3.1.1 Svårighetsgrad

- *Lätt.*

IPv6-protokollet är redan installerat på det valda operativsystemet. Inga ytterligare kommandon behöver



utföras. Adresskonfiguration görs automatiskt med hjälp av MAC-adressen.

- *Medel.*

IPv6-protokollet finns inlagt i operativsystemet men kräver ett eller ett par kommandon för att aktiveras. Adresskonfiguration görs automatiskt med hjälp av MAC-adressen.

- *Svårt.*

För att aktivera IPv6-protokollet måste användaren söka upp och ladda hem extra filer som skall installeras. Filerna är specifika för varje enskilt operativsystem. Användaren måste packa upp filerna separat och eventuellt ändra i registerfilerna.

### 3.1.2 Tid att installera.

Förutsatt att operativsystemet är installerat. Eventuella övriga filnedladdningar inräknas i tiden för installation.

- *Snabbt*

Användaren kan börja använda protokollet direkt.

- *Medel*

Användaren kan börja använda protokollet på under 30 minuter.

- *Långsamt*

Användaren kan börja använda protokollet efter 30 minuter eller längre tid.

Tiderna kan variera beroende på datorns prestanda, uppstartskonfigurationer och personliga inställningar.



### 3.1.3 Hårdvarukrav

Vilket hårdvarukrav krävs för att installera IPv6?  
(CPU, RAM-minne och hårddiskutrymme)

### 3.1.4 Avinstallation

- *Lätt*  
Det behövs endast ett kommando för att avinstallera IPv6-protokollet. Ingen omstart av datorn är nödvändig.
- *Medel*  
Det behövs endast ett kommando för att avinstallera IPv6-protokollet och en omstart av datorn.
- *Svårt*  
Ominstallation av operativsystemet krävs för att återgå till föregående protokoll.

## 3.2 Kriterier för installationshjälp

### 3.2.1 Gränssnitt

Finns det grafiskt gränssnitt att tillgå vid installation och konfigurering av IPv6-protokollet?

### 3.2.2 Bekräftelser

Vilka typer av meddelande visas under installationen.

### 3.2.3 Finns det hjälpfiler att tillgå?

Kan användaren finna hjälp i operativsystemet för att installera IPv6-protokollet?

Finns hjälpsidor att tillgå på Internet?



### **3.3 Kriterier för funktionalitet**

#### **3.3.1 Test av protokoll**

För att kontrollera att IPv6-protokollet är korrekt installerat skall kommandona 'ping' och 'tracert' fungera. I första hand skall loopbackadressen testas och därefter testas att en annan nod på nätverket kan kontaktas.



## 4 Genomförande

### 4.1 Windows 98

I en grundinstallation av Windows 98 medföljer inte stöd för IPv6-protokollet och Microsoft har inte heller några planer på att utveckla ett sådant. Däremot har Trumpet Software ett program, Trumpet Winsock 5.0, som medför att det nya protokollet skall kunna användas även i Windows 98.

#### 4.1.1 Installation – Svårighetsgrad

Enligt de uppsatta testkriterierna är installation av IPv6 på Windows 98 **svårt**. Uppsökande och nedladdning av extra filer krävs.

#### 4.1.2 Installation – Tid att installera

Tid att installera var **medel** enligt kriterierna eftersom det krävdes en nedladdning av Trumpet Winsock 5.0.

#### 4.1.3 Installation – Hårdvarukrav

Windows 98 kräver en processor på 486DX/66 MHz eller snabbare. Dessutom krävs 24 MB RAM och en hårddisk med 140 MB till 315 MB ledigt utrymme.

#### 4.1.4 Installation – Avinstallation

För att avinstallera Trumpet Winsock 5.0 användes funktionen ”Lägg till/ta bort program” i Windows kontrollpanel. Detta görs med ett kommando och är således en **lätt** avinstallation.

#### 4.1.5 Installationshjälp – Gränssnitt

Trumpet Winsock använder sig av ett grafiskt gränssnitt vid installation och konfiguration av IPv6-protokollet.



#### 4.1.6 Installationshjälp – Bekräftelser

Installationen sker med hjälp av ett gränssnitt som är vanligt vid installation av Windowsprogram. Installationsförloppet kan följas punkt för punkt. Fel- och informationsmeddelande är av Windowstyp.

