

Handelshögskolan vid Göteborgs Universitet  
Institutionen för Informatik  
Examensarbete I, C-nivå, 10 poäng  
Höstterminen 2001  
Handledare: Göran Walske

# När blir IPv6 en standard?

~ En explorativ studie av när internetprotokollet IPv6 kommer  
att implementeras ~

Författare:  
Karin Danielsson  
Hanna Maurin

# Abstract

IPv6 är ett nytt internetprotokoll som har utvecklats för att ersätta det nuvarande, IPv4, vilket i och med Internets explosionsartade utveckling inte längre är tillräckligt. IPv6 specificerades redan i mitten av 1990-talet, men har ännu inte implementerats, vilket innebär att det idag finns en färdig teknik som trots att den i framtiden kommer att bli nödvändig ännu inte implementerats i full skala. Utifrån detta resonemang har vi formulerat tre teman som fokuserar på vårt problemområde ur ett bakgrunds-, ett nutids- och ett framtidsperspektiv: a) Varför har IPv6 ännu inte slagit igenom och blivit en dominerande standard? b) Var står IPv6 idag? c) Vad krävs för att IPv6 ska bli en dominerande standard?. Dessa leder oss fram till vår huvudfrågeställning: *När kommer IPv6 att implementeras och vad blir den utlösande faktorn?*. Syftet med uppsatsen är att studera och analysera vad som hittills bromsat framväxten av IPv6 samt göra ett försök att förutsäga när en implementering av IPv6 i full skala kommer att ske. För att besvara detta har vi använt oss av dokumentanalys, intervjuer samt ett webbformulär. Vårt teoretiska ramverk utgörs av teorier inom det national- och företagsekonomiska området. Informanter för intervjuer och webbformulär återfinns inom tre kategorier: utvecklarna av IPv6, internetoperatörer samt en kategori av övriga vilken bland annat omfattar applikationsutvecklare och nätverkstekniker. Det viktigaste resultatet av vår undersökning är att IPv6 inte kommer att implementeras förrän det finns någon verklig efterfrågan. Vi bedömer att denna efterfrågan är helt beroende av att uppstår en brist på IP-adresser. En av de faktorer som fördröjt implementeringen är skillnaden mellan utvecklarna av protokollet och marknaden. Viktiga faktorer för att implementeringen av protokollet ska komma igång är adressbristen utanför västvärlden samt de nya marknader som nya applikationer såsom mobilt Internet och intelligenta hem innebär.

