

# **Övergången från IPv4 till IPv6 - Varför dröjer den?**

**Daniel Dongo**

## **Övergången från IPv4 till IPv6 – Varför dröjer den?**

Examensrapport inlämnad av Daniel Dongo till Högskolan i Skövde, för Magisterexamen (M.Sc.) vid Institutionen för kommunikation och information.

**2005-08-10**

Härmed intygas att allt material i denna rapport, vilket inte är mitt eget, har blivit tydligt identifierat och att inget material är inkluderat som tidigare använts för erhållande av annan examen.

Signerat: \_\_\_\_\_

Handledare för examensarbetet: Marcus Brohede

# Övergången från IPv4 till IPv6 – Varför dröjer den?

Daniel Dongo

## Sammanfattning

Allt ifrån personatorer, mobiltelefoner och bilar kommer inom en snar framtid att vara uppkopplade mot Internet. Detta medför att varje enhet med en förbindelse till Internet kommer att behöva en unik IP-adress för att identifiera sig själv samt resten av Internet. Dagens Internet i form av IP version 4 (IPv4) kan inte hantera detta på grund av bristen på IPv4-adresser. Vidare saknar det nuvarande IPv4 trots det massiva antalet användare någon form av inbyggd säkerhet samtidigt som efterfrågan av nya tjänster samt teknologi från användare av Internet drastiskt ökar. Uppföljaren till IPv4, vars tekniska specifikation redan är färdigställd och standardiserad kallas IP Version 6 (IPv6). Det nyare IPv6 uppgraderar adressrymden som det äldre IPv4 tillhandahåller vilket löser problemet med sinande IPv4-adresser. Vidare förbättrar IPv6 säkerheten på Internet genom sitt inbyggda stöd för kryptering samtidigt som det erbjuder förbättrad tillförlitlighet, nya tjänster samt en rad tekniska fördelar över IPv4. Trots problemen med det utdaterade IPv4 som skapades för mer än 20 år sedan visar sig dock övergången från IPv4 till IPv6 svårartad. Utvecklingen av IPv6 varierar från en geografisk region till en annan. Företag och användare vet inte idag när de kan förvänta sig IPv6 samt dess tjänster från de stora Internetleverantörerna. Denna rapport ämnar undersöka vad det är som varit viktigast för att Internetleverantörerna ej övergått från IPv4 till IPv6 i större grad än vad som skett hittills. Resultatet av rapporten kan ge en insikt i vad det är som behöver förändras för att utvecklingen av IPv6 kan ta fart på riktigt. Vidare kan den ge en inblick i var i övergången från IPv4 till IPv6 Internetleverantörerna står idag.

**Nyckelord: IPv4, IPv6, IP-adress, Internetleverantör**

# Övergången från IPv4 till IPv6 – Varför dröjer den?

**Daniel Dongo**

## **Abstract**

In the near future everything from computers, cell-phones to cars will have established a connection to the Internet. This means that every single unit whom wishes to maintain a connection to the Internet will be required to have a unique IP-address to identify itself and the rest of the Internet. The current Internet in the form of IP version 4 (IPv4) is not capable of handling this because of the shortage of IPv4-adresses. Furthermore the current Internet, despite its huge amount of users lack any form of built-in security while the demand of new services and technology from current users drastically grows. The new IP version 6 (IPv6) which has already been standardized upgrades the address-space which IPv4 holds and thus solves the problem of the shortage of IPv4-adresses. IPv6 also provides built-in security, new services and a number of technical advantages over IPv4. Despite the problems of the dated IPv4 which was created more than 20 years ago the transition to IPv6 proves difficult. The deployment of IPv6 varies from one geographical region to another. Organisations and users do not know when to expect IPv6 from the major Internet Service Providers (ISPs). This report aims at investigating what has been most significant for the ISPs not having deployed IPv6 in a larger scale than what has been done today. The result of the report could be used to get an insight in what needs to be changed so the deployment of IPv6 can be continued. Furthermore the report can give an insight in where in the transition the ISPs stand today.

**Keywords: IPv4, IPv6, IP-adress, ISP**

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Introduktion .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Bakgrund .....</b>	<b>2</b>
2.1	IP Version 4 (IPv4) .....	2
2.1.1	Adressbristen .....	2
2.1.2	Användandet av NAT .....	4
2.1.3	Den bristande säkerheten .....	5
2.2	IP Version 6 (IPv6) .....	5
2.2.1	Adressformat samt utökad adressrymd .....	5
2.2.2	Simplifierat format på IP-huvuden .....	6
2.2.3	Utöknings- samt valmöjlighetssupport .....	7
2.2.4	Flödeskontroll .....	8
2.2.5	Autentisering och privathet .....	8
2.3	IPv6-tjänster .....	8
2.3.1	Autokonfiguration .....	8
2.3.2	VoIP .....	9
2.3.3	MobileIP .....	9
2.3.4	Strömning av media .....	9
2.4	Övergången från IPv4 till IPv6 .....	10
2.4.1	Övergångsmekanismer .....	12
2.4.2	Dual-stack .....	12
2.4.3	Translating .....	13
2.4.4	Tunneling .....	14
<b>3</b>	<b>Problem .....</b>	<b>15</b>
3.1	Problembeskrivning .....	15
3.2	Problemprecisering .....	16
3.3	Avgränsningar .....	16
3.4	Förväntat resultat .....	16
<b>4</b>	<b>Metod &amp; Genomförande .....</b>	<b>17</b>
4.1	Metod .....	17
4.1.1	Population .....	17
4.1.2	Val av metod .....	18
4.2	Genomförande .....	18
4.2.1	Enkätens mål .....	18
4.2.2	Enkätdesign .....	19
4.2.3	Bakgrund .....	19
4.2.4	Motiv ett - Adressbristen .....	19

4.2.5	Motiv två - Kostnaden .....	20
4.2.6	Motiv tre - Behovet.....	21
4.2.7	Framtid.....	21
4.2.8	Enkätantering.....	22
<b>5</b>	<b>Resultat &amp; Analys .....</b>	<b>23</b>
5.1	Resultat .....	23
5.1.1	Internetleverantörerna.....	23
5.1.2	Bakgrund .....	23
5.1.3	Motiv ett - Adressbristen .....	24
5.1.4	Motiv två - Kostnaden .....	25
5.1.5	Motiv tre - Behovet.....	26
5.1.6	Framtid.....	27
5.2	Analys .....	27
5.2.1	Bakgrund .....	27
5.2.2	Motiv ett - Adressbristen .....	28
5.2.3	Motiv två - Kostnaden .....	28
5.2.4	Motiv tre - Behovet.....	29
5.2.5	Framtid.....	30
<b>6</b>	<b>Slutsatser &amp; Fortsatt arbete.....</b>	<b>31</b>
6.1	Slutsatser.....	31
6.2	Fortsatt arbete .....	32
<b>Bilaga 1 – Enkät</b>		
<b>Bilaga 2 – Välkomsbrev</b>		
<b>Bilaga 3 – Hemsida</b>		

# 1 Introduktion

I framtiden kommer allt ifrån persondatorer, mobiltelefoner och bilar önska en koppling mot Internet. Detta medför att varje enhet kommer att behöva en unik IP-adress för att identifiera sig själv och resten av Internet. I dagsläget finns det inte tillräckligt många unika IP-adresser av typen IPv4 för att tillfredsställa detta behov (Erlanger, 2003). Denna kris kunde ses redan i början på 1990-talet och anledningen till att den uppkommit är tämligen simpel, Internet har blivit väldigt populärt (Thomas, 1996). Uppföljaren till IPv4 kallas IP version 6 (IPv6) vars tekniska specifikation redan är färdigställd och standardiserad (Sathya, 2000). Det nyare IPv6 uppgraderar adressrymden som det äldre IP version 4 (IPv4) tillhandahåller från 32 bitar till 128 bitar vilket ökar tillgången av IP-adresser från  $4.3 \cdot 10^8$  IPv4-adresser till  $3.4 \cdot 10^{38}$  IPv6-adresser (Erlanger, 2003). Enligt Internet Domain Service (IDS) finns det ungefär 320 miljoner värdar på Internet idag (IDS, 2005). Trots det massiva antalet användare saknar det nuvarande IPv4 någon form av inbyggd säkerhet (Bouras et al., 2003). Säkerheten i IPv4 består enligt Erlanger (2003) endast av tilläggstjänster samt konkurrerande standarder. IPv6 förbättrar säkerheten på Internet genom sitt inbyggda stöd för kryptering samtidigt som det erbjuder förbättrad tillförlitlighet, nya tjänster samt en rad andra tekniska fördelar (Erlanger, 2003).

Trots dessa fördelar IPv6 har över IPv4 visar sig övergången från IPv4 till IPv6 svårartad (Sathya, 2000). Redan 1999 skriver Loshin (1999) att en viktig uppgradering är på väg i form av IPv6. Övergången från det utdaterade IPv4 till framtidens IPv6 tar med andra ord väldigt lång tid (Demaria, 2002). Utvecklingen av IPv6 varierar från en geografisk region till en annan (Sarnikowski, 2004). Margulius (2004) skriver att företag och användare idag inte vet när de kan förvänta sig IPv6 samt dess tjänster från de stora Internetleverantörerna. Enligt Gwin (2002) är detta problematiskt eftersom stödet från Internetleverantörerna är vitalt för att den globala övergången till IPv6 skall kunna fortgå (Gwin, 2002). En rapport av denna typ ämnar undersöka vad det är som varit viktigast för att Internetleverantörerna ej övergått från IPv4 till IPv6 i större grad än vad som skett hittills. Resultatet kan bidra till en insikt i vad det är som behöver förändras för att utvecklingen av IPv6 kan ta fart på riktigt. Vidare kan rapporten ge en inblick i var i övergången från IPv4 till IPv6 Internetleverantörerna står idag.

## 2 Bakgrund

Detta kapitel syftar till att ge en övergripande bild av ämnet IPv4 samt IPv6. Kapitlet kommer att presentera varför ett nytt protokoll vid namn IPv6 tagits fram samtidigt som det ämnar belysa övergången från IPv4 till IPv6 samt hur den kan genomföras.

### 2.1 IP Version 4 (IPv4)

Ett IP-protokoll är något elementärt i Internets uppbyggnad, protokollet tillåter att allt ifrån de största servrar till de minsta handdatorer kan kommunicera med varandra över Internet (Gwin, 2002). För lite mer än 20 år sedan skapades IPv4, de följande åren har IPv4 använts flitigt av både företag och privatpersoner (Demaria, 2002). Idag använder fortfarande de flesta enheter ute i världen IPv4 för att kommunicera med varandra. Protokollet är dock över två decennier gammalt och utvecklades främst för att fylla behovet hos de Nordamerikanska myndigheterna (Gwin, 2002). Nedan redovisas några av de stora problem som finns med det nuvarande IPv4. Detta för att belysa de brister som IPv4 har och som lett till att ett nytt Internetprotokoll vid namn IPv6 tagits fram.

#### 2.1.1 Adressbristen

Den kontinuerliga tillväxten av Internet kräver att dess arkitektur utvecklas i samma takt för att kunna stödja det växande antalet användare, applikationer och tjänster (Tatipamula et al., 2004). En bred arsenal av Internetprodukter kommer att framträda på konsumentensida i framtiden, dessa produkter kan vara allt ifrån bilar till tvättmaskiner och brandlarm (Gwin, 2002). Produkterna kommer att kommunicera över Internet och alla kommer de att behöva en unik IP-adress (Gwin, 2002). Demaria (2002) skriver att den nuvarande adressrymden för IP-adresser av typen IPv4 inte kan tillfredställa det potentiellt höga tillskott av nya enheter som önskar en förbindelse med Internet. De Nordamerikanska företagen har dock inte tagit detta problem på allvar då de blivit tilldelade väldigt många IPv4-adresser och därmed inte känt av denna brist (Demaria, 2002). Företag speciellt i Europa och Asien känner dock en oro över att IPv4-adresserna inte skall räcka till (Demaria, 2002). Gwin (2002) skriver att det nuvarande IPv4 tillåter lite över 4.2 miljarder IP-adresser. Denna klassiska bedömning är dock enligt (Huitema, 1994) felaktig eftersom den inte tar hänsyn till antalet hierarkiska element i en IP-adress. IP-adresser har åtminstone tre grader av hierarki: ”network”, ”subnet” och ”host”. För att eliminera dessa beroenden kan en logaritmisk skala användas för att räkna ut en effektivitetsfaktor (Huitema, 1994). Se formel 1 för ekvationen.

$$H = \frac{\log(\text{antal objekt})}{\text{tillgängliga bitar}}$$

Formel 1: H-faktorn (efter Huitema, 1994)

Effektivitetsfaktorn (H-faktorn) varierar i intervallet 0 till 0,30103 och är ett mått på hur mycket som anses vara ett acceptabelt utnyttjande av en given adressplan. Genom att titta på existerande adressplaner såsom franska och amerikanska telefonnummer samt dagens 32-bitars Internet kommer Huitema (1994) fram till att H-faktorn vanligtvis ligger mellan 0,14 (pessimistiskt utnyttjande av adresser) och 0,26 (optimistiskt utnyttjande av adresser). Huitema (1994) har med hjälp av dessa två värden räknat ut antalet möjliga IP-adresser för diverse adressstorlekar i tabell 1.



Adressstorlek	Pessimistisk H-faktor (0.14)	Optimistisk H-faktor (0.26)
32bitar	$3.0 * 10^4$ (!)	<b><math>2.0 * 10^8</math> (!)</b>
64bitar	$9.0 * 10^8$	$4.0 * 10^{16}$
80bitar	$1.6 * 10^{11}$	$2.6 * 10^{27}$
128bitar	$8.0 * 10^{17}$	$2.0 * 10^{33}$

Tabell 1: Antalet möjliga IP-adresser (efter Huitema, 1994)

Enligt tabell 1 är det praktiskt högsta antalet värdar som IPv4 på 32 bitar optimistiskt sett kan tillåta idag 200 miljoner. Durand et al. (2001) kritiserar dock H-faktorn och introducerar en mer lättförståelig ersättare genom HD-faktorn. HD-faktorn varierar generellt i intervallet 0 (0 %) till 1 (100 %) och är precis som H-faktorn ett mått på hur mycket som utnyttjas av en given adressplan. Formel 2 visar hur uträkningar går till användandes HD-faktorn.

$$HD = \frac{\log(\text{antal allokerade objekt})}{\log(\text{max antal allokerade objekt})}$$

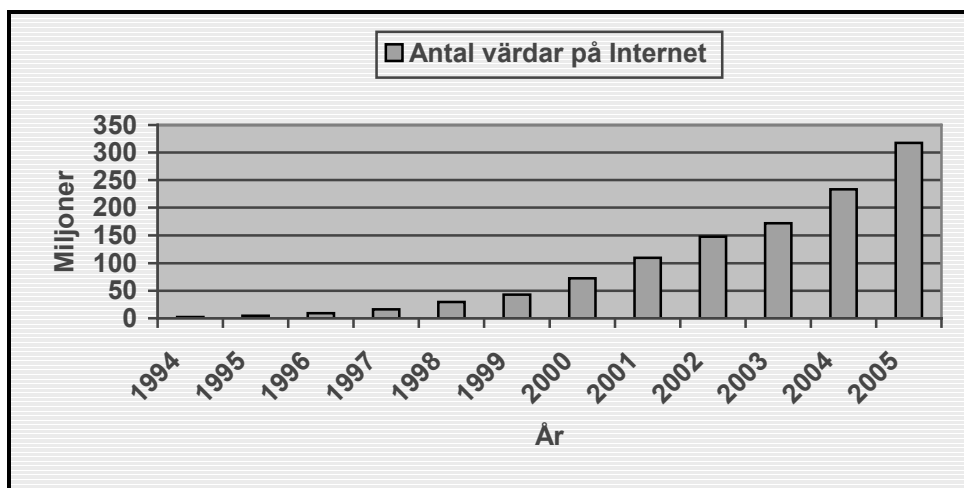
Formel 2: HD-faktorn (efter Durand et al., 2001)

Durand et al. (2001) använder sig i sina uträkningar av samma exempel på existerande adressplaner som Huitema (1994) gjorde vid introduktionen av H-faktorn. Skillnaden är dock att Durand et al. (2001) kommer fram till att ett utnyttjande av adresser under 80 procent av den totala adressstorleken anses vara hanterbart medan procentsatser på upp till 87 procent anses vara väldigt svårhanterliga. I tabell 2 visar Durand et al. (2001) antalet objekt i miljoner som är möjliga att allokeras användandes franska telefonnummer (9 siffror), amerikanska telefonnummer (10 siffror) samt dagens IPv4 (32 bitar).