#### 4.1.7 Installationshjälp – Finns det hjälpfiler?

Hjälpfiler finns att tillgå i programmet. Ytterligare hjälp finns att tillgå på Internet. På Trumpets egen hemsida (<http://www.trumpet.com/>) finns information att hämta om Trumpet Winsock 5.0. Microsoft har ingen information om IPv6 för Windows 98.

#### 4.1.8 Funktionalitet – Test av protokoll

Inga test av protokollet gick att genomföra på grund av att Trumpet Winsock 5.0 inte fungerade som utlovat.

### 4.2 Windows 2000

I en grundinstallation av Windows 2000 medföljer inte stöd för IPv6-protokollet. Microsoft har senare utvecklat detta och det finns en tilläggsmodul att ladda ner och installera. Den kräver dock att Windows 2000 uppgraderas med Service Pack 1 innan installation.

#### 4.2.1 Installation – Svårighetsgrad

Eftersom en installation av tilläggsmodulen måste laddas ner till datorn och den dessutom kräver att Service Pack 1 laddas ner och installeras innan klassas installationen som **svår**.

#### 4.2.2 Installation – Tid att installera

Installationen är **långsam** av den orsaken att Service Pack 1 och tilläggsmodulen måste laddas ner och installeras.



#### **4.2.3 Installation – Hårdvarukrav**

Windows 2000 kräver en Pentium kompatibel processor på 133 Mhz eller snabbare. Dessutom krävs 64 MB RAM och en hårddisk på 2 GB med minst 650 MB ledigt utrymme.

#### **4.2.4 Installation – Avinstallation**

För att avinstallera IPv6-protokollet används funktionen ”Lägg till/ta bort program” i Windows kontrollpanel. Detta görs med ett kommando och är således en **lätt** avinstallation.

#### **4.2.5 Installationshjälp – Gränssnitt**

Installationen av IPv6 på Windows 2000 sker med hjälp av ett grafiskt gränssnitt.

#### **4.2.6 Installationshjälp – Bekräftelser**

Inga bekräftelser gavs på lyckad installation av IPv6-protokollet.

#### **4.2.7 Installationshjälp – Finns det hjälpfiler?**

Hjälpfiler för IPv6 finns inte att tillgå i Windows 2000. Däremot finns det information på Microsofts webbplats. (<http://www.microsoft.com/ms.htm>)

#### **4.2.8 Funktionalitet – Test av protokoll**

Kontakt med en annan nod i nätverket testades positivt med hjälp av ping6 och tracert6.

### **4.3 Windows XP**

Microsoft har i Windows XP inkluderat IPv6-protokollet men inte aktiverat det i grundutförandet.



### 4.3.1 Installation – Svårighetsgrad

Svårighetsgraden för att installera IPv6 på Windows XP är enligt kriterierna av graden **medel**. Ett kommando är allt som behövs för installation.

### 4.3.2 Installation – Tid att installera

Installationen av IPv6-protokollet beräknas som **medel** enligt kriterierna.

### 4.3.3 Installation – Hårdvarukrav

Windows XP kräver en processor på 233 MHz men det rekommenderas 300 MHz eller högre. Intel Pentium/Celeron, AMD K6/Athlon/Duron, eller annan kompatibel processor rekommenderas. Dessutom rekommenderas 128 MB RAM eller mer och en hårddisk med 1.5 GB tillgängligt utrymme.

### 4.3.4 Installation – Avinstallation

Avinstallation av IPv6 på Windows XP är att betrakta som **medel** då endast ett kommando krävs och en omstart av datorn behövs för att avinstallationen skall träda i kraft.

### 4.3.5 Installationshjälp – Gränssnitt

Windows XP använder sig av ett textbaserat gränssnitt vid installation och konfiguration av IPv6.

### 4.3.6 Installationshjälp – Bekräftelser

Bekräftelser ges vid installation, färdig installation och att omstart krävs för att slutföra avinstallation.





### 4.3.7 Installationshjälp – Finns det hjälpfiler?

Hjälpfiler finns att tillgå både i operativsystemet och på Microsofts hemsida.

(<http://www.microsoft.com/ms.htm>)

### 4.3.8 Funktionalitet – Test av protokoll

Kontakt med en annan nod i nätverket testades positivt med hjälp av ping6 och tracert6.

## 4.4 Linux RedHat 5.2

Denna version av Linux RedHat visade sig ha en allt för gammal kärna 2.0. Inget stöd för IPv6 finns i operativsystemet och det finns inga uppgraderingar att hämta. Lösningen är att ladda ner den senaste versionen av Linux RedHat.

(<http://www.bieringer.de/linux/IPv6/>)

## 4.5 Linux RedHat 7.1

Efter installation av Linux RedHat 7.1 upptäckte vi att det hade samma kärna, 2.4, som RedHat 7.2. För genomförande se kapitel 4.6.

## 4.6 Linux RedHat 7.2

När det gäller operativsystemet Linux är vår uppfattning att distributionen av RedHat är den mest förekommande bland användarna. Därför ansåg vi att just den distributionen skulle vara mest intressant att utföra våra tester på.

### 4.6.1 Installation – Svårighetsgrad

För att ladda modulen IPv6 används kommandot "modprobe", och för att kolla att den är laddad används kommandot "lsmod". Enligt våra kriterier är installationen **medelsvår** att utföra.



#### 4.6.2 Installation – Tid att installera

Installationen är enligt våra kriterier av graden **medel**.

#### 4.6.3 Installation – Hårdvarukrav

Minimikravet på CPU är 386SX/DX/SL/DXL/SLC. Krav på RAM-minne varierar kraftigt beroende på vilken typ av installation som väljs. Vid en fullinstallation av Linux RedHat 7.2 krävs minst 1,8 Gb ledig plats på hårddisken. (<http://www.redhat.com/docs/manuals/linux/RHL-7.2-Manual/>)

#### 4.6.4 Installation – Avinstallation

Linux normala kommando `modprobe -r` för att ta bort en modul fungerade inte på denna modul och därför är en omstart av datorn nödvändig, därav är den **medel** enligt våra kriterier.

#### 4.6.5 Installationshjälp – Gränssnitt

Linux RedHat 7.2 använder sig inte av grafiskt gränssnitt vid installation och konfigurering av IPv6.

#### 4.6.6 Installationshjälp – Bekräftelser

I Linux RedHat 7.2 ges inga bekräftelser på lyckade installationer. Vid misslyckade kommandon ges ett felmeddelande.

#### 4.6.7 Installationshjälp – Finns det hjälpfiler?

Information och dokumentation om hur en installation ska utföras av IPv6 på Linux RedHat är ganska bristfällig. Information finns till viss del på <http://www.redhat.com>, men framförallt på en hemsida skapad av Peter Bieringer: <http://www.bieringer.de/linux/IPv6/>.



---

#### **4.6.8 Funktionalitet – Test av protokoll**

När vi såg att modulen IPv6 fanns bland de laddade modulerna testade vi att pinga den egna datorn med loopbackadressen. Vi använde oss av IPv6-kommandot ping6 och resultatet var positivt.



## 5 Resultat

Efter att ha installerat de utvalda operativsystemen Windows 98, Windows 2000, Windows XP, Linux RedHat 5.2, Linux RedHat 7.1 och Linux RedHat 7.2 har testerna genomförts med följande resultat. Resultaten har analyserats och jämförts med de kriterier som tagits fram i kapitel 3.

Det enda hårdvarukrav som finns vid installation av IPv6 är att varje operativsystems egna hårdvarurekommendationer följs.

### 5.1 Microsoft Windows

Tillvägagångssättet att installera IPv6-protokollet på de olika versionerna av Windows skiljer sig åt. Microsoft har gjort klart att de inte utvecklar något stöd för IPv6 till Windows 98. För Windows 2000 finns det en ”Technology Preview” och i Windows XP följer IPv6-protokollet med som ”utvecklingsversion”. För Windows 98 har ett företag som heter Trumpet Software utvecklat ett tilläggsprogram, Trumpet Winsock 5.0, som enligt dem skall medföra möjlighet att använda sig av IPv6-protokollet.