Antal siffror	Resonabelt (80 %)	Svårhanterligt (85 %)	Väldigt svårhanterligt (86 %)	Praktiskt max (87 %)
9-siffrig telefonplan	16M	45M	55M	68M
10-siffrig telefonplan	100M	316M	400M	500M
32-bits Internet	51M	154M	192M	<b>240M (!)</b>

Tabell 2: Antalet möjliga IP-adresser (efter Durand et al., 2001)

Resultatet pekar på att det praktiskt högsta antalet 32-bitsadresser ligger strax under 250 miljoner adresser. Både H-faktorn och HD-faktorn indikerar att det praktiskt högsta antalet IPv4-adresser ligger mellan ungefär 200 till 250 miljoner adresser. Detta bör jämföras med det totala antalet registrerade värdar på Internet enligt ISC (Internet Systems Consortium) år 2005 i figur 1.

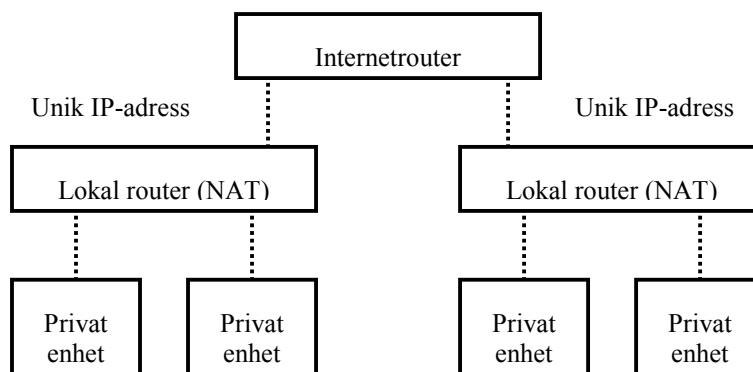


Figur 1: Antal registrerade värdar på Internet (efter Internet Domain Survey, 2005).

Enligt figur 1 fanns det ungefär 320 miljoner registrerade värdar på Internet under början av 2005. Detta  r ungefär 70 miljoner mer än vad HD-faktorn enligt Durand et al. (2001) tillåter. Anledningen till varför IPv4-adresserna trots detta ännu inte tagit slut beror på användandet av en provisorisk l sning vid namn NAT (Network Address Translation) (Erlanger, 2003).

### 2.1.2 Användandet av NAT

NAT fungerar på så vis att en router, brandvägg eller gateway kan dela på en globalt unik IPv4-adress mellan dess internt privata enheter (Erlanger, 2003). Varje internt privat enhet blir tilldelad en privat IP-adress som aldrig blir exponerad på Internet. Detta leder till att de privata adresserna inte behöver vara unika över Internet (Erlanger, 2003). Egevang och Francis (1994) illustrerar hur NAT fungerar i figur 2.



Figur 2: Grundläggande NAT (efter Egevang och Francis, 1994)

NAT var dock inte menat vara något annat än en temporär l sning på problemet med bristen av IPv4-adresser (Loshin, 1999). Eftersom NAT dock är enkelt att tillämpa använder sig idag fortfarande tusentals organisationer av en provisorisk l sning för att göra det mesta av deras nuvarande adresstillgångar (Erlanger, 2003). NAT bör dock inte ses som en långvarig l sning till adressbristen med IPv4. Detta eftersom NAT negetar den l sning som menades vara en nyckelfunktion i Internets uppbyggnad. Nyckelfunktionen förklaras av Erlanger (2003) som ett nätverk av jämställda parter där kommunikation kan ske direkt mellan två användare utan att passera en server eller kommunikationscentral. Då ett paket skickas mellan två värdar och dessa passeringar måste göras kan det inte säkerställas att paketet färdats säkert från avsändaren till mottagaren (Loshin, 1999). Vidare komplicerar NAT även teknik som

är beroende av fördröjningsfria paket. Exempel på tekniker som är beroende av detta är Voice Over IP (VoIP), videokonferenser samt Internetspelande (Erlanger, 2003). Vidare anses även NAT vara instabilt vid eventuella krascher. Detta eftersom all trafik måste passera genom den lokala NAT-routern och då denna kraschar felar även alla paket som skickats genom den (Loshin, 1999).

### **2.1.3 Den bristande säkerheten**

När de enda organisationerna som kunde ansluta sig till Internet ägnade sig åt forskning och utveckling kände de ofta till varandra. Starka band till det militära samt myndigheter ledde till att säkerhet inte sågs som något allvarligt problem (Loshin, 1999). Med tanke på Internets stora omfång idag samt dess användning av transaktioner, speciellt finansiella sådana, krävs det någon form av inbyggd säkerhet i IP-protokollet (Bouras et al., 2003). Denna inbyggda säkerhet är dock något som saknas i det nuvarande IPv4 (Bouras et al., 2003). Erlanger (2003) skriver att säkerheten i IPv4 endast består av tilläggstjänster samt konkurrerande standarder. IPv4 saknar idag bland annat stöd för kryptering av data mellan två användare. Detta medför att en mängd hot som uppkommit på Internet idag enkelt kan lösas genom att införa någon form av kryptering i protokollet (Margulius, 2004).

## **2.2 IP Version 6 (IPv6)**

Den sannolika kandidaten för nästa generations IP-protokoll kallas IPv6, definierad av Internet Engineering Task Force (IETF) (Waddington et al., 2002). Förespråkare av IPv6 anser dock inte protokollet vara revolutionerande, designat att ersätta IPv4 utan snarare som en väldigt efterlängtd förbättring av IPv4 skapad så långt tillbaka i tiden som 1981 (Waddington et al., 2002).

Loshin (1999) har identifierat fem stycken områden som IPv6 främst förändrar:

- i) Adressformat samt utökad adressrymd
- ii) Simplifierat format på IP-huvuden
- iii) Utöknings- samt valmöjlighetssupport
- iv) Flödeskontroll
- v) Autentisering och privathet

### **2.2.1 Adressformat samt utökad adressrymd**

Loshin (1999) skriver att IPv4-adresser bestående av 32 bitar nästan alltid representeras som ett värde uppdelat i fyra delar separerade av punkter. Varje delvärde representeras av ett heltal mellan 0 till 256 och består av 8 bitar. IPv6-adresser är i sin tur fyra gånger längre än IPv4-adresser. Den grundläggande representationen av en IPv6-adress tar formen av åtta delvärden separerade av kolon. Varje delvärde i en IPv6-adress refererar till ett heltal på 16 bitar (Loshin, 1999). Av detta följer att en IPv6-adress består av 128 bitar (Loshin, 1999). En annan form av IPv6-adresser är adresser som kombinerar både IPv4 samt IPv6. Denna form är att föredra då man hanterar mixade miljöer av både IPv4 och IPv6 och fungerar på så vis att de första 96 bitarna består av IPv6-adressen medan resterande 32 bitar består av IPv4-adressen (Deering och Hinden, 1998). Se tabell 3 för en jämförelse av IPv4-adresser, IPv6-adresser samt IPv4/IPv6-adresser.

IPv4-adress	IPv6-adress	IPv4/IPv6-adress
127.0.0.1	FEDC:BA98:7654:3210:FEDC:BA98:7654:3210	0:0:0:0:0:127.0.0.1
192.71.238.76	1080:0:0:0:8:800:200C:417A	0:0:0:0:FFFF:192.71.238.76
193.180.57.70	8888:7777:6666:5555:4444:3333:2222:1111	0:0:0:0:0:193.180.57.70
193.10.178.39	0008:0000:0000:0000:0000:0003:0002:0001	0:0:0:0:0:193.10.178.39

Tabell 3: Exempel på IP-adresser (efter Deering och Hinden, 1998)

Då IPv4-adresser består av 32 bitar och IPv6-adresser av 128 bitar följer det att andelen möjliga IP-adresser blir många mer i IPv6 än IPv4. Ökningen av adressrymden ökar tillgången av IP-adresser från  $4.3 \cdot 10^8$  IPv4-adresser till  $3.4 \cdot 10^{38}$  IPv6-adresser. För en fingervisning av detta stora antal IP-adresser kan en enkel formel tillämpas för att beräkna antalet IPv6-adresser per kvadratmeter på jorden. Se formel 3 för denna ekvation.

$$\text{IPv6-adresser/m}^2 = \frac{\text{Antal IPv6-adresser}}{\text{Antal m}^2 \text{ på jorden}}$$

Formel 3: Antal IPv6-adresser per kvadratmeter

Genom att införa respektive värde i ovanstående formel erhålls följande beräkning:

$$\text{IPv6-adresser/m}^2 = \frac{340\ 282\ 366\ 920\ 938\ 463\ 463\ 374\ 607\ 431\ 768\ 211\ 456}{511\ 263\ 971\ 197\ 990}$$

Resultatet av ovanstående beräkning visar att det kommer att finnas 665 570 793 348 866 943 898 599 stycken IPv6-adresser per kvadratmeter på jorden. Detta leder till att det kommer att finnas ofantliga resurser av IPv6-adresser att tillgå. Det kommer att finnas en unik IP-adress för varje enhet som önskar ansluta sig till Internet på hela jorden (Tatipamula et al., 2004).

### 2.2.2 Simplifierat format på IP-huvuden

All information som skickas mellan två värdar består av så kallade IP-paket. Alla IP-paket startar med ett grundläggande IP-huvud, detta huvud har som uppgift att föra IP-paketet till dess rätta destination (Thomas, 1996). IPv6-huvuden består av åtta stycken fält, varav två stycken representerar avsändar- och mottagaradresser (Loshin, 1999). Deering och Hinden (1998) illustrerar hur ett IPv6-huvud ser ut i figur 3.

Version	Traffic class	Flow label	
Payload length		Next header	Hop limit
Source address			
Destination address			

Figur 3: IPv6-huvud efter (Deering och Hinden, 1998)

Loshin (1999) jämför detta med IPv4-huvuden som innehåller minst tolv stycken olika fält av olika grad och menar att en effektiv dirigering av adresser är enklare om ett IP-huvud består av mindre fält att studera och hantera. Postel (1982) illustrerar hur ett IPv4-huvud ser ut i figur 4.

Version	IHL	Service type	Total length	
Identification			Flags	Fragment offset
Time to live	Protocol	Header checksum		
Source adress				
Destination adress				
Options				Padding

Figur 4: IPv4-huvud (efter Postel, 1982).

### 2.2.3 Utöknings- samt valmöjlighetssupport

Loshin (1999) skriver att till skillnad från IPv4 där valmöjligheter placeras i slutet av IP-huvudet (Options) använder sig IPv6 av separata utökningshuvuden där valmöjligheterna kan placeras. Nedan följer några exempel på utökningshuvuden som kan användas i IPv6 enligt Deering och Hinden (1998):

- Routing header – Används av en avsändare för att lista alla de noder som måste passeras tills dess att destinationen nåts.
- Fragment header – Används för att dela upp stora paket till mindre fragment för att sedan skicka varje fragment som ett paket.
- Authentication header (Säkerhetsmekanism)
- ESP header (Säkerhetsmekanism)

Deering och Hinden (1998) skriver att utökningshuvudet definieras i det första huvudet genom användandet av "Next Header" vilket illustreras i figur 5.

IPv6 header Next Header = TCP	TCP Header + data		
IPv6 header Next header = Routing	Routing header Next header = TCP	TCP header + data	
IPv6 header Next header = Routing	Routing header Next header = Frag	Fragment header Next header = TCP	Fragment of TCP header + data

Figur 5: Utökningshuvuden i IPv6 (efter Deering och Hinden, 1998)

Fördelen med att använda utökningshuvud i IPv6 är att de endast behöver behandlas då det finns ett behov av att använda dem till skillnad från IPv4 (Loshin, 1999). Vidare behöver inte varje nod som passeras under färden till destination undersöka

dem, endast den sista noden (destinationsnoden) som paketet färdats till behöver utföra denna undersökning (Deering och Hinden, 1998).

#### **2.2.4 Flödeskontroll**

Deering och Hinden (1998) förklarar ordet flöde i sammanhanget som en kontinuerlig ström av paket som skickas från en avsändare till en mottagare. Det kan finnas flera flöden från en och samma avsändare och varje unikt flöde identifieras av avsändarens IP-adress samt en flödesetikett bestående av 20 bitar (Deering och Hinden, 1998). Användandet av flödesetiketter har en stor fördel över IPv4 som hanterar alla paket på samma sätt. Detta eftersom routrarna baserade på IPv4 inte håller reda på de paket som skickas mellan två stycken värdar för att sedan minnas hur de skall hantera framtida paket (Loshin, 1999). Då paketet når en router måste denne utföra en stor del av beräkning för att avgöra vart paketet skall ta vägen närmast (Thomas, 1996). Detta kan undvikas helt genom användandet av flödesetiketter i IPv6 (Loshin, 1999).

#### **2.2.5 Autentisering och integritet**

IPv6 använder sig enligt Loshin (1999) av två stycken säkerhetsmekanismer:

- i) Autentiseringshuvud
- ii) Encapsulating Security Payload (ESP)

Båda dessa mekanismer används som utökningshuvud i IPv6. Autentiseringshuvudet försäkrar att det mottagna IPv6-paketet är äkta. Med äkta menas att paketet inte under några som helst omständigheter modifierats under färden till dess destination samt att det verkligen skickats från den avsändare som påstått sig skicka paketet (Thomas, 1996). Avsändaren kalkylerar ett värde av det skickade paketet och lagrar det i autentiseringshuvudet. Då mottagaren erhåller det skickade paketet kalkyleras ett nytt värde som sedan jämförs med det värde som redan finns lagrat i autentiseringshuvudet (Loshin, 1999). Om de två värdena är identiska kan mottagaren försäkra sig om att paketet inte blivit modifierat under färden. Skulle fallet vara sådant att de två värdena inte är identiska kan mottagaren försäkra sig om att paketet antingen blivit skadat eller modifierat av någon utomstående (Loshin, 1999). Vidare är ESP en mekanism som används för att kryptera ett IP-paket för att sedan tunnla det över Internet (Loshin, 1999). Detta medför att sändaren kan autentiseras samt att det kan försäkras att paketet inte blivit läst, kopierat eller stulet av någon utomstående part (Deering och Hinden, 1998).