#### 5.1.1 Windows 98

Vid nätverkstest med hjälp av IPv4-kommandot ping på datorer med Windows 98 fick vi ett positivt resultat. Efter installation av Trumpet Winsock 5.0 kunde samma test inte genomföras. Vid installationen gavs ett meddelande om att testperioden av programmet hade löpt ut och att vi skulle ladda ner en ny version från deras webbplats (se bild 1). Detta gjordes två gånger på nyformaterade hårddiskar och nyinstallerade operativsystem och trots detta fungerade inte programmet. Tester med IPv6-protokollet kunde inte genomföras på Windows 98.



Bild 1 Felmeddelande i Trumpet Winsock.

### 5.1.2 Windows 2000

I grundversionen av Windows 2000 finns inget stöd för IPv6. Microsoft har gett ut en tilläggsmodul som är en testversion för utvecklare att prova. Denna kräver att Service Pack 1 för Windows 2000 är installerat på datorn (se bild 2).



Bild 2 Varningsmeddelande i Windows 2000.

När Service Pack 1 är installerat skall tilläggsmodulen med IPv6-protokollet installeras. Detta kan göras från utforskaren och då väljs den självuppackande setupfilen från den plats där den sparades vid nedladdningen. Detta förfarande är en förberedelse för IPv6 på datorn.

Själva installationen av protokollet sker med hjälp av att högerklicka på ikonen "nätverket" och välja egenskaper. Väl inne i nätverksdialogen trycker användaren på knappen "lägg till". En ny dialogruta öppnas och där väljer användaren "protokoll" och trycker sedan på "lägg till". Ännu en dialogruta öppnas och där väljs IPv6-protokollet och "OK" (Se bild 3).

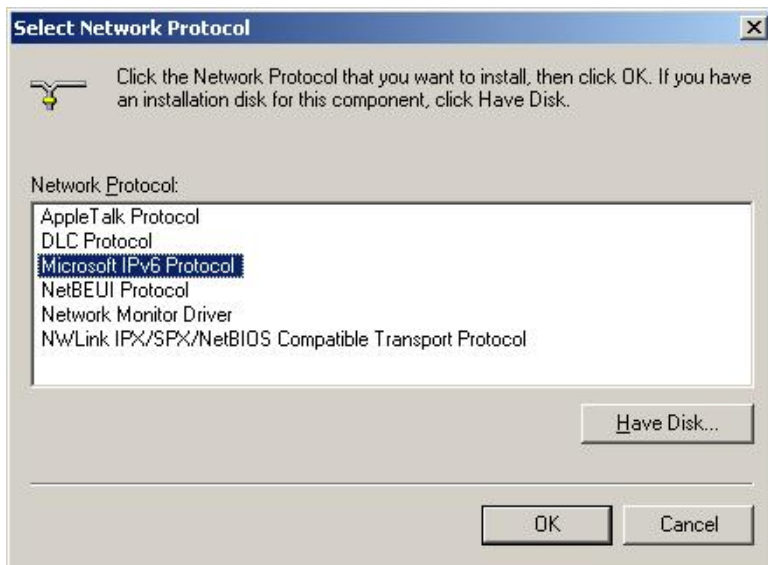


Bild 3 Val av IPv6-protokollet i Windows 2000.

Efter installation av servicepaketet och tilläggsmodulen kunde IPv6-protokollet användas. Testerna bestod av ping6 och tracert6.

### 5.1.3 Windows XP

Microsoft har i Windows XP inkluderat IPv6-protokollet men inte aktiverat det i grundutförandet. I hjälpfilerna för IPv6 i Windows XP fanns information om hur installation av IPv6 skulle utföras. Genom att öppna ett kommandofönster och skriva in "ipv6 install" utförs installationen av protokollet (se bild 4). Efter installation kunde IPv6-protokollet användas. Testerna bestod av ping6 och tracert6.

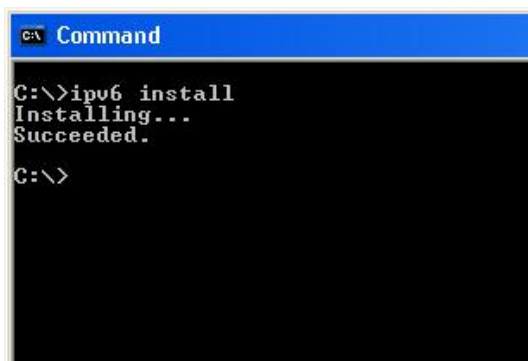


Bild 4 Lyckad installation i Windows XP.