### **2.3 IPv6-tjänster**

IPv6 tillhandahåller en mängd tjänster som det äldre IPv4 inte är kapabelt nog till att hantera. Vissa av dessa tjänster fungerar visserligen även med IPv4 men dock inte helt problemfritt. Nedan beskrivs fyra stycken tjänster som kan dra stor nytta av IPv6:

- i) Autokonfiguration
- ii) VoIP
- iii) MobileIP
- iv) Strömning av media

#### **2.3.1 Autokonfiguration**

När IPv4 var ungt levde de flesta datorer i rum med höjda golv och kostade mer än vad de flesta människor tjänade på ett helt år. Dessa system gick inte någonstans - de stod i samma rum och byggnader från det ena året till det andra samtidigt som deras koppling till Internet var relativt statisk (Loshin, 1999). Saker och ting är dock annorlunda idag, med hundratals Internetleverantörer att välja mellan samt

tillströmmelsen av mobila användare bör det gå att konfigurera sin Internetuppkoppling automatiskt (Loshin, 1999). Bouras et al. (2003) har identifierat att konfigurationsproceduren för IPv4-värdar idag är komplex och kräver mänsklig inblandning. IPv6 minskar denna komplexitet genom att en enhet som ansluter sig till ett nätverk blir tilldelad en IP-adress automatiskt. Därefter kontrolleras nätverket efter duplicerade IP-adresser för att försäkra att den allokerade adressen är unik (Erlanger, 2003). Autokonfiguration är därmed en tjänst som passar den mobila användaren ypperligt (Bouras et al., 2003).

### **2.3.2 VoIP**

Under den analoga telefonins tidiga dagar var många kunder tvungna att använda kostsamma och inkompatibla telefontätverk. En del kunder var till och med tvungna att ha flera telefoner stående på skrivbordet för att nå kunder belägna på ett annat nätverk (Margulius, 2004). Nuvarande VoIP-tjänster nyttjandes IPv4 ser ut att lida av samma ineffektivitet än idag. VoIP-nätverken agerar stora öar som inte kan kopplas ihop på ett smärtfritt sätt (Margulius, 2004). Lösningen på detta problem sägs vara IPv6. Genom att alla enheter som önskar kommunicera med varandra har en unik IPv6-adress blir det enkelt för dem att kommunicera direkt med varandra utan att passera någon kommunikationscentral (Margulius, 2004). IPv6 förbättrar dock inte bara tillgängligheten av VoIP, även kvaliteten på samtalen förbättras avsevärt. Detta tack vare nyttjandet av flödesetiketter som känner igen de paket som karaktäriseras av ett VoIP-samtal (Margulius, 2004).

### **2.3.3 MobileIP**

MobileIP är en tjänst som låter användare ströva från ett nätverk till ett annat, till och med över stora distanser genom upprättandet av en enda uppkoppling (Erlanger, 2003). Både IPv4 och IPv6 erbjuder dessa möjligheter men IPv6 gör det effektivare. Tjänsten fungerar i IPv4 genom att varje enhet får en permanent hemadress samt en mobil adress som ändras varje gång en användare lämnar ett nätverk och antrår ett annat (Erlanger, 2003). Den mobila enheten använder en mobil agent på hemnätverket som uppskattar dess nuvarande adress. Om en annan enhet önskar kommunicera med den mobila enheten måste den skicka varje paket till den mobila enhetens hemnätverk (Erlanger, 2003). Den mobila agenten skickar sedan vidare paketet genom att kapsla in det ursprungliga IP-paketet tillsammans med den mobila enhetens mobila adress, detta kallas att tunnla paketet. Problemet med detta är att alla hopp i kommunikationen inte är optimalt för applikationer som är känsliga för fördröjningar (Erlanger, 2003). IPv6 förbättrar MobileIP på många sätt – detta eftersom inga främmande agenter måste existera på nätverket. Istället används det inbyggda stödet för autokonfiguration. Detta medför att hoppandet mellan nätverken inte påverkar användaren prestandamässigt samt att de sker helt transparent. Vidare behöver inte agenterna tilldelas unika IP-adresser som är fallet med IPv4 trots den rådande adressbristen. Slutligen kan MobileIP tillsammans med IPv6 använda sig av det stöd för säkerhet som finns inbyggt i protokollet för säkrare kommunikation (Erlanger, 2003).

### **2.3.4 Strömning av media**

En stor möjlighet för företag är att skicka strömmar av till exempel video, ljud eller nyheter till antingen en enskild användare, en användare som är medlem i en grupp eller en hel grupp av användare (Toftegaard, 2001). Grupperna som denna ström skall levereras till har ofta en funktionell men icke-geografisk koppling till varandra.

Genom användandet av IPv6 kan kommunikation och således strömning av information enligt Toftegaard (2001) göras mellan:

- i) En server och en ensam användare utan grupp tillhörighet (Unicast)
- ii) En server och en enskild användare som är medlem i en grupp (Anycast)
- iii) En server och alla användare som är medlemmar i en grupp (Multicast)

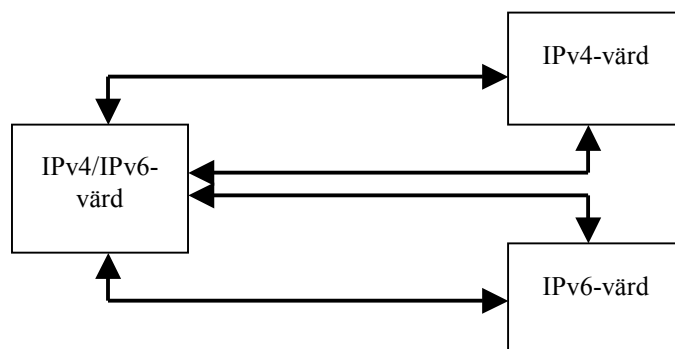
Detta fungerar på så vis att en IPv6-adress kan ses som en identifierare av ett gränssnitt eller grupper av gränssnitt. Varje gränssnitt är i sin tur kopplat till en specifik nod i nätverket (Deering och Hinden, 1998). Det finns idag tre stycken typer av IPv6-adresser och därmed tre stycken olika identifierare som kan användas när kommunikation skall ske mellan två parter (Deering och Hinden, 1998). Då Unicast används identifierar endast Unicast-adressen ett enskilt gränssnitt. Ett paket som skickas till denna typ av IPv6-adress levereras till det gränssnitt som identifierats av adressen.

Då Anycast används kan en adress inte tilldelas en simpel värd, denna typ av IPv6-adress måste tilldelas en router och fungerar på så vis att den identifierar en grupp av gränssnitt. Ett paket som skickas till en Anycast-adress levereras till ett utav gränssnitten som identifierats av Anycast-adressen (Deering och Hinden, 1998). Vilket av gränssnitten det skall levereras till avgörs genom en mätning av distanser så att det gränssnitt som befinner sig närmast källan får paketet. Även Multicast-adressen identifierar en grupp av gränssnitt. Skillnaden mellan Multicast och Anycast är dock att då ett paket skickas till en Multicast-adress så levereras det till alla gränssnitt som identifierats av Multicast-adressen (Deering och Hinden, 1998). Genom att använda sig av Multicast-adresser i IPv6 sparar man på vital bandbredd när man till exempel strömmar video eller ljud till grupper av användare (Erlanger, 2003).

## 2.4 Övergången från IPv4 till IPv6

Ponera att övergången från det nuvarande IPv4 till det senare IPv6 hade skett 1970, detta hade inneburit att tillkalla 12 stycken personer som uppgraderade det fåtal noder som existerade på Internet till IPv6. Världen har dock förändrats (Demaria, 2002). Internet har blivit väldigt populärt med miljontals användare vilket medför att övergången från IPv4 till IPv6 måste ske stegvis. En massiv uppgradering anses oacceptabel. Detta med tanke på det stora antal nätverk som redan är uppkopplade mot Internet nyttjades IPv4 (Demaria, 2002). Tatipamula et al. (2004) skriver att den framgångsrika anpassningen av vilken ny teknologi som helst beror på dess förmåga att interagera med den existerande infrastrukturen utan en signifikant störning av dess tjänster. Bibehållningen av det äldre IPv4 medan IPv6 implementeras är en nödvändighet för att få en strömlinjeformad övergång till det nyare IP-protokollet IPv6 (Waleed et al., 2004). Det är svårt att föreställa sig att en Internetleverantör skulle vilja implementera IPv6 utan en försäkran om att de äldre IPv4-nätverken har en möjlighet att kommunicera med IPv6-nätverken även efter övergången (Hee-Cheol et al., 2003). Orsaken till detta är att Internetleverantörens kunder vill kunna ges möjligheten att kontakta de äldre IPv4-nätverken samt kunna använda deras existerande applikationer även efter övergången till IPv6 (Hee-Cheol et al., 2003). Det är därmed förväntat att de båda IP-protokollen måste samexistera under en period eller kanske för evigt (Loshin, 1999). Bouras et al. (2003) förklarar samexisterandet av de två protokollen som att kommunikation skall vara möjlig dels mellan IPv4-värdar över IPv6-nätverk, IPv6-värdar över IPv4-nätverk samt en direkt kommunikation mellan IPv4- och IPv6-värdar. Waleed et al. (2004) illustrerar hur denna kommunikation skulle kunna ske i figur 6.





Figur 6: Samexisterande av IPv4 och IPv6 (efter Waleed et al., 2004)

Då IPv4 idag inte kan hantera IPv6-paket måste en mängd nödvändiga hårdvaruförändringar göras av den som önskar implementera IPv6 i sitt nätverk (Waddington et al., 2002). Dessa förändringar kan innebära allt ifrån en uppgradering av befintlig nätverksarkitektur till inköp av till exempel nya routrar vilket kan bli kostsamt. Detta medför att en uppgradering av ett helt nätverk kan bli en mycket kostsam affär för till exempel en Internetleverantör (Waddington et al., 2002). Kostnaderna innefattar både planeringskostnader, uppgradering av hårdvara samt uppgradering av mjukvara (Margulius, 2004). Vidare ser inte många Nordamerikanska Internetleverantörer övergången från IPv4 till IPv6 som högprioriterat eller särskilt brådskande. Detta eftersom det inte råder någon större brist på IPv4-adresser i Nordamerika. Organisationer i Nordamerika har blivit tilldelade 74 procent av alla tillgängliga IP-adresser i världen. Till exempel har de Nordamerikanska universiteterna Stanford och MIT var för sig blivit tilldelade fler IPv4-adresser än hela Kina (Gwin, 2002). Trots de stora adressblocken de blivit tilldelade använder sig dock idag tusentals Nordamerikanska organisationer av NAT för att göra det mesta av deras nuvarande adresstillgångar. NAT försvårar dock användandet av applikationer som VoIP och MobileIP vilket medför att det inte bör ses som en permanent lösning till adressrymdsproblemet (Sarnikowski, 2004). Ledare speciellt i Europa och Asien ser dock Nordamerikas nekande till IPv6 som fördelaktigt. En tidig övergång till IPv6 kan ge Europa och Asien en efterlängtat möjlighet till att gå om Nordamerika som idag är världsledande inom utvecklingen av Internet (Gwin, 2002). Ett starkt tecken på detta är att till exempel Japans regering satt upp en målsättning om att stöd för IPv6 skall ha implementerats av alla japanska Internetleverantörer under år 2005 (Demaria, 2002). En lyckad övergång från IPv4 till IPv6 är dock trots Europa och Asiens engagemang till viss del beroende av de innovativa framtidstjänster som IPv6 kan erbjuda. Genom att göra det enklare att tilldela IP-adresser till enheter och tjänster kan IPv6 accelerera utvecklandet av nya tjänster såsom MobileIP, VoIP, 3G-tjänster samt smarta enheter i hemmet (Margulius, 2004). Utan dessa tjänster kommer IPv6 med stor sannolikhet att misslyckas att dominera Internet framför IPv4 (Tatipamula et al., 2004). Dessa framtidstjänster är dock något som ofta inte tas hänsyn till vid en evaluering av IPv6 då den allmänna uppfattningen är att IPv6 är ett protokoll som främst löser adressbristen (Margulius, 2004). Miljontals användare idag kräver dock de nya tjänster som IPv6 kan tillhandahålla och det är enligt Sarnikowski (2004) en riskfylld strategi att vänta med att implementera IPv6 till dess att alla användare kräver det. Trots de många motsättningar som finns gentemot IPv6 växer dock sannolikheten att IPv6 en dag kommer att bli lika framgångsrikt som dess föregångare IPv4. Anledningen till detta är att det eskalerande antalet övergångsmekanismer definierade av IETF ger Internetleverantörerna en enklare väg till migration (Waddington et al., 2002).

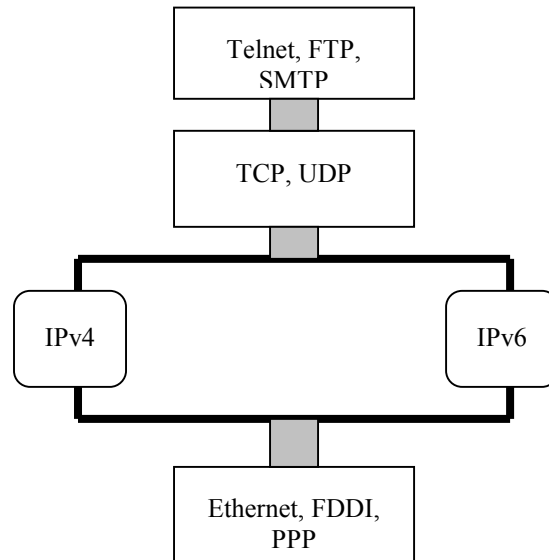
### 2.4.1 Övergångsmekanismer

De flesta teknologier associerade med IPv6 är redan standardiserade, den globala övergången till IPv6 är redan på gång (Hee-Cheol et al., 2003). Övergången till IPv6 kommer dock inte att ske på ett ögonblick utan snarare stegvis (Hee-Cheol et al., 2003). Därigenom menar Hee-Cheol et al. (2003) att det kommer att finnas en period då de båda IP-protokollen IPv4 och IPv6 måste samexistera under ett par år eller till och med årtionden. Internet kommer därmed under övergången till IPv6 sannolikt att bestå av ett komplext gytter av olika protokoll (Waddington et al., 2002). För att stödja den fas då de två protokollen skall samexistera har övergångsmekanismer för att ta sig från IPv4 till IPv6 definierats av flera arbetsgrupper inom IETF (Hee-Cheol et al., 2003). Utvecklandet av dessa mekanismer har skett ända sedan födelsen av IPv6 och har varit en del av den grundläggande utvecklingen av IPv6 (Tatipamula et al., 2004). Övergångsmekaniserna är betraktade som en verktygslåda för möjliggörandet av en smidig övergång från IPv4 till framtidens IPv6 (Bouras et al., 2003). Varje övergångsmekanism ämnar lösa något av alla de problem som övergången till IPv6 medför samtidigt som de har olika användbarhetsområden och förutsättningar (Hee-Cheol et al., 2003). Waleed et al. (2004) skriver att dessa övergångsmekanismer kan komma att användas efter deras ändamål, detta eftersom organisationerna själva bestämmer vilken mekanism de skall använda beroende på deras specifika krav. Övergångsmekanismer kommer enligt Waddington et al. (2002) generellt i en utav följande tre former:

- i) Dual stack
- ii) Translation
- iii) Tunneling

### 2.4.2 Dual-stack

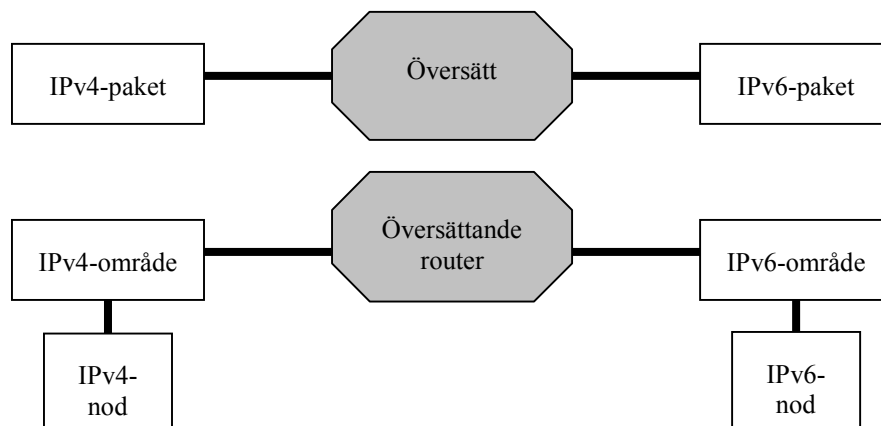
Dual-stack är den mest utspridda övergångsmekanismen idag (Waddington et al., 2002). Denna typ av övergångsmekanism tillåter ett möjliggörande av en full IPv4 till IPv4-kommunikation mellan en dual-stackvärd i ett IPv6 nätverk och en värd i ett IPv4-nätverk (Bouras et al., 2003). På så vis kan ett nyttjande ske av både de äldre IPv4-nätverken samt de nyare IPv6-nätverken (Vallone, 1999). Waddington et al. (2002) menar att denna övergångsmekanism bygger på att värden som önskar ansluta sig till nätverket bibehåller en minnesstack för IPv4 samt en minnesstack för IPv6 i sitt nätverksgränssnitt. IPv4-applikationer använder således IPv4-stacken och IPv6-applikationer IPv6-stacken (Waddington et al., 2002). Dessa värdar har förmågan att både skicka och ta emot information baserad på antingen IPv4 eller IPv6 (Waleed et al., 2004). Vidare behöver inte både IPv4- och IPv6-stacken användas samtidigt. Med andra ord kan en IPv4/IPv6-nod operera i tre lägen. IPv4-stacken aktiverad men IPv6-stacken inaktiverad, IPv6-stacken aktiverad men IPv4-stacken inaktiverad eller både IPv4- och IPv6-stacken aktiverade (Gilligan och Nordmark, 2000). Waleed et al. (2004) beskriver hur lagren ser ut i en värd som kan kommunicera antingen genom IPv4 eller genom IPv6 i figur 7.



Figur 7: Lager i en IPv4/IPv6-värd (efter Waleed et al., 2004)

### 2.4.3 Translating

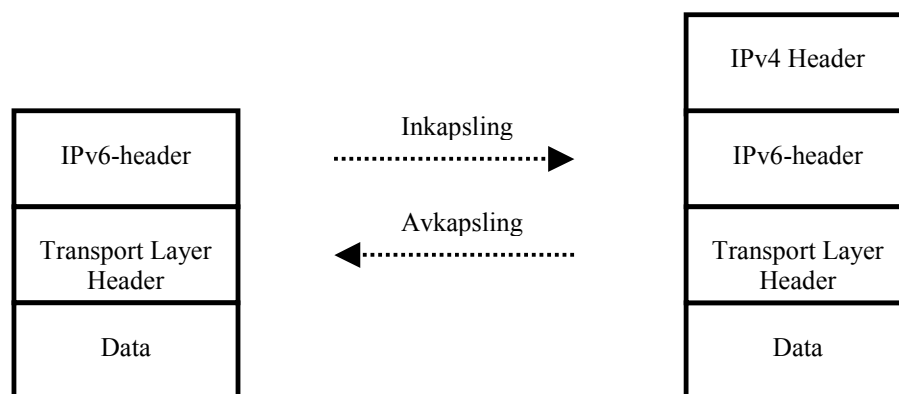
Den grundläggande rollen för denna typ av övergångsmekanismer är konverteringen av IP-paket (Waddington et al., 2002). Bouras et al. (2003) skriver att de kan användas i nätverk där endast ett protokoll används medan det är önskvärt att bibehålla tjänsterna av det andra protokollet, till exempel stöd för IPv4-tjänster i IPv6-värdar. Vissa organisationer kanske endast installerar IPv6 i deras noder eller nätverk utan stöd för dual-stack (Tatipamula et al., 2004). Även om de installerar dual-stack är det inte säkert att dessa noder har några IP-adresser av typen IPv4 att tillgå (Tatipamula et al., 2004). Under dessa omständigheter kräver kommunikationen mellan IPv4-värdar och IPv6-värdar någon form av översättning mellan de två protokollen (Tatipamula et al., 2004). En specifik typ av denna mekanism kallas Header-translating. Mekanismen är baserad på routrar som utför huvudöversättningen, dessa routrar kopplar samman IPv4-områden med IPv6-områden. Den mesta trafiken som sker mellan dessa områden måste översättas och huvudöversättarna är IPv4/IPv6-routrar som opererar genom att översätta huvudena av IPv4-paketerna till IPv6 och IPv6-huvudena till IPv4 (Waleed et al., 2004). Waleed et al. (2004) illustrerar ett fall där denna mekanism används för en kommunikation mellan ett IPv4-nätverk och ett IPv6-nätverk i figur 8.



Figur 8: Kommunikation genom översättning (efter Waleed et al., 2004)

#### 2.4.4 Tunneling

Denna typ av övergångsmekanism är en utav nyckelmekanismerna för både Internetleverantörer och organisationer under perioden de två IP-protokollen IPv4 och IPv6 samexisterar (Tatipamula et al. 2004). Dessa mekanismer kan användas för IPv6-kommunikation över den existerande infrastrukturen bestående av IPv4 och vice versa (Bouras et al. 2003). Loshin (1999) skriver att de tillåter en kommunikation mellan isolerade IPv6-öar som ligger i mitten av IPv4-hav. IPv6-paket kan färdas över segment av IPv4-nätverk genom användandet av dessa mekanismer. Detta medför att en IPv4/IPv6-nod kan skicka IPv6-paket till en annan IPv4/IPv6-nod över ett segment bestående av ett IPv4-nätverk (Waleed et al., 2004). Bouras et al. (2003) skriver att IPv6-paketet som färdas över segmentet måste kapslas in i IPv4-paket. Waleed et al. (2004) illustrerar hur denna inkapsling kan ske i figur 9.



Figur 9: Inkapsling och avkapsling av IPv6-paket efter Waleed et al. (2004).

Tatipamula et al. 2004 skriver att alla mekanismer av denna typ kräver att ändpunkterna i tunneln använder sig av dual-stack. De två ändstationerna av tunneln måste med andra ord antingen vara dual-stackvärdar eller dual-stackrouterar (Bouras et al., 2003). Vidare måste ändpunkterna av tunneln tilldelas IPv4-kompatibla IPv6-adresser (Loshin, 1999). Detta är nödvändigt då 32 bitar av dessa adresser används som avsändar- och mottagaradresser för det inkapslade IPv4-paketet (Waleed et al., 2004). Vidare finns det huvudsakligen två typer av tunnlar som kan användas. Automatiska tunnlar används då IPv6-paketet skall skickas hela vägen till mottagaren medan konfigurerade tunnlar används för att skicka ett IPv6-paket till en IPv4/IPv6-router (Waleed et al., 2004).

## 3 Problem

I detta kapitel ges en introduktion till det problemområde som denna rapport ämnar undersöka. Vidare presenterar kapitlet en problemprecisering, avgränsningar samt ett förväntat resultat.

### 3.1 Problembeskrivning

En Internetleverantör idag bör utvärdera samt implementera nästa generations protokoll vid namn IPv6. Anledningen till detta är att den nuvarande adressrymden av IP-adresser som IPv4 tillhandahåller börjar ta slut (Tatipamula et al., 2004). Tusentals organisationer idag använder en lösning vid namn NAT som låter dem göra det mesta av deras adresstillgångar. Denna lösning bör dock inte ses som permanent med tanke på att den negetar nyckelfunktionen med Internet då kommunikationen mellan två användare inte kan ske direkt utan måste passera någon form av kommunikationscentral (Erlanger, 2003). Vidare finns det enligt IDS (2005) ungefär 320 miljoner värdar på Internet idag. Trots det massiva antalet användare saknar det nuvarande IPv4 någon form av inbyggd säkerhet (Bouras et al., 2003). Säkerheten i IPv4 består av en mängd tilläggstjänster samt konkurrerande standarder. Allt detta samtidigt som efterfrågan av nya tjänster samt ny teknologi från kunderna ökar drastiskt (Tatipamula et al., 2004). Det är enligt Sarnikowski (2004) en mycket riskfylld strategi för en Internetleverantör att vänta med att implementera IPv6 till dess att alla användare kräver det.

Trots problemen med det utdaterade IPv4 som skapades för över 20 år sedan visar sig övergången till IPv6 svårartad (Sathya, 2000). Redan 1999 skriver Loshin (1999) att en viktig uppgradering är på väg i form av IPv6. Övergången från det utdaterade IPv4 till framtidens IPv6 tar med andra ord väldigt lång tid (Demaria, 2002). Den tekniska specifikationen över IPv6 är redan färdigställd och standardiserad. IETF har framställt och dokumenterat ett flertal övergångsmekanismer för att förenkla övergången från IPv4 till IPv6 av en Internetleverantör (Hee-Cheol et al., 2003). Trots detta vet inte företag och användare idag när de kan förvänta sig IPv6 samt dess tjänster från de stora Internetleverantörerna (Margulius, 2004). Detta anses som problematiskt eftersom stödet från Internetleverantörerna är vitalt för att övergången till IPv6 skall kunna fortgå (Gwin, 2002). Sarnikowski (2004) skriver att utvecklingen av IPv6 varierar från en geografisk region till en annan. En orsak till detta kan vara att många Nordamerikanska företag inte prioriterar IPv6 idag. Nordamerika har blivit tilldelade 74 procent av alla tillgängliga IPv4-adresser ute i världen, både till exempel Stanford och MIT har var för sig blivit tilldelade fler IPv4-adresser än hela Kina (Gwin, 2002). En annan orsak kan vara att en uppgradering av ett helt nätverk kan bli en mycket kostsam affär för till exempel en Internetleverantör (Waddington et al., 2002). Detta eftersom det är svårt att föreställa sig att en Internetleverantör skulle vilja implementera IPv6 utan en försäkran om att de äldre IPv4-nätverken har en möjlighet att kommunicera med IPv6-nätverken även efter övergången till IPv6 (Hee-Cheol et al., 2003). Detta medför att en uppgradering av både hård- och mjukvara måste göras (Margulius, 2004). Vidare kan en annan orsak vara att de framtids-tjänster som IPv6 erbjuder såsom automatisk konfiguration av värdar, MobileIP samt VoIP inte är något som tas hänsyn till vid en evaluering av IPv6 av Internetleverantörerna. Detta eftersom den allmänna uppfattningen idag är att IPv6 är ett protokoll som främst löser problemet med bristen av IPv4-adresser (Margulius, 2004).

## 3.2 Problemprecisering

Problemet som skall behandlas är följande:

*Vilket eller vilka av följande motiv*

- i) Internetleverantörerna anser att det inte finns något behov av IPv6 idag eftersom IPv4-adresserna ännu ej tagit slut.*
- ii) Internetleverantörerna anser att det är för dyrt att implementera IPv6 för dem idag.*
- iii) Internetleverantörerna känner inget behov av att leverera IPv6 till deras kunder idag.*

*har varit viktigast för att Internetleverantörerna ej övergått från IPv4 till IPv6 i större grad än vad som skett hittils?*

Med större grad menas att fördelningen mellan IPv4 och IPv6 bland dagens Internetleverantörer skall ligga på minst 50 procent vardera. Vidare är skälet till att dessa motiv valts ut att litteraturen beskriver dessa som viktiga vilket kan ses i både kapitel 2.4 samt 3.1.

## 3.3 Avgränsningar

Denna rapport kommer endast att studera svenska Internetleverantörer. Detta eftersom Sverige beläget i Europa tillsammans med Asien känner ett starkare behov av att implementera IPv6 än till exempel Nordamerika som blivit tilldelade väldigt stora adressblock av IPv4-adresser.

## 3.4 Förväntat resultat

Resultatet av rapporten kan ge en insikt i specifikt vad det är som påverkat den svenska övergången från IPv4 till IPv6. Ifall motiven till denna fördröjning ges till känna kan strategier utvecklas för att motivera Internetleverantörerna till att genomföra övergången till IPv6. På så vis kan utvecklingen ta fart på riktigt och placera Sverige i en ledande roll inom utvecklandet av IPv6 samtidigt som de svenska användarna kan få börja nyttja de fördelar som IPv6 förespråkat sedan 90-talet. Vidare kan resultatet användas för att visa exakt var i övergången från IPv4 till IPv6 Sverige står idag. Det kan till exempel visa huruvida övergången kommer att ske inom en snar framtid eller om de svenska Internetleverantörerna inte ens börjat fundera på en eventuell övergång från IPv4 till IPv6.

## 4 Metod & Genomförande

Detta kapitel syftar till att presentera läsaren för vilka metoder som finns att tillgå för denna rapport samt hur den valda metoden skall implementeras. Kapitel 4.1 diskuterar valet av metod medan det i kapitel 4.2 presenteras hur metoden skall genomföras.

### 4.1 Metod

Metodkapitlet syftar till att presentera läsaren för den population som skall undersökas i rapporten. Vidare presenterar kapitlet de möjliga metoder som finns att tillgå för att besvara problemställningen i kapitel 3.2. Metoderna kommer i kapitel 4.1.2 att ställas mot varandra för att avgöra vilken metod som är mest lämplig att tillämpa i den här rapporten.

#### 4.1.1 Population

Valet av Internetleverantörer som skall undersökas i denna rapport har fallit på tio stycken svenska Internetleverantörer. Valet är grundat på en undersökning utförd av Svard och Saxeby (2004) som anger de svenska Internetleverantörernas respektive marknadsandelar på den svenska marknaden. Internetleverantörerna har delats upp i två stycken grupper beroende på hur stora de är på marknaden idag. Den första gruppen består av de större Internetleverantörerna som har stora marknadsandelar på den svenska marknaden för Internetleverantörer. Den andra gruppen består av de mindre Internetleverantörerna som har relativt små marknadsandelar på den svenska marknaden. Valet av Internetleverantörer, grupperingen samt andelen marknadsandelar respektive Internetleverantör har på den svenska marknaden illustreras i figur 10. Värt att notera är att det sammanlagda bortfallet i de båda grupperna enligt Svard och Saxeby (2004) uppskattats till totalt 7 procent i deras undersökning.