## 5.2 Linux RedHat

I Linux RedHat finns IPv6 implementerat i kärnan från och med version 2.4. Denna version är den som för tillfället går att ladda ned från <http://www.linuxiso.org/distro.php?distro=7>. Därav är det ingen vits att försöka ladda hem moduler för att få IPv6 att fungera på gamla kärnor eftersom det är mer avancerat än att uppgradera till en nyare version som har inbyggt stöd för IPv6. (<http://www.bieringer.de/linux/IPv6>)

I Linux RedHat följer det med olika moduler som är valfria att aktivera i operativsystemet. IPv6-protokollet är en sån modul. Genom kommandot "modprobe IPv6" aktiveras protokollet. (se bild 5)



```
Konsol - root@Joey:~ - Konsol
Arkiv Sessioner Inställningar Hjäl
[root@Joey root]# modprobe ipv6
[root@Joey root]#
```

Bild 5 Lyckad inladdning av IPv6 modulen i Linux RedHat

Installationen av IPv6 verifierades genom att använda kommandot "ifconfig". I bild 6 kan utläsas att IPv6-adressen har autokonfigurerats med hjälp av MAC-adressen som i Linux kallas för HWaddr. På tredje raden, inet6 addr, visas adressen. Testningen av protokollet gjordes med hjälp av ping6 och traceroute6 och resultatet var positivt.

```
Konsol - root@Joey:~ - Konsol
Arkiv Sessioner Inställningar Hjälp

[root@Joey root]# ifconfig
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:20:18:A0:5C:7F
          inet addr:195.38.3.181  Bcast:195.38.3.255  Mask:255.255.255.128
          inet6 addr: fe80::220:18ff:fea0:5c7f/10 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:8701 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:385 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:100
          RX bytes:1183887 (1,1 Mb)  TX bytes:43533 (42,5 Kb)
          Interrupt:9 Base address:0xfc00

lo        Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:16436  Metric:1
          RX packets:492 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:492 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:0
          RX bytes:31914 (31,1 Kb)  TX bytes:31914 (31,1 Kb)

[root@Joey root]# █
```

Bild 6 Adresskonfiguration i Linux RedHat.

### 5.3 Analys av resultat

I jämförelse med varandra skiljer sig installationen av IPv6 åt på de olika operativsystemen. De skiljer sig även åt i grundutförandet med olika förutsättningar för att kunna använda protokollet. De största skillnaderna är att Windows XP, Linux RedHat 7.1 och 7.2 är förberedda för att använda IPv6 sånär som på att protokollet måste aktiveras med ett kommando. Jämfört med Windows 98, Windows 2000 och Linux RedHat 5.2 där inget stöd finns i den ursprungliga versionen av operativsystemen. För Windows 2000 finns det möjlighet att installera IPv6 med hjälp av en tilläggsmodul. Vad gäller Windows 98 är man tvungen att förlita sig på ett program från ett tredjepartsföretag. I våra tester fungerade inte denna lösning.

Det finns inga egentliga skillnader mellan de olika operativsystemen när det kommer till själva aktiveringen av protokollet. Det är förberedelserna för installationen i de operativsystemen som gör det annorlunda. T.ex. måste Service Pack 1 vara installerat i Windows 2000 för att installation av IPv6-protokollet skall vara möjligt. Likaså är det hemladdning och installering av Trumpet Winsock till Windows 98 som är annorlunda i jämförelse med Windows XP och Linux RedHat.





Efter att ha följt de anvisningar som finns om hur datorer konfigureras med IPv6-protokollet lyckades vi utföra kommandona ping och traceroute med lyckat resultat på Windows 2000, Windows XP och Linux RedHat 7.1 och 7.2.

### 5.3.1 Fördelar och nackdelar

Det finns både för och nackdelar i de olika operativsystemen när det gäller IPv6. Beträffande installationen av protokollet är Windows XP och Linux RedHat 7.2 likvärdiga då det endast är ett kommando som behövs för att genomföra installationen. För Windows 98 är det en nackdel att användaren är beroende av ett tredjepartsföretag för att få möjlighet att använda sig av protokollet.