	Internetleverantörer	Marknadsandel
Stora	TeliaSonera	39 %
	Tele2	16 %
	Bredbandsbolaget/Bostream	11 %
	Glocalnet	8 %
	Sprav/Tiscali	7 %
	Comhem	4 %
Små	UPC/Chello	Övriga 8 %
	Bahnhof	
	Universal Telecom	
	Vattenfall	

Figur 10: Internetleverantörernas marknadsandelar (efter Svard och Saxeby, 2004)

### 4.1.2 Val av metod

För att svara på problempreciseringen i kapitel 3.2 kan antingen en enkätundersökning eller någon form av intervjuer genomföras. Gemensamt för de båda metoderna är dock att de skulle bestå av flertalet delfrågor relaterade till de motiv som preciserats i kapitel 3.2:

- i) Internetleverantörerna anser att det inte finns något behov av IPv6 idag eftersom IPv4-adresserna ännu ej tagit slut.
- ii) Internetleverantörerna anser att det är för dyrt att implementera IPv6 för dem idag.
- iii) Internetleverantörerna känner inget behov av att leverera IPv6 till deras kunder idag.

Frågorna som Internetleverantörerna skulle svara på i och med en enkätundersökning skulle vara definierade i förväg för att sedan skickas ut till samt besvaras av Internetleverantörerna. En annan typ av metod som skulle kunna användas är intervjuer. Den typ av intervju som skulle kunna tillämpas i denna rapport skulle bestå av så kallade stängda telefonintervjuer vilket innebär att frågorna är definierade i förväg. Nyckelpersoner inom varje Internetleverantör skulle kontaktas för ett telefonmöte där de färdigställda frågorna skulle ställas. De båda metoderna har både styrkor och svagheter. En stor fördel med att bedriva en enkätundersökning är att ett stort antal svaranden kan nås med relativt begränsade medel (Berndtsson et al., 2002). Nackdelarna å andra sidan är att det är omöjligt att veta att rätt person på företaget svarar på frågorna samt att motivationen till att svara på en enkät generellt är ganska låg (Berndtsson et al., 2002). Fördelen med telefonintervjuerna är att det kan säkerställas att rätt person medverkar i intervjun vilket medför att den rätta bilden av företagets syn på frågan kommer fram. Nackdelen är dock att den intervjuade kontaktpersonen kan känna sig stressad under telefonintervjun och således inte tänker igenom de svar han/hon anger. Efter en jämförelse av respektive metods för- och nackdelar har valet dock fallit på att en enkätundersökning skall utföras i denna rapport. För att komma åt problemet med att inte rätt person svarar på enkäten kommer dock en telefonkontakt inledas med företaget för att lokalisera rätt person. Därefter kommer den utvalda personen att svara på enkäten i elektronisk form och inte över telefon.

## 4.2 Genomförande

Detta kapitel syftar till att presentera hur den valda metoden skall genomföras. Kapitel 4.2.1 presenterar målet med enkäten medan kapitel 4.2.2 till 4.2.7 beskriver hur enkäten är uppbyggd. Slutligen visar kapitel 4.2.8 hur enkäten skapats respektive hanterats genom processen.

### 4.2.1 Enkätens mål

Det första som bör göras vid utformandet av en enkät är enligt Ciolkowski et al. (2003) att bestämma målet med enkäten. Målet i denna rapport och således enkätundersökningen är att få svar på vilket eller vilka av följande motiv som varit viktigast för att Internetleverantörerna ej övergått från IPv4 till IPv6 i större grad än vad som skett hittills:

- i) Internetleverantörerna anser att det inte finns något behov av IPv6 idag eftersom IPv4-adresserna ännu ej tagit slut.



- ii) Internetleverantörerna anser att det är för dyrt att implementera IPv6 för dem idag.
- iii) Internetleverantörerna känner inget behov av att leverera IPv6 till deras kunder idag.

#### 4.2.2 Enkätdesign

För att uppfylla målet med rapporten har enkätundersökningen delats upp i fem stycken delar med diverse frågor under respektive del:

- i) Bakgrund
- ii) Motiv ett
- iii) Motiv två
- iv) Motiv tre
- v) Framtid

Utvalda frågor i enkäten kommer att vara uformade på så vis att de har svarsalternativ som tvingar Internetleverantörerna till att ta ställning i den aktuella frågan. Internetleverantörerna kommer inte att erbjudas ett mellanting som svar vilket kan vara lockande om de känner sig osäkra på frågan. Vidare kommer varje fråga ha ett svarsalternativ som tillåter dem att inte besvara den. Detta för att undvika att felaktiga svar ges eftersom Internetleverantören endast svarar på måfå eftersom denne känner sig tvingad. Priset detta medför är dock en risk att Internetleverantörerna väljer att undvika många utav de ställda frågorna. Alla de frågor som enkätundersökningen bygger på finns att tillgå i bilaga 1.

#### 4.2.3 Bakgrund

För att få en övergripande bild över hur Internetleverantörerna ser sig själva på marknaden bör en fråga ställas angående deras position på den svenska marknaden idag. Vidare bör det även ställas frågor för att undersöka huruvida Internetleverantörerna haft någon kontakt med IPv6 förut, om de diskuterats dess fördelar tidigare i företaget samt hur stor kunskap de anser sig ha om ämnet. Detta eftersom en Internetleverantör som inte kommit i kontakt med IPv6 tidigare sannolikt svarar annorlunda på vissa frågor i enkäten jämfört med en Internetleverantör som kommit i kontakt med IPv6 tidigare. Nedan visas de frågor som ingår i bakgrundsdelen av enkäten.

Fråga 1: Hur stor aktör anser Ni Er vara på den svenska marknaden idag?

- Liten  Medelstor  Stor  Önskar ej att svara

Fråga 2: Har Ni som Internetleverantör kommit i kontakt med IPv6 förut?

- Nej  Till en viss grad  Ja  Önskar ej att svara

Fråga 3: Är IPv6 samt dess fördelar något som har diskuterats tidigare i företaget?

- Nej  Till en viss grad  Ja  Önskar ej att svara

Fråga 4: Värdera den kunskap som företag Ni anser Er ha om IPv6

- Ingen alls  Dålig  Medel  Bra  Mycket bra  Önskar ej att svara

#### 4.2.4 Motiv ett - Adressbristen

För att ta reda på hur Internetleverantörerna ser på bristen av IPv4-adresser samt ifall de känner sig påverkade av den bör ett antal frågor att ställas. Först bör det ställas en

fråga för att undersöka huruvida de inte påverkats alls eller helt klart påverkats av adressbristen. För att undvika att Internetleverantören svarar ett mellanting på frågan har medvetet fyra stycken svarsalternativ utöver ”Önskar ej att svara” getts. Vidare kommer det ställas en fråga för att undersöka huruvida Internetleverantörerna känner sig oroliga eller inte för att IPv4-adresserna i framtiden kommer att ta slut. Som det konstaterats tidigare i rapporten (kapitel 2.1.2) är det NAT som bidragit till att IPv4-adresserna ännu inte tagit slut samt att det dock endast bör ses som en temporär lösning. Frågor bör därför även ställas till Internetleverantörerna för att ta reda på om de känner sig påverkade av NAT eller inte. Detta för att om fallet skulle vara att de inte känner sig alls påverkade av NAT känner de sig förmodligen inte heller påverkade av adressbristen. Slutligen bör det ställas en fråga om de ser fler IP-adresser som en fördel och således kan bredda sin verksamhet. Nedan visas de frågor som behandlar det första motivet i rapporten.

Fråga 5: Har bristen på IPv4-adresser påverkat Er som Internetleverantör?

Inte alls  Något  Märkbart  Helt klart  Önskar ej att svara

Fråga 6: Anser Ni att det finns tillräckligt många IPv4-adresser för Er att tilldela det potentiellt höga tillskottet av kunder eller mobila enheter i framtiden?

Inte alls  Troligtvis  Helt klart  Önskar ej att svara

Fråga 7: Ser Ni användandet av NAT (Network Address Translation) som ett problem?

Inte alls  Något  Troligtvis  Helt klart  Önskar ej att svara

Fråga 8: Känner Ni er begränsade att erbjuda Era kunder nya tjänster på grund av NAT?

Inte alls  Något  Märkbart  Helt klart  Önskar ej att svara

Fråga 9: Ser Ni några fördelar med att kunna allokera fler adresser än vad Ni kan idag?

Inga  En del  Många  Önskar ej att svara

#### **4.2.5 Motiv två - Kostnaden**

För att undersöka huruvida det är för dyrt för Internetleverantörerna att implementera IPv6 idag bör ett antal frågor rörande detta ställas. Dels bör det ställas frågor om hur mycket av deras driftsatta utrustning som måste uppgraderas samt hur mycket personal som behöver utbildas då det enligt litteraturen är detta som blir mest kostsamt vid en eventuell övergång till IPv6. Angående svarsalternativen på dessa frågor betyder ”inget” och ”inga” noll till nio procent medan ”Allt” och ”Alla” innebär 76 till 100 procent. Anledningen till att svarsalternativen är utformade på detta sätt är på grund av att det skulle bli för mycket siffror i svaren vilket kan verka förvirrande för Internetleverantörerna. Vidare bör det ställas en fråga angående hur mycket Internetleverantörerna känner sig påverkade av ovanstående kostnader. Notera att även denna fråga medvetet har fyra stycken svarsalternativ utöver ”Önskar ej att svara” för att undvika att Internetleverantörerna svarar ett mellanting på frågan. Antingen känner sig Internetleverantörerna påverkade eller inte. En viktig fråga är även huruvida de anser att dessa kostnader kan komma att betalas tillbaka till dem i längden. Detta eftersom det sannolikt påverkar dem negativt att genomföra övergången om dem tror sig gå med förlust på en eventuell övergång till IPv6. Nedan visas de frågor som behandlar det andra motivet i rapporten.

Fråga 10: Hur stor del av Er driftsatta utrustning måste bytas ut eller uppgraderas för att stödja IPv6?

Inget  10 – 25 %  25 – 50 %  50 – 75 %  Allt  Önskar ej att svara

Fråga 11: Hur stor del av Er personal måste utbildas vid en eventuell övergång till IPv6?

Inga  10 – 25 %  25 – 50 %  50 – 75 %  Alla  Önskar ej att svara

Fråga 12: Hur mycket påverkas Ni som Internetleverantör av kostnaden att uppgradera Er hårdvara samt utbilda Er personal vid en eventuell övergång till IPv6?

Inget alls  En del  Märkbart  Mycket  Önskar ej att svara

Fråga 13: Tror ni dessa kostnader kommer att betalas tillbaka till Er i längden i och med IPv6?

Nej  Ja  Önskar ej att svara

#### **4.2.6 Motiv tre - Behovet**

För att undersöka huruvida Internetleverantörerna känner något behov av att leverera IPv6 till sina kunder bör ett visst antal frågor ställas. För det första kommer det att ställas frågor angående huruvida de finner aktuella IPv6-tjänster såsom VoIP och MobileIP intressanta. Notera att endast tre stycken svarsalternativ utöver ”Önskar ej att svara” har använts i dessa frågor. Detta för att undvika att för många svarsalternativ figurerar genom hela enkäten samt att variation kan leda till en bibehållning av intresset till att svara på frågorna. De två första svarsalternativen ”Nej” och ”En del” väger dock inte lika tungt som ”Helt klart” så konceptet bakom frågorna är fortfarande det samma. Vidare bör det även ställas frågor angående huruvida Internetleverantörerna känner att det finns ett behov av dessa tjänster hos deras kunder samt ifall de känner någon press på sig att leverera dessa idag. Frågorna som behandlar det tredje motivet presenteras nedan.

Fråga 14: Finner Ni tjänsten IP-telefoni (VoIP) intressant?

Nej  En del  Helt klart  Önskar ej att svara

Fråga 15: Finner Ni tjänsten MobileIP intressant?

Nej  En del  Helt klart  Önskar ej att svara

Fråga 16: Finns det någon annan tjänst som nyttjar IPv6 Ni finner intressant?

Ange vilken  Nej  Önskar ej att svara

Fråga 17: Tror Ni att det finns ett behov för dessa tjänster hos Era kunder idag?

Nej  Något  Troligtvis  Ja  Önskar ej att svara

Fråga 18: Känner Ni någon press på Er att erbjuda dessa tjänster till Era kunder idag?

Nej  Lite  Helt klart  Ja  Önskar ej att svara

#### **4.2.7 Framtid**

För att få en bild över var i övergången från IPv4 till IPv6 Sverige står idag samt hur mycket Internetleverantörerna funderat över den bör ett antal frågor ställas. Dels bör det ställas en fråga om huruvida Internetleverantörerna har övervägt att genomföra övergången, dels ifall de har funderat över hur den skulle kunna genomföras. Notera att det här endast finns två stycken svarsalternativ ”Nej” och ”Ja” utöver ”Önskar ej att svara”, detta för att även i denna sektion tvinga dem till att ta ställning i frågan.

Vidare bör det ställas en fråga angående när i tiden de kan ha tänkt sig påbörjat övergången till IPv6. Slutligen kommer det att finnas en fråga som låter Internetleverantörerna lägga till något i enkäten eller skicka en kommentar om det är något de finner oklart. Nedan visas de frågor som behandlar IPv6 och framtiden i Sverige.

Fråga 19: Har Ni övervägt att genomföra övergången till IPv6?

Nej  Ja  Önskar ej att svara

Fråga 20: Har Ni funderat över hur övergången skulle kunna genomföras?

Nej  Ja  Önskar ej att svara

Fråga 21: Inom hur lång tid är det möjligt för Ert företag att påbörja övergången till IPv6?

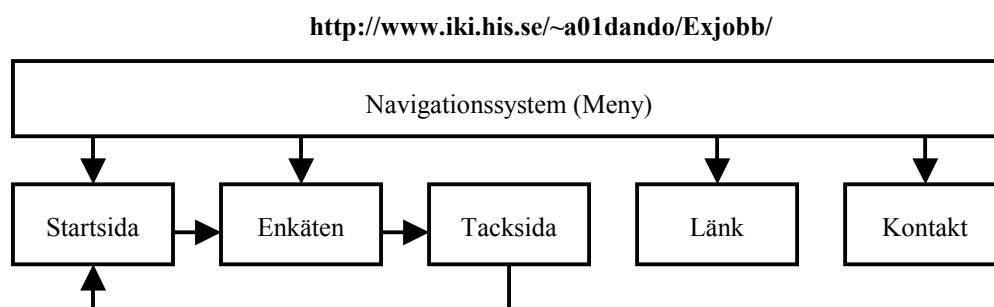
1 år  3 år  5 år  10 år  Aldrig  Önskar ej att svara

Fråga 22: Slutligen, är det något Ni vill tillägga till denna enkät?