För att konfigurera sin dator med IPv6 är man i Windows XP och Linux RedHat 7.2 hänvisad till att arbeta med ett textbaserat gränssnitt, vilket är en nackdel då kommandon för detta måste memoreras. I Windows 2000 används ett grafiskt gränssnitt för att installera protokollet, men för ytterligare konfigurationer av IPv6-protokollet används även här ett textbaserat gränssnitt.

I Windows XP finns hjälpsidor att tillgå i operativsystemet. I de övriga operativsystemen är användaren hänvisad till hjälpsidor på Internet.

En fördel med hela IPv6-protokollet är att autokonfigurering av IP-adresser förekommer i samtliga operativsystem.

### 5.4 Slutsatser

Eftersom vi inte fick Trumpet Winsock 5.0 att fungera kunde inga tester av IPv6 genomföras i Windows 98. Därav kunde vi inte dra några slutsatser för detta operativsystem.

Slutsatser vi har dragit av resultatet är:



- IPv6 fungerar i Windows 2000 efter hemladdning av Service Pack 1 och en tilläggsmodul utgiven av Microsoft.
- IPv6 fungerar i Windows XP efter aktivering av protokollet i operativsystemet. Protokollet finns implementerat i Windows XP.
- IPv6 fungerar i Linux RedHat 7.2 efter aktivering av protokollet i operativsystemet. Protokollet finns implementerat i Linux RedHat med en kärna nyare än version 2.2. Äldre distributioner av Linux RedHat medför en uppgradering för att IPv6 skall vara körbart.
- I operativsystemen Windows XP och Linux RedHat 7.2 överväger fördelarna medan i de tidigare operativsystemen överväger nackdelarna.



## 6 Diskussion

Vårt mål med detta arbete har varit att undersöka hur olika operativsystem förhåller sig till IPv6. Genom att installera protokollet på de olika operativsystemen skaffade vi underlag för att dra slutsatser om hur protokollet fungerar i praktiken på datorer. För detta använde vi de verktyg som finns implementerade i protokollet, till exempel ping och trace route.

Under arbetets gång fann vi att för att kunna utföra en än mer noggrannare utvärdering av IPv6 skulle ha behövt ett större antal datorer varav en eller två skulle ha agerat som routrar. Vi hade då kunnat undersöka om operativsystemen agerar på olika sätt gentemot routrarna och om routrarna agerar på ett annat sätt gentemot IPv4. Resultatet av en sådan undersökning hade troligtvis givit en mer realistisk bild av hur IPv6 fungerar i praktiken.

Installationen av protokollet i de olika operativsystemen fungerade enligt de instruktioner vi följde, sånär som på Windows 98 som inte fungerade alls. Windows 2000 använder ett grafiskt gränssnitt liknande det som finns vid konfiguration av IPv4, vilket gör att användaren känner igen sig. I övriga operativsystem måste användaren ta reda på vilka kommandon som skall användas för installationen. Dessa kommandon måste utföras i ett textbaserat kommandofönster. När vi utförde installationerna ansåg vi att textbaserade kommandofönster var en nackdel, men med facit i handen var det inte särskilt svårt att utföra eftersom vi fick mycket hjälp av hjälpsidorna. Vi anser dock att ett grafiskt gränssnitt med tydliga valmöjligheter är att föredra för en ovan användare eftersom det ibland är långa kommandon som ska matas in.

Enligt vår hypotes skulle Linux RedHat vara att föredra framför Windows vid installation och användning av IPv6-protokollet. Detta fann vi inte vara sant. Istället framhåller vi att det inte spelar någon större roll vilket operativsystem som används. Detta beroende på att de senaste versionerna av de båda operativsystemen ger användaren möjlighet till att enkelt installera protokollet. Windows XP ger dock användaren välbehövlig hjälp i operativsystemet med hjälp



av sina hjälpsidor. Även till Linux finns omfattande hjälp, skillnaden är att den finns tillgänglig på Internet.

Protokollet i sig är i stort sett färdigt, men fortfarande uppdateras det genom att nya RFC:er ges ut med nya vinklingar på lösningarna. I de operativsystem som vi testat finns möjlighet att använda IPv6-protokollet som testversion. Utveckling av applikationer och programvaror till routers och annat ligger efter och har inte satt igång på allvar än. Vår uppfattning är att IPv6 är i utvecklingsstadiet fortfarande men att det finns en framtid för det om de stora tillverkarna satsar på att utveckla applikationer och routermjukvara som stödjer IPv6. Huitema (1998) påpekar att övergången från IPv4 till IPv6 inte kommer vara något problem för slutanvändarna eftersom de oftast uppgraderar hårdvara ungefär vart tredje år. Om IPv6 blir accepterat som uppföljare till IPv4 kommer det att finnas inbyggt i operativsystemen och andra applikationer vilket betyder att användarna inte behöver installera det som de måste med testversionerna som finns idag. Problemet ligger istället hos Internetleverantörerna som inte anser att behovet är tillräckligt stort för att de ska införa det i sina system.

När vi sökt efter information om IPv6 under arbetets gång upptäckte vi att den mesta forskningen bedrivs i japanska projekt. Anledningen till detta är att Asien har blivit åsidosatt när det gäller utdelningen av IP-adresser. Till exempel finns det 18 amerikanska företag och universitet som är tilldelade klass A allokeringar. Dessa allokeringar kan var och en använda 16,7 miljoner olika adresser. Exempel på företag är Mercedes Benz och IBM. Detta skall jämföras med Kina som blivit tilldelat endast 1.04 miljoner adresser. (Goodin, Macavinta, 1999) Andra länder i Asien har också blivit tilldelade dessa mindre adressallokeringar med adressbrist som följd. (Orans, 2001) Detta anser vi vara en anledning till att Japan är framstående och pionjärer inom forskningen om IPv6.

Om vi skall försöka oss på en spekulation i hur en övergång till IPv6 måste ske är det fem punkter som är grundläggande. Punkterna är alla lika viktiga för att IPv6 skall nå framgång men ordningen vi ställt upp ger en fingervisning om



vem som kan hjälpa eller stjälpa protokollet. Dessutom anser vi att det inte är nödvändigt för slutanvändarna att göra rockaden förrän alla punkterna är uppfyllda.

1. Den slutgiltiga standarden för IPv6 måste bestämmas.
2. Operativsystemstillverkarna måste införa IPv6 som standard i sina produkter.
3. Routertillverkarna måste implementera stöd för IPv6 i sina produkter.
4. Applikationsprogrammerarna måste utveckla program som hanterar IPv6. Exempel är mailprogram och webbläsare.
5. Internetleverantörerna måste uppgradera sin maskinpark till att klara av IPv6.

Vi kan inget annat än att instämma i vad Weiser (2001) skriver, nämligen att medan Internetleverantörerna inte är villiga att övergå till IPv6 är det ingen idé för slutanvändarna att skifta Internetprotokoll. Men om någon känner att IPv6 är framtiden och redan nu vill prova hur det fungerar rekommenderar vi att välja Windows XP eller Linux RedHat 7.2 att testa på. Skillnaderna mellan dessa två operativsystem i fråga om IPv6 är så små att det mer är en fråga om vilket operativsystem personen i fråga är van att arbeta med.



## 7 Fortsatt forskning

Under tiden som vi arbetat med vårt examensarbete har vi stött på andra intressanta områden som är kopplade till IPv6.

- Varför skulle det vara intressant för Blekinge Tekniska Högskola att koppla upp sig mot ett IPv6-nät och forska på möjligheterna i ett större perspektiv? Det finns idag testnät som är till för att ge erfarenheter och för intresserade att utvärdera.
- Hur påverkas routingtrafiken av IPv6 jämfört med IPv4? Finns det fördelar med IPv6? Finns det nackdelar? För att få ut så mycket som möjligt av denna frågeställning förutsätts att ett fungerande IPv6-nät finns tillgängligt.
- Vad finns det för säkerhetsfrågor inom IPv6 som gör protokollet bättre eller sämre? En jämförelse med IPv4 kan belysa dessa faktorer.



## Källförteckning

### Böcker

Huitema, Christian (1998) *IPv6 - the new Internet protocol* [2nd ed.]. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Loshin, Pete (1999) *IPv6, Clearly explained*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.

Patel, Runa & Davidson, Bo (1991) *Forskningsmetodikens grunder*. Lund: Studentlitteratur.