Textruta  Nej

#### 4.2.8 Enkätshantering

Enkäten kommer endast att finnas tillgänglig för Internetleverantörerna i elektronisk form. Detta eftersom det kan ta lång tid innan till exempel ett brev kommer fram till Internetleverantören och rätt person på företaget samt att de måste skicka tillbaka de lagda svaren. För att korta denna tid samt höja motivationen till att besvara enkäten har således en hemsida skapats där enkäten finns tillgänglig. Detta för att ge den uppringda kontaktpersonen ett gott första intryck samt att denne enkelt kan konsultera medarbetare genom att skicka enkäten vidare. Det första Internetleverantörerna kommer att komma i kontakt med på hemsidan är ett välkomstbrev. Välkomstbrevet består utav tre delar. Först och främst en introduktionsdel som beskriver vem det är som utför enkätundersökningen, därefter en del som talar om vad enkätundersökningen handlar om samt vilka som är tänkta att besvara den. Slutligen en del som berättar hur enkäten är strukturerad. I den tredje och sista delen är det viktigt att poängtera för Internetleverantörerna att de bör svara utifrån den organisation de representerar och inte utifrån deras personliga synvinkel. Detta eftersom resultatet är tänkt att representera de olika Internetleverantörernas ståndpunkt, inte vad enskilda individer inom företaget tycker. Det är även viktigt att poängtera att rapporten inte kommer att peka ut vilken Internetleverantör som svarat vad på respektive fråga för att öka motivationen hos Internetleverantörerna att besvara de ställda frågorna i enkäten. Se bilaga 2 för hur välkomstbrevet ser ut. För en ingående inblick i hur sidorna hör ihop samt länken till hemsidan se figur 11. Vidare finns varje sida på hemsidan representerad i bilaga 3.



Figur 11: Sidor på hemsidan samt länk

## 5 Resultat & Analys

Detta kapitel syftar till att presentera svaren från den utförda enkätundersökningen enligt metoden beskriven i kapitel 4.2. Vidare ämnar kapitlet presentera den analys som gjorts på det erhållna resultatet. Kapitlet efter detta kommer att innehålla de slutsatser som dragits från denna analys.

### 5.1 Resultat

Kapitel 5.1.1 beskriver de Internetleverantörer som besvarat enkäten medan kapitel 5.1.2 till kapitel 5.1.6 behandlar resultaten från respektive del i enkäten.

#### 5.1.1 Internetleverantörerna

Det är totalt sju stycken av de tio Internetleverantörerna som tagit sig tid till att besvara enkäten. Många utav de större Internetleverantörerna har besvarat enkäten vilket medfört att ungefär 85 procent av den svenska marknaden för Internetleverantörer täckts in enligt Svard och Saxeby (2004). Se tabell 4 för dessa.

Internetleverantör	Marknadsandel
TeliaSonera	39 %
Tele2	16 %
Bredbandsbolaget/Bostream	11 %
Glocalnet	8 %
Spray/Tiscali	7 %
Bahnhof Internet	Övriga 8 %
Universal Telecom	

Tabell 4: Svarande Internetleverantörer

#### 5.1.2 Bakgrund

Bakgrund						
Fråga 1: Hur stor aktör anser Ni Er vara på den svenska marknaden idag?	<i>Liten</i>	<i>Medelstor</i>	<i>Stor</i>	<i>Önskar ej svara</i>		
	1	3	2	1		
Fråga 2: Har Ni som Internetleverantör kommit i kontakt med IPv6 förut?	<i>Nej</i>	<i>Till en viss grad</i>	<i>Ja</i>	<i>Önskar ej svara</i>		
	1	2	4	0		
Fråga 3: Är IPv6 samt dess fördelar något som har diskuterats tidigare i företaget?	<i>Nej</i>	<i>Till en viss grad</i>	<i>Ja</i>	<i>Önskar ej svara</i>		
	1	4	2	0		
Fråga 4: Värdera den kunskap som företag Ni anser Er ha om IPv6	<i>Ingen alls</i>	<i>Dålig</i>	<i>Medel</i>	<i>Bra</i>	<i>Mycket bra</i>	<i>Önskar ej svara</i>
	0	2	2	0	3	0

Figur 12: Internetleverantörernas svar, bakgrund

För alla svar från bakgrundsdel i enkäten se figur 12. Svaren på fråga ett visar att alla Internetleverantörer som svarade på frågan ungefär hade samma syn på deras position rent aktörsmässigt som den marknadsundersökning Svärd och Saxeby (2004) genomfört. Det är dock en utav Internetleverantörerna som valt att inte besvara frågan. Fråga två visar att de flesta utav Internetleverantörerna kommit i kontakt med IPv6 tidigare då endast en utav Internetleverantörerna hävdar det omvända. Det är två stycken av Internetleverantörerna som kommit i kontakt med IPv6 till en viss grad medan fyra stycken säger sig ha kommit i kontakt med IPv6 till fullo. Vidare har de flesta utav Internetleverantörerna enligt svaren på fråga tre diskuterat IPv6 i företaget då det endast är en Internetleverantör som inte diskuterat IPv6 tidigare. Fyra stycken utav Internetleverantörerna har diskuterat IPv6 till en viss grad medan två stycken utav Internetleverantörerna klart diskuterat IPv6 i företaget. Svaren på fråga fyra visar att kunskapen om IPv6 hos Internetleverantörerna varierar en del. Två stycken Internetleverantörer anser att de har dålig kunskap om IPv6 medan två andra anser sig ha medelgoda kunskaper. Vidare anser sig tre stycken Internetleverantörer ha mycket bra kunskaper om IPv6.

### 5.1.3 Motiv ett - Adressbristen

Motiv ett					
Fråga 5: Har bristen på IPv4-adresser påverkat Er som Internetleverantör?	<i>Inte alls</i>	<i>Något</i>	<i>Märkbart</i>	<i>Helt klart</i>	<i>Önskar ej svara</i>
	4	3	0	0	0
Fråga 6: Anser Ni att det finns tillräckligt många IPv4-adresser för Er att tilldela det potentiellt höga tillskottet av kunder eller mobila enheter i framtiden?	<i>Inte alls</i>	<i>Troligtvis</i>	<i>Helt klart</i>	<i>Önskar ej svara</i>	
	4	1	1	1	
Fråga 7: Ser Ni användandet av NAT (Network Address Translation) som ett problem?	<i>Inte alls</i>	<i>Något</i>	<i>Troligtvis</i>	<i>Helt klart</i>	<i>Önskar ej svara</i>
	0	4	1	1	1
Fråga 8: Känner Ni Er begränsade att erbjuda Era kunder nya tjänster på grund av NAT?	<i>Inte alls</i>	<i>Något</i>	<i>Märkbart</i>	<i>Helt klart</i>	<i>Önskar ej svara</i>
	3	3	0	0	1
Fråga 9: Ser Ni några fördelar med att kunna allokera fler IP-adresser än vad Ni kan idag?	<i>Inga</i>	<i>En del</i>	<i>Många</i>	<i>Önskar ej svara</i>	
	0	7	0	0	

Figur 13: Internetleverantörernas svar, motiv ett

För alla svar från delen som rör motiv ett i enkäten se figur 13. Svaren på fråga fem visar att ingen av Internetleverantörerna påverkats markant av bristen på IPv4-adresser. Fyra stycken känner sig inte alls påverkade medan tre stycken känner sig något påverkade. Enligt svaren på fråga sex är majoriteten av Internetleverantörerna dock medvetna om att IPv4-adresserna inte kommer att räcka till i framtiden. Fyra

stycken anser att IPv4-adresserna inte alls kommer att räcka till medan en utav Internetleverantörerna menar att de troligtvis kommer att räcka till. Det är dock en Internetleverantör som önskat att ej besvara frågan. Vidare visar svaren på fråga sju att majoriteten av de svarande Internetleverantörerna ser NAT som ett smärre problem. Fyra stycken Internetleverantörer ser NAT som något av ett problem medan två stycken anser att NAT troligtvis innebär problem respektive att NAT helt klart innebär problem. Även i denna fråga är det en Internetleverantör som valt att inte besvara frågan. Vidare känner sig ingen Internetleverantör enligt svaren på fråga åtta märkbart begränsade att erbjuda sina kunder nya tjänster på grund av NAT. Tre stycken Internetleverantörer anser att de inte alls känner sig begränsade av NAT medan tre andra känner sig något begränsade. Även i denna fråga är det en Internetleverantör som valt att inte besvara frågan. Alla Internetleverantörer är dock enligt svaren på fråga nio överens om att fler IP-adresser kan ge dem vissa fördelar.

#### 5.1.4 Motiv två - Kostnaden

Motiv två						
Fråga 10: Hur stor del av Er driftsatta utrustning måste bytas ut eller uppgraderas för att stödja IPv6?	<i>Inget</i>	<i>10 - 25 %</i>	<i>25 - 50 %</i>	<i>50 - 75 %</i>	<i>Allt</i>	<i>Önskar ej svara</i>
	2	0	2	0	0	3
Fråga 11: Hur stor del av Er personal måste utbildas vid en eventuell övergång till IPv6?	<i>Inga</i>	<i>10 - 25 %</i>	<i>25 - 50 %</i>	<i>50 - 75 %</i>	<i>Alla</i>	<i>Önskar ej svara</i>
	1	1	1	1	1	2
Fråga 12: Hur mycket påverkas Ni som Internetleverantör av kostnaden att uppgradera Er hårdvara samt utbilda Er personal vid en eventuell övergång till IPv6?	<i>Inget alls</i>	<i>En del</i>	<i>Märkbart</i>	<i>Mycket</i>	<i>Önskar ej svara</i>	
	1	2	0	1	3	
Fråga 13: Tror ni dessa kostnader kommer att betalas tillbaka till Er i längden i och med IPv6?	<i>Nej</i>		<i>Ja</i>		<i>Önskar ej svara</i>	
	1		1		5	

Figur 14: Internetleverantörernas svar, motiv två

För alla svar från delen som rör motiv två i enkäten se figur 14. Svaren på fråga tio visar att denna fråga är känslig att besvara för Internetleverantörerna då tre stycken utav dem önskar att inte besvara den. Utav de som besvarat frågan anser dock två stycken Internetleverantörer att inget eller under tio procent av deras driftsatta utrustning måste uppgraderas medan två andra anser att mellan 25 till 50 procent av deras utrustning måste uppgraderas. Vidare är svaren på fråga elva mycket utspridda. Tre stycken Internetleverantörer anser dock att de behöver utbilda en väsentlig del av personalen medan två andra anser att lite eller ingen personal måste utbildas. Vidare önskar två stycken Internetleverantörer att inte besvara denna fråga. Svaren på fråga tolv visar att det är tre stycken Internetleverantörer som känner sig påverkade av de

initiala kostnader som övergången från IPv4 till IPv6 medför. Endast en Internetleverantör känner sig inte alls påverkad av dessa kostnader. Bortfallet på denna fråga är dock stort, tre stycken Internetleverantörer har valt att inte besvara frågan. Vidare är även fråga 13 känslig att besvara för Internetleverantörerna, en utav de svarande anser att kostnaderna kommer att betalas tillbaka till dem medan en annan ansåg tvärtom. Fem stycken Internetleverantörer har dock valt att inte besvara denna fråga.

### 5.1.5 Motiv tre - Behovet

Motiv tre					
Fråga 14: Finner Ni tjänsten IP-telefoni (VoIP) intressant?	<i>Nej</i>	<i>En del</i>	<i>Helt klart</i>	<i>Önskar ej svara</i>	
	0	0	6	1	
Fråga 15: Finner Ni tjänsten MobileIP intressant?	<i>Nej</i>	<i>En del</i>	<i>Helt klart</i>	<i>Önskar ej svara</i>	
	1	3	2	1	
Fråga 16: Finns det någon annan tjänst som nyttjar IPv6 Ni finner intressant?	<i>Annan</i>		<i>Nej</i>	<i>Önskar ej svara</i>	
	1		1	5	
Fråga 17: Tror Ni att det finns ett behov för dessa tjänster hos Era kunder idag?	<i>Nej</i>	<i>Något</i>	<i>Troligtvis</i>	<i>Ja</i>	<i>Önskar ej svara</i>
	1	1	0	3	2
Fråga 18: Känner Ni någon press på Er att erbjuda dessa tjänster till Era kunder idag?	<i>Nej</i>	<i>Lite</i>	<i>Helt klart</i>	<i>Ja</i>	<i>Önskar ej svara</i>
	3	1	0	1	2

Figur 15: Internetleverantörernas svar, motiv tre

För alla svar från delen som rör motiv tre i enkäten se figur 15. Den allmänna uppfattningen av Internetleverantörerna enligt svaren på fråga 14 är att VoIP är en mycket intressant tjänst. Sex stycken Internetleverantörer anser att VoIP helt klart är intressant medan en utav Internetleverantörerna valt att inte besvara frågan. Svaren på fråga 15 visar att de flesta Internetleverantörerna anser att även MobileIP är en intressant tjänst. Tre stycken Internetleverantörer anser att MobileIP till en viss del är intressant medan två stycken anser att MobileIP är helt klart intressant. En utav Internetleverantörerna anser dock att MobileIP inte alls är intressant medan en annan valt att inte besvara frågan. Vidare är bortfallet på fråga 16 väldigt stort då fem stycken Internetleverantörer valt att inte besvara den. En Internetleverantör säger sig inte vara intresserad av någon annan tjänst än de redan nämnda VoIP och MobileIP medan en annan anser att IPTV är en annan IPv6-tjänst de finner intressanta. IPTV är en tjänst som låter ett hushåll få tillgång till video-on-demand, Internet, telefoni och e-post i samma uttag i deras boende. Vidare tror majoriteten av Internetleverantörerna enligt svaren på fråga 17 att det finns ett behov av IPv6-tjänster hos deras kunder idag. En Internetleverantör anser att det förmodligen finns någon form av behov medan tre stycken helt klart tror att det finns ett behov. Endast en Internetleverantör anser att det inte finns något behov alls medan två stycken valt att inte besvara frågan.



Enligt svaren på fråga 18 känner majoriteten av Internetleverantörerna ingen eller lite press på sig att erbjuda IPv6-tjänster till sina kunder idag. Tre stycken känner ingen som helst press på sig medan en Internetleverantör känner lite press. Det är endast en Internetleverantör som känner stor press medan två stycken valt att inte besvara frågan.

### 5.1.6 Framtid

Framtid						
Fråga 19: Har Ni övervägt att genomföra övergången till IPv6?	<i>Nej</i>		<i>Ja</i>		<i>Önskar ej svara</i>	
	5		2		0	
Fråga 20: Har Ni funderat över hur övergången skulle kunna genomföras?	<i>Nej</i>		<i>Ja</i>		<i>Önskar ej svara</i>	
	5		1		1	
Fråga 21: Inom hur lång tid är det möjligt för Ert företag att påbörja övergången till IPv6?	1 år	3 år	5 år	10 år	Aldrig	Önskar ej svara
	1	2	0	0	0	4

Figur 16: Internetleverantörernas svar, framtid

För alla svar från framtidsdelen i enkäten se figur 16. Enligt svaren på fråga 19 har majoriteten av Internetleverantörerna inte övervägt att genomföra övergången till IPv6. Fem stycken utav dem uppger sig ej övervägt att genomföra övergången medan två stycken säger sig ha övervägt att genomföra den. Vidare visar svaren på fråga 20 att majoriteten av Internetleverantörerna inte heller funderat över hur övergången skulle kunna genomföras. Även här har fem stycken inte funderat något alls medan endast en utav Internetleverantörerna funderat över hur övergången skulle kunna genomföras. Det är dock en Internetleverantör som valt att inte besvara denna fråga. Enligt svaren på fråga 21 är Internetleverantörerna motvilliga till att ange inom vilket tidsspann de kan ha tänkt sig påbörjat övergången till IPv6. Fyra stycken Internetleverantörer har valt att inte besvara frågan. Utav de som svarat uppger en utav Internetleverantörerna att de skall ha påbörjat övergången till IPv6 inom ett år medan två andra uppger att de skall ha påbörjat övergången inom tre år.