Patel, Runa & Tebelius, Ulla (1987) *Grundbok i forskningsmetodik*. Lund: Studentlitteratur.

Stallings, William (2000) *Data & Computer Communications* [6th ed.] Upper Saddle River: Prentice Hall.

### Artiklar

Goodin, Dan & Macavinta Courtney (1999) *Net number system at a crossroads*: <http://news.com.com/2009-1023-225712.html>, 2002-05-21.

Orans, Lawrence (2001) *Commentary: IPv6 interest in Asia*: <http://news.com.com/2009-1033-257600.html>, 2002-05-21.

Weiser, Mark (2001) *Whatever happened to the next-generation Internet?* Communications of the ACM, Vol.44, No.9, sid 61-68.

### Request For Comments

Bradner & Mankin (January 1995) *The Recommendation for the IP Next Generation Protocol*. RFC 1752.

Deering & Hinden (December 1995) *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification*. RFC 1883 (Ersatt av RFC 2460, December 1998)



Hinden & Deering (July 1998) *IP Version 6 Addressing Architecture*.  
RFC 2373 (Ersätter RFC 1884)

Hinden, O'Dell & Deering (July 1998) *An IPv6 Aggregatable Global Unicast Address Format*. RFC 2374 (Ersätter RFC 2073)

## Webbsidor

Bieringer, Peter: *Linux: IPv6*

<http://www.bieringer.de/linux/IPv6>, 2002-05-06

IEEE Standards Systems/Network Staff:

*Guidelines for 64-bit global identifier (EUI-64™) registration authority*

<http://standards.ieee.org/regauth/oui/tutorials/EUI64.html>, 2002-03-27

Microsoft Corporation: <http://www.microsoft.com/ms.htm>, 2002-05-21

Red Hat, Inc: <http://www.redhat.com>, 2002-05-15

<http://www.redhat.com/docs/manuals/linux/RHL-7.2-Manual/>, 2002-05-15

Trumpet Software International Pty. Ltd.: <http://www.trumpet.com/>, 2002-05-21





## Ordlista

- DARPA (Defence Advanced Research Projects Agency):**  
Den federala byrån som startade Internet, blev ARPA 1990.
- IETF (Internet Engineering Task Force):** En internationell grupp av nätverksdesigners, operatörer, försäljare och forskare som samordnar skötsel och utveckling av Internet.
- ISO (International Organisation for Standardization):**  
En frivillig organisation bildad 1946, ansvarar för skapandet av internationella standarder inom många områden, bland annat datavetenskap och kommunikation.
- MAC-adress:**  
Den fysiska adress som finns inbränd som ett unikt nummer på varje nätverkskort.
- MTU (Maximum Transmission Unit):**  
Den största mängd data som kan sändas på ett särskilt fysiskt medium.
- NAT (Network Address Translation):**  
En metod som tillåter en multipel mängd datorer på ett lokalt nätverk att koppla upp sig mot Internet genom en IP-adress.
- OSI (open system interconnection):**  
En modell som ISO utvecklade för att tillåta datasystem skapade av olika säljare att kommunicera med varandra. Målet med OSI är att skapa en världsomspännande miljö där alla system kan samspråka.



RFC (Request for comments):

En serie numrerade internationella dokument (RFC 822, RFC 1123, etc.) som sätter standarder vilka frivilligt följs av många mjukvaruföretag inom Internetsamhället.

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol):

Detta protokoll utvecklades av DARPA för att möjliggöra kommunikation mellan olika typer av datorer och datanätverk. IP är ett förbindelse-löst protokoll som tillgodoser routing. TCP är förbindelseorienterat och sörjer för pålitlig förbindelse.



## Bilaga 1

Webbplatser för hämtning av filer som nämns i arbetet.

### **Windows 98:**

*Trumpet Winsock 5.0:* <http://www.trumpet.com>

### **Windows 2000:**

*Service Pack 1:*

<http://www.microsoft.com/windows2000/downloads/servicepacks/default.asp>

*Tilläggsmodul Ipv6:*

<http://msdn.microsoft.com/downloads/sdks/platform/tpipv6.asp>

### **Linux RedHat:**

*Operativssystem:* <http://www.linuxiso.org/distro.php?distro=7>