## 5.2 Analys

Detta kapitel syftar till att analysera de svar som presenterats i kapitel 5.1. Kapitel 5.2.1 behandlar de svar som hör till bakgrunden i rapporten medan kapitel 5.2.2 till 5.2.4 behandlar respektive motiv som satts upp i problempreciseringen. Slutligen behandlas de frågor som rör IPv6 och framtiden i kapitel 5.2.5.

### 5.2.1 Bakgrund

Kunskapen om IPv6 bland de svenska Internetleverantörerna är generellt sett ganska god. Majoriteten av de svenska Internetleverantörerna har kommit i kontakt med IPv6 samt diskuterat dess fördelar tidigare inom deras organisation. Det är endast en utav de mindre Internetleverantörerna som påstår att de inte haft någon som helst kontakt med IPv6 tidigare samt inte diskuterat fördelarna med IPv6. Vidare anser sig de flesta utav de svenska Internetleverantörerna besitta antingen medelgoda eller mycket goda kunskaper om IPv6. Det finns dock två stycken mindre Internetleverantörer som anser

sig ha dåliga kunskaper om IPv6. Ett genomgående tema i svaren på dessa frågor är att de mindre Internetleverantörerna generellt sett har sämre kunskap om IPv6 samt vad det kan tillföra deras organisation. En orsak till detta kan vara att de har sämre ekonomi än de större Internetleverantörerna och på så vis inte kan allokera tillräckliga resurser för att diskutera framtidsfrågor såsom IPv6.

### **5.2.2 Motiv ett - Adressbristen**

Varken de större eller de mindre svenska Internetleverantörerna känner sig ordentligt påverkade av den rådande bristen av IPv4-adresser idag. Majoriteten av Internetleverantörerna känner sig inte alls påverkade medan de som känner sig påverkade endast känner sig något påverkade av denna brist. Gällandes denna påverkan är det de större Internetleverantörerna som känner sig mest påverkade medan det är de mindre som står för att inte känna sig alls påverkade. En orsak till detta kan vara att de större Internetleverantörerna planerat för framtids tjänster såsom "VoIP" och "MobileIP" och känner sig påverkade av bristen på IPv4-adresser då de skall implementera dessa. Även användandet av NAT kan vara en bidragande orsak till att ingen av Internetleverantörerna känner sig märkbart påverkad av bristen på IPv4-adresser. De flesta utav Internetleverantörerna är dock överens om att IPv4-adresserna inte kommer att räcka till i framtiden då antalet enheter som kräver en unik IP-adress förmodligen kommer att öka explosionsartat. Det är endast en utav de mindre samt en utav de större Internetleverantörerna som anser att det troligtvis eller helt klart kommer att finnas tillräckligt med IPv4-adresser i framtiden. En utav de större Internetleverantörerna har dock valt att inte svara på den aktuella frågan. Vidare är de flesta Internetleverantörerna överens om att NAT är något av ett problem. Det är dock endast en utav de större och mer väletablerade Internetleverantörerna som anser att NAT helt klart innebär problem samtidigt som en utav de mindre Internetleverantörerna valt att inte besvara frågan. Det visade sig även att ingen av Internetleverantörerna kände sig mer än något begränsade att erbjuda sina kunder nya tjänster på grund av NAT. De mindre Internetleverantörerna kände sig inte alls begränsade samtidigt som en utav de större Internetleverantörerna valt att inte besvara frågan. Alla Internetleverantörer är även överens om att fler IP-adresser kan ge dem en del fördelar. Bortfallet kring frågorna som rör det första motivet i rapporten är lågt. Totalt har 32 stycken svar av 35 möjliga samlats in. Utifrån dessa svar kan slutsatsen dras att Internetleverantörerna inte finner något behov av IPv6 idag eftersom IPv4-adresserna ännu inte tagit slut. Detta eftersom majoriteten av Internetleverantörerna är överens om att IPv4-adresserna förmodligen inte kommer att räcka till i framtiden samt att fler IP-adresser kan ge dem vissa fördelar men att de inte känner sig påverkade av bristen på IPv4-adresser idag. De ser inte heller NAT som mer än något av ett problem samtidigt som de inte heller känner sig märkbart begränsade att lansera nya tjänster till deras kunder på grund av NAT.

### **5.2.3 Motiv två - Kostnaden**

Bortfallet kring frågorna som rör motiv två är stort. På frågan om uppgraderingen av deras utrustning är det dock endast de två mindre Internetleverantörerna som anser att ingen eller mindre än 10 procent av deras utrustning behöver uppgraderas vid en eventuell övergång till IPv6. Resten av de svarande bestående av de större Internetleverantörerna anser att 25 till 50 procent är en rimlig del utrustning som måste uppgraderas. Tre utav de större Internetleverantörerna har dock valt att inte avslöja hur mycket utrustning de behöver uppgradera. Vidare är spridningen på svaren angående hur mycket personal som måste utbildas vid en eventuell övergång till IPv6 stor. De som besvarat frågan har olika syn på hur mycket personal som måste

utbildas. Detta kan dock vara till följd av att alla organisationer är olika samt att storleken på deras resurser varierar. Bortfallet är dock stort i och med att två utav de större Internetleverantörerna valt att inte förtälja hur mycket personal de behöver utbilda. Vidare känner sig majoriteten av de svarande Internetleverantörerna inte mer än något påverkade av kostnaderna att uppgradera deras utrustning samt utbilda deras personal. Det är endast en utav de större Internetleverantörerna som känner sig kraftigt påverkad av dessa kostnader. Ämnet är dock möjligen känsligt för Internetleverantörerna då det är två större samt en mindre Internetleverantör som valt att inte besvara frågan. Vidare är det endast två stycken Internetleverantörer som svarat på huruvida de känner att kostnaderna som övergången till IPv6 medför kan komma att betalas tillbaka dem i längden. Fem stycken Internetleverantörer har valt att inte svara på detta. De svarande består dock av en större Internetleverantör som anser att dessa kostnader kan komma att betalas tillbaka till dem medan en annan utav de större anser att kostnaderna inte kommer att betalas tillbaka till dem i längden. Bortfallet kring frågorna som rör motiv två är som synes väldigt högt. Utifrån svaren på frågorna kring motiv två är det omöjligt att bedöma huruvida Internetleverantörerna anser att det är för dyrt för dem att implementera IPv6 idag då endast 15 stycken utav 28 möjliga svar har samlats in. Utav de Internetleverantörer som svarat kan dock sägas att de alla har olika syn på hur mycket i deras organisation som måste förändras vid en eventuell övergång till IPv6. Vidare känner sig de svarande Internetleverantörerna påverkade av de kostnader som förändringarna innebär. Det går dock inte att dra några klara slutsatser kring huruvida Internetleverantörerna anser att dessa kostnader är något som kan komma att betalas tillbaka till dem.

#### **5.2.4 Motiv tre - Behovet**

Alla de svarande Internetleverantörerna är överens om att VoIP är en mycket intressant tjänst. Vidare anser de flesta Internetleverantörerna att även MobileIP är en intressant eller mycket intressant tjänst. Internetleverantörerna tvekar dock till att ange om det finns någon annan tjänst som intresserar dem då fem stycken av dem undviker frågan. Detta är förmodligen på grund av lathet eller att de helt enkelt inte finner någon annan tjänst IPv6 kan erbjuda intressant. Det är endast en av de mindre Internetleverantörerna som angivit att en tjänst vid namn IPTV intresserar dem. De flesta utav Internetleverantörerna är dock överens om att det finns ett behov av dessa tjänster hos deras kunder idag. Detta eftersom det endast är en utav de större Internetleverantörerna som anser att det inte finns något som helst behov av dessa tjänster. Det är dock två stycken utav de större Internetleverantörerna som valt att inte svara på om dem tror att detta behov finns eller inte. Majoriteten av de svenska Internetleverantörerna känner dock trots detta behov ingen eller lite press på sig att erbjuda IPv6 till sina kunder idag. Endast en utav de större mer väletablerade Internetleverantörerna känner denna press medan två utav de större Internetleverantörerna valt att inte besvara frågan. Bortfallet kring frågorna som rör det tredje motivet är relativt lågt. Totalt har 24 utav 35 möjliga svar samlats in, värt att notera är dock att fem stycken av de bortfallna svaren hamnade under frågan på vilka andra tjänster som intresserar Internetleverantörerna. Den frågan bör dock inte anses som relevant för att besvara om motiv nummer tre stämmer eller inte. Utifrån de insamlade svaren kan slutsatsen dras att Internetleverantörerna inte känner något behov av att leverera IPv6 till sina kunder idag. Denna slutsats är dragen utifrån det faktum att Internetleverantörerna känner till vilka IPv6-tjänster som finns idag samt att de finner dem intressanta. Vidare känner Internetleverantörerna att behovet av

dessa tjänster existerar på marknaden av deras kunder men trots detta känner de ingen press på sig att leverera dem ännu.

### **5.2.5 Framtid**

Majoriteten av de svenska Internetleverantörerna idag har varken övervägt att genomföra övergången till IPv6 eller funderat över hur den kan gå till. Det är endast två utav de större Internetleverantörerna som överhuvudtaget övervägt övergången till IPv6. Vidare har inte heller majoriteten av Internetleverantörerna funderat över hur övergången från IPv4 till IPv6 skulle kunna gå till. Det är endast en utav de större Internetleverantörerna som angett att de har funderat över hur övergången skulle kunna genomföras samtidigt som en annan av de större Internetleverantörerna valt inte ta ställning till frågan. Vidare är de svenska Internetleverantörerna mycket tveksamma till att uppskatta ungefär när i tiden de kan tänka sig ha påbörjat övergången från IPv4 till IPv6. Utav de tre svarande Internetleverantörerna anser dock alla att de bör ha påbörjat övergången inom ett till tre år medan fyra stycken valt att inte besvara den aktuella frågan. Angående bortfallet kring dessa frågor har 16 stycken utav 21 möjliga svar samlats in. Utifrån dessa svar kan slutsatsen dras att Sverige har en lång väg att gå innan stöd för IPv6 implementerats hos de flesta svenska Internetleverantörer. Majoriteten av dem har varken övervägt att genomföra övergången eller funderat över hur den skulle kunna gå till. Vidare är de mycket tveksamma till att svara på när i tiden de kan ha tänkt sig påbörjat övergången till IPv6 vilket kan tyda på en viss osäkerhet.

## 6 Slutsatser & Fortsatt arbete

Detta kapitel syftar till att presentera de slutsatser som dragits av den analys och det resultat som presenterats i föregående kapitel. Vidare ämnar kapitlet upplysa läsaren om förslag till fortsatt arbete i kapitel 6.2.

### 6.1 Slutsatser

Den fråga som rapporten ämnar besvara är:

*Vilket eller vilka av följande motiv*

- i) *Internetleverantörerna anser att det inte finns något behov av IPv6 idag eftersom IPv4-adresserna ännu ej tagit slut.*
- ii) *Internetleverantörerna anser att det är för dyrt att implementera IPv6 för dem idag.*
- iii) *Internetleverantörerna känner inget behov av att leverera IPv6 till deras kunder idag.*

*har varit viktigast för att Internetleverantörerna ej övergått från IPv4 till IPv6 i större grad än vad som skett hittills?*

Till att börja med bör det påpekas att de svenska Internetleverantörerna generellt sett har relativt goda kunskaper om IPv6. Majoriteten av dem har kommit i kontakt med IPv6 samt diskuterat dess fördelar tidigare inom deras organisation. De anser sig till stor del besitta antingen medelgoda eller mycket goda kunskaper om IPv6. Vidare är majoriteten av de svarande svenska Internetleverantörerna överens om att dagens IPv4-adresser förmodligen inte kommer att räcka till i framtiden samt att fler IP-adresser kan ge dem vissa fördelar. De hävdar även att de inte känner sig märkbart påverkade av bristen på IPv4-adresser idag samtidigt som de inte ser NAT som mer än något av ett problem. Detta tillsammans med det faktum att de inte heller känner sig märkbart begränsade att lansera nya tjänster till deras kunder på grund av NAT bidrar till att det är rimligt att dra följande slutsats:

***Motiv ett är ett starkt motiv till att Internetleverantörerna ej genomfört övergången i större grad än vad som skett hittills.***

Gällandes motiv två har Internetleverantörerna delade meningar om hur mycket av deras nät som behöver uppgraderas samt hur mycket personal som måste utbildas vid en eventuell övergång till IPv6. De svarande Internetleverantörerna känner sig påverkade av dessa kostnader och har delade meningar om huruvida dessa kan komma att betalas tillbaka till dem i längden. Det är dock omöjligt att avgöra huruvida motiv två har varit en bidragande orsak till problemställningen då bortfallet kring dessa frågor är för stort. Under den initiala telefonkontakt som gjorts med Internetleverantörerna har dock kostnaden varit ett stort samtalsämne vilket leder till att följande slutsats kan dras:

***Det är omöjligt att bedöma huruvida motiv två varit viktigt eller inte för att Internetleverantörerna ej genomfört övergången i större grad än vad som skett hittills.***

Angående motiv nummer tre känner Internetleverantörerna till vilka IPv6-tjänster som finns idag samt finner dessa intressanta. De uppger att de känner till att det finns ett behov av dessa tjänster på marknaden men känner ingen press på sig att leverera dessa

till allmänheten. Detta tillsammans med det relativt låga bortfallet leder till följande slutsats:

***Motiv tre är ett starkt motiv till att Internetleverantörerna ej genomfört övergången i större grad än vad som skett hittills.***

Sammanfattningsvis kan det utifrån dessa slutsatser sägas att motiv ett och motiv tre kombinerat varit viktigast för att Internetleverantörerna ej övergått från IPv4 till IPv6 i större grad än vad som skett hittills. Vidare kan det sägas att Sverige har en lång väg att gå innan stöd för IPv6 implementerats hos de flesta svenska Internetleverantörer. Majoriteten av de svenska Internetleverantörerna som medverkat i undersökningen har varken övervägt att genomföra övergången eller funderat över hur den skulle kunna gå till. Internetleverantörerna är mycket tveksamma till att svara på när i tiden de kan ha tänkt sig påbörjat övergången till IPv6 vilket kan tyda på en viss osäkerhet. Angående undersökningen är det dock befogat att poängtera att även motiv två förmodligen visat sig vara en bidragande orsak om inte bortfallet varit så stort då de inledande telefonkontakter som gjorts med Internetleverantörerna tydligt pekat på detta. Det kan diskuteras om svarsalternativet ”Önskar ej att svara” varit en bidragande orsak till att bortfallet kring dessa frågor varit så stort. Det kan dock utifrån svaren på undersökningen säkerställas att så länge NAT figurerar på Internet samtidigt som det inte råder någon akut brist på IPv4-adresser är Internetleverantörerna motvilliga till att genomföra övergången från IPv4 till IPv6. Vidare måste ett ökat behov av produkter som nyttjar IPv6 samt ett ökat behov från Internetleverantörernas kunder sätta press på Internetleverantörerna då de inte känner sig pressade att leverera IPv6 idag.

## **6.2 Fortsatt arbete**

För att öka motivationen till att implementera IPv6 hos de svenska Internetleverantörerna kan en rapport som visar vilka problem NAT kan orsaka dagens Internet vara på sin plats. Vidare vore det intressant att genomföra en undersökning som visar hur stort behovet av IPv6 är hos företag och privatpersoner idag. Detta för att undersöka huruvida Internetleverantörernas inställning till att leverera IPv6 till sina kunder är befogad eller inte. På grund av det stora bortfallet angående motiv två vore det även intressant att undersöka om Internetleverantörerna faktiskt anser att det är dyrt att implementera IPv6 idag eller inte. Detta bör kunna göras antingen genom att göra ännu en enkätundersökning som behandlar detta men att utelämna ”Önskar ej svara” ur svarsalternativen då Internetleverantörerna gärna väljer att inte besvara frågor rörandes deras ekonomi. Slutligen vore det även intressant att göra en undersökning som behandlar andra europeiska eller asiatiska Internetleverantörer framgång med IPv6 för att sedan jämföra med Sverige. Sammanfattningsvis kan således följande fyra förslag tillämpas:

- i) Rapport som kan peka ut de problem som NAT kan orsaka dagens Internet för Internetleverantörerna.
- ii) Undersökning som ger ett mått på hur stort behovet av IPv6 är hos företag och privatpersoner i Sverige idag.
- iii) Ny enkätundersökning rörandes IPv6 och kostnaden på grund av det höga bortfallet i denna undersökning.
- iv) Undersökning som behandlar andra europeiska eller asiatiska länders framgång med IPv6 för att sedan jämföra med Sverige.

## Referenser

Berndtsson, M., Hansson, J., Olsson, B. och Lundell, B., 2002. *Planning and Implementing your Final Year Project with Success*, Springer-Verlag.

Bouras, C., Karaliotas, A. och Ganos, P., 2003. The deployment of IPv6 in an IPv4 world and transition strategies. *Internet Research: Electronic Networking Applications and Policy*, 13, pp. 86-93.

Ciolkowski, M., Laitenberger, O. och Vegas, S., 2003. Practical Experiences in the Design and Conduct of Surveys in Empirical Software Engineering. *Lecture notes in computer science*, 2765, pp. 104-128. Springer-Verlag.

Demaria, M., 2002. Slow road to IPv6. *Network Computing*, 13, pp. 83-86.

Deering, S. och Hinden, R., 1998. Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification, *RFC 2373*.

Deering, S. och Hinden, R., 1998. Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification, *RFC 2460*.

Durand, A. och Huitema, C., 2001. The Host-Density Ratio for Address Assignment Efficiency: An update on the H ratio, *RFC 3194*

Egevang, K. och Francis, P., 1994. The IP Network Address Translator (NAT), *RFC 1631*

Erlanger, L., 2003. Ready For IPv6: Part 1 & 2. *PC Magazine*, 22, pp. 62-63, 69-70.

Gilligan, R. och Nordmark, E., 2000. Transition mechanism for IPv6 hosts and routers, *RFC 2893*.

Gwin, P., 2002. e-EUROPE. *Delegation of European Commission*, 417, pp. 5-6.

Hee-Cheol, L., Hyong-Jun, K. och Ki-Shik, P., 2003. A Flexible Transition Scheme within a Dual Stack Host in IPv4/IPv6 Coexistence Phase. *Lecture notes in computer science*, 2713, pp. 486-495. Springer-Verlag.

Huitema, C., 1994. The H Ratio for Address Assignment Efficiency, *RFC 1715*

Internet Domain Survey (2005). *Internet Systems Consortium* [online]. Tillgänglig på: <http://www.isc.org/index.pl?/ops/ds/> [hämtad 2005-02-24]

Loshin, P., 1999. *IPv6 Clearly Explained*. Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Francisco.

Loshin, P., 1999. IPv6 over everything. *Data Communications*, 28, pp. 41-46.

Margulius, D., 2004. Ipv6 Marches Forward. *InfoWorld*, 26, pp. 46-50.

- Nielsen, P., 2001. *Transition strategies Ipv4 to Ipv6* [online]. Tillgänglig på: [http://www.eurescom.de/~pub-deliverables/p1000-series/p1009/TI\\_1/p1009ti\\_1.pdf](http://www.eurescom.de/~pub-deliverables/p1000-series/p1009/TI_1/p1009ti_1.pdf) [hämtad 2005-02-15]
- Postel, J., 1982. Internet Protocol, *RFC 791*.
- Sarnikowski, S. (2004). IPv6 – It's Not Just About Software Anymore! *Electronic Design*, 52, pp. 22.
- Sathya, R., 2000. IPv6 : The Solution for Future Universal Networks. *Lecture notes in computer science*, 1818, pp. 82. Springer-Verlag.
- Svärd, C. och Saxeby, A., 2004. Så efterfrågar vi elektronisk kommunikation 2004 - en individundersökning (Post & Telestyrelsen) [online]. Tillgänglig på: [http://www.pts.se/Archive/Documents/SE/Individundersokning\\_2004.pdf](http://www.pts.se/Archive/Documents/SE/Individundersokning_2004.pdf) [hämtad 2005-03-29]
- Tatipamula, M., Grossetete, P. och Esaki, H., 2004. IPv6 integration and coexistence strategies for next-generation networks. *IEEE Communications Magazine*, 42, pp. 88-96.
- Thomas, S., 1996. *IPng and the TCP/IP-protocols*. Wiley & Sons, Inc., Canada
- Toftegaard, N., 2001. IPv6 for Future Wireless Networks. *Wireless Personal Communications*, 17, pp. 237-247.
- Tsirtis, G., 2000. Dual stack deployment using DSTM and 6to4 [online]. Tillgänglig på: <http://www.ietf.org/proceedings/01mar/I-D/ngtrans-6to4-dstm-00.txt> [hämtad 2005-02-25]
- Vallone, J. (1999). IPv6 adds reliability features to Net. *Electronics Engineering Times*, 1070, pp. 64-66.
- Waddington, D. och Chang, F., 2002. Realizing the transition to IPv6. *IEEE Communications Magazine*, 40, pp. 138-148.
- Waleed, H., Tarek, K. och Samir, S., 2004. A Comparative Analysis of Transition Mechanisms for IPv6/IPv4 Routing Environment. *Lecture notes in computer science*, 1749, pp. 329-346. Springer-Verlag.
- Wong, W. (2002). Support IPv6 Now Or Later? *Electronic Design*, 17, pp. 46-48.



# Bilaga 1 – Enkät

## DEL 1

Fråga 1: Hur stor aktör anser Ni Er vara på den svenska marknaden idag?

Liten  Medelstor  Stor  Önskar ej att svara

Fråga 2: Har Ni som Internetleverantör kommit i kontakt med IPv6 förut?

Nej  Till en viss grad  Ja  Önskar ej att svara

Fråga 3: Är IPv6 samt dess fördelar något som har diskuterats tidigare i företaget?

Nej  Till en viss grad  Ja  Önskar ej att svara

Fråga 4: Värdera den kunskap som företag Ni anser Er ha om IPv6

Ingen alls  Dålig  Medel  Bra  Mycket bra  Önskar ej att svara

## DEL 2

Fråga 5: Har bristen på IPv4-adresser påverkat Er som Internetleverantör?

Inte alls  Något  Märkbart  Helt klart  Önskar ej att svara

Fråga 6: Anser Ni att det finns tillräckligt många IPv4-adresser för Er att tilldela det potentiellt höga tillskottet av kunder eller mobila enheter i framtiden?

Inte alls  Troligtvis  Helt klart  Önskar ej att svara

Fråga 7: Ser Ni användandet av NAT (Network Address Translation) som ett problem?

Inte alls  Något  Troligtvis  Helt klart  Önskar ej att svara

Fråga 8: Känner Ni er begränsade att erbjuda Era kunder nya tjänster på grund av NAT?

Inte alls  Något  Märkbart  Helt klart  Önskar ej att svara

Fråga 9: Ser Ni några fördelar med att kunna allokera fler adresser än vad Ni kan idag?

Inga  En del  Många  Önskar ej att svara

Fråga 10: Hur stor del av Er driftsatta utrustning måste bytas ut eller uppgraderas för att stödja IPv6?

Inget  10 – 25 %  25 – 50 %  50 – 75 %  Allt  Önskar ej att svara

Fråga 11: Hur stor del av Er personal måste utbildas vid en eventuell övergång till IPv6?

Inga  10 – 25 %  25 – 50 %  50 – 75 %  Alla  Önskar ej att svara

Fråga 12: Hur mycket påverkas Ni som Internetleverantör av kostnaden att uppgradera Er hårdvara samt utbilda Er personal vid en eventuell övergång till IPv6?

Inget alls  En del  Märkbart  Mycket  Önskar ej att svara

Fråga 13: Tror ni dessa kostnader kommer att betalas tillbaka till Er i längden i och med IPv6?

Nej  Ja  Önskar ej att svara

Fråga 14: Finner Ni tjänsten IP-telefoni (VoIP) intressant?

Nej  En del  Helt klart  Önskar ej att svara

Fråga 15: Finner Ni tjänsten MobileIP intressant?

Nej  En del  Helt klart  Önskar ej att svara

Fråga 16: Finns det någon annan tjänst som nyttjar IPv6 Ni finner intressant?

Ange vilken  Nej  Önskar ej att svara

Fråga 17: Tror Ni att det finns ett behov för dessa tjänster hos Era kunder idag?

Nej  Något  Troligtvis  Ja  Önskar ej att svara

Fråga 18: Känner Ni någon press på Er att erbjuda dessa tjänster till Era kunder idag?

Nej  Lite  Helt klart  Ja  Önskar ej att svara

### **DEL 3**

Fråga 19: Har Ni övervägt att genomföra övergången till IPv6?

Nej  Ja  Önskar ej att svara

Fråga 20: Har Ni funderat över hur övergången skulle kunna genomföras?

Nej  Ja  Önskar ej att svara

Fråga 21: Inom hur lång tid är det möjligt för Ert företag att påbörja övergången till IPv6?

1 år  3 år  5 år  10 år  Aldrig  Önskar ej att svara

Fråga 22: Slutligen, är det något Ni vill tillägga till denna enkät?

Textruta  Nej

## **Bilaga 2 – Välkomstbrev**

**Bästa Internetleverantör,**

**Mitt namn är Daniel Dongo och jag studerar mitt fjärde och sista år på det datavetenskapliga programmet i Skövde. Jag skriver just nu mitt examensarbete som handlar om övergången från IPv4 till IPv6, för denna rapport krävs det att ett visst antal svenska Internetleverantörer svarar på ett antal färdiga frågor. Frågeformuläret består av tre stycken delar där varje del innehåller en viss typ av frågor. När Ni besvarar frågorna är det önskvärt att Ni svarar för Er organisation och inte utifrån Er personliga synvinkel.**

**Om en del frågor anses vara för avslöjande för Er organisation finns det ett svarsalternativ som låter Er undvika frågan. Värt att notera är dock att rapporten inte kommer att peka ut vilken Internetleverantör som svarat vad. Om Ni tar Er tid till att svara på frågorna kommer denna undersökning förhoppningsvis tillföra både Er och mig något positivt.**

**Ett stort tack på förhand,**

**Daniel Dongo, Högskolan i Skövde**

# Bilaga 3 – Hemsida

## Startsida



Startsidan

### Bästa Internetleverantör,

Mitt namn är Daniel Dongo och jag studerar mitt fjärde och sista år på det datavetenskapliga programmet i Skövde. Jag skriver just nu mitt examensarbete som handlar om övergången från IPv4 till IPv6, för denna rapport krävs det att ett visst antal svenska Internetleverantörer svarar på ett antal färdiga frågor. Frågeformuläret består av tre stycken delar där varje del innehåller en viss typ av frågor. När Ni besvarar frågorna är det önskvärt att Ni svarar för Er organisation och inte utifrån Er personliga synvinkel.

Om en del frågor anses vara för avslöjande för Er organisation finns det ett svarsalternativ som låter Er undvika frågan. Värt att notera är dock att rapporten inte kommer att peka ut vilken Internetleverantör som svarat vad. Om Ni tar Er tid till att svara på frågorna kommer denna undersökning förhoppningsvis tillföra både Er och mig något positivt.

Ett stort tack på förhand,

Daniel Dongo, Högskolan i Skövde

[Ta mig till enkäten!](#)

Copyright © 2005 Daniel Dongo

## Enkät



Enkäten

Enkätundersökningen består av tre stycken delar. Besvara frågorna på respektive del och klicka på "Skicka svaren" när Ni är klar eller "Rensa svaren" om Ni önskar att radera alla era svar.

Till att börja med måste Ni dock ange vilken Internetleverantör Ni representerar.

### DEL 1

1. Hur stor aktör anser Ni Er vara på den svenska marknaden idag?

Liten  Medelstor  Stor  Önskar ej att svara

## Länk



English Anpassa Innehåll Kontakt Sök  
Snabbval OK

**Ingång**  
[Student](#)  
[Blivande student](#)  
[Anställd](#)  
[Press](#)

**Inte för sent  
Sök utbildning  
nu!**  
[www.his.se/efteranmalan](http://www.his.se/efteranmalan)

**Högskolan**  
biblioteket, organisation, historik, kalender, lediga anställningar, pressmeddelanden

**Utbildning**  
program, kurser, anmälan, beställ material, vidareutbildning, kompetensutveckling

**Forskning**  
vetenskapsområde, forskningsfinansiering, doktorsavhandlingar, professorer

**Samverkan**  
näringsliv, externa kontakter, internationellt, kombinationsutbildning, mentorskap

**Välkommen ny student!**  
[blivande student?](#)  
[blivande student?](#)  
[blivande student?](#)

2005-07-04  
**Olika men ändå lika - fototävling för studenter och anställda**  
I samband med mångfaldsveckan 2005 genomförs en fototävling vid Högskolan i Skövde. Temat för tävlingen är Olika men ändå lika.

2005-06-28  
**Studenter med barn i fokus i ny likabehandlingsplan**  
Hur funkar det att studera med barn? Är det jämfäst på forskarutbildningen? Detta är några saker som tas upp i den nya handlingsplanen för likabehandling av studenter.

[Om cookies](#)

[Alla nyheter](#)

Högskolan i Skövde, Högskolevägen, Box 408, 541 28 Skövde, tfn 0500-44 80 00, fax 0500-41 63 25, info@his.se

## Kontakt

THE TRANSITION FROM IPV4 TO IPV6

| Startsidan | Enkäten | Högskolan i Skövde | Kontakt |

### Kontakt

Namn: Daniel Dongo  
E-post: [a01dando@student.his.se](mailto:a01dando@student.his.se)  
Telefonnummer (Hem): 0500-437818  
Telefonnummer (Mobil): 0705-424122  
Telefonnummer (Fax): 0500-437818  
Högskola: Högskolan i Skövde  
Program: Datavetenskapligt, 160p