**INNEHÅLLSFÖRTECKNING**

	<b>4.3 KOMMERSIELLA AKTÖRER</b>		<b>26</b>
	<b>4.4 PROTOKOLL</b>		<b>26</b>
	4.4.1 TCP/IP		27
	4.4.2 INTERNET PROTOCOL		27
	<b>4.5 ADRESSTYPER &amp; ADRESSERING</b>		<b>28</b>
	4.5.1 OFFICIELLA EXTERNA ADRESSER		28
	4.5.2 INTERNA ADRESSER		29
	4.5.3 DYNAMISKA ADRESSER		29
	<b>4.6 ROUTING</b>		<b>30</b>
<b><u>1 INLEDNING</u></b>		<b>3</b>	
<b>1.1 PROBLEMBAKGRUND</b>		<b>3</b>	
<b>1.2 PROBLEMOMRÅDE</b>		<b>3</b>	
<b>1.3 PROBLEMFORMULERING</b>		<b>4</b>	
<b>1.4 SYFTE</b>		<b>5</b>	
<b>1.5 AVGRÄNSNINGAR</b>		<b>5</b>	
<b>1.6 INTRESSENER</b>		<b>5</b>	
<b>1.7 DISPOSITION</b>		<b>6</b>	
<b><u>2 METOD</u></b>		<b>8</b>	
<b>2.1 FÖRHÅLLNINGSSÄTT</b>		<b>8</b>	
<b>2.2 DATAINSAMLING</b>		<b>9</b>	
2.2.1 VAL AV METOD		9	
2.2.2 PRIMÄRDATA		9	
2.2.3 SEKUNDÄRDATA		10	
<b>2.3 INSAMLINGSMETODER</b>		<b>10</b>	
2.3.1 INTERVJUER		10	
2.3.2 WEBBFORMULÄR		12	
<b>2.4 KÄLLKRITIK</b>		<b>12</b>	
2.4.1 PRIMÄRDATA		12	
2.4.2 SEKUNDÄRDATA		13	
<b><u>3 TEORI</u></b>		<b>14</b>	
<b>3.1 MARKNAD</b>		<b>14</b>	
<b>3.2 MARKNADSSTRATEGI</b>		<b>15</b>	
3.2.1 MARKNADSMÄSSIGA FAKTORER		15	
3.2.2 FÖRETAGSSPECIFIKA FAKTORER		17	
<b>3.3 TEKNOLOGI</b>		<b>18</b>	
3.3.1 TEKNOLOGISKA CYKLER		18	
<b>3.4 BRANSCHORGANISATIONER</b>		<b>19</b>	
<b>3.5 TEORISAMMANFATTNING</b>		<b>20</b>	
<b><u>4 INTERNET</u></b>		<b>22</b>	
<b>4.1 BAKGRUND</b>		<b>22</b>	
4.1.1 1960-TALET		22	
4.1.2 1970- OCH 80-TALEN		23	
4.1.3 INTERNET		24	
4.1.4 INTERNET IDAG		24	
<b>4.2 INTERNETS ORGANISATIONER</b>		<b>25</b>	
	<b>5 IPV4</b>		<b>32</b>
	<b>5.1 PAKET</b>		<b>32</b>
	<b>5.2 ADRESSER</b>		<b>33</b>
	<b>5.3 PROBLEM OCH LÖSNINGAR</b>		<b>35</b>
	5.3.1 IPV4:S KLASSINDELNING		35
	5.3.2 NÄTVERKSKONFIGURATION		37
	<b><u>6 IPV6</u></b>		<b>38</b>
	<b>6.1 VARFÖR IPV6?</b>		<b>38</b>
	6.1.1 TRADITIONELL INTERNETANVÄNDNING		38
	6.1.2 MOBILT INTERNET		38
	6.1.3 NYA UPPKOPPLADE ENHETER		39
	<b>6.2 VÄGEN TILL IPV6</b>		<b>39</b>
	6.2.1 BAKGRUND		39
	6.2.2 IP NEXT GENERATION		40
	6.2.3 IPV6 – EN NY STANDARD		41
	<b>6.3 TEKNISKA ASPEKTER</b>		<b>41</b>
	6.3.1 ÖVERGRIPANDE SKILLNADER		41
	6.3.2 SKILLNADER PÅ PROTOKOLLNIVÅ		41
	<b>6.4 ADRESSER OCH ADRESSERING</b>		<b>42</b>
	<b>6.5 IPV6-PAKET</b>		<b>43</b>
	<b>6.6 VAR STÅR IPV6 I DAGSLÄGET?</b>		<b>44</b>
	6.6.1 EXPERTORGAN		45
	6.6.2 TESTNÄT		45
	6.6.3 GLOBAL ÖVERSIKT		46
	6.6.4 INTRESSENER		47
	6.6.5 ADRESSITUATIONEN		48
	6.6.6 ÖVERGÅNG		49
	6.6.7 MOTSTÅND		50
	<b><u>7 RESULTATREDOVISNING</u></b>		<b>51</b>
	<b>7.1 BAKGRUND</b>		<b>52</b>
	<b>7.2 NUTID</b>		<b>54</b>
	<b>7.3 FRAMTID</b>		<b>56</b>
	<b>7.4 HUVUDFRÅGESTÄLLNINGEN</b>		<b>58</b>

**8 ANALYS 59**

---

**8.1 MARKNAD 59**

**8.2 MARKNADSSTRATEGI 60**

**8.3 TEKNOLOGI 61**

**8.4 UTVECKLING KONTRA IMPLEMENTERING  
61**

**9 AVSLUTNING 63**

---

**9.1 SLUTSATSER 63**

**9.2 AVSLUTANDE DISKUSSION 64**

**9.3 FRAMTIDA FORSKNING 64**

**KÄLLFÖRTECKNING 66**

---

**LITTERATUR 66**

**ARTIKLAR 67**

**ELEKTRONISKA DOKUMENT 68**

**BILAGA A**

---

**BILAGA B**

---

# 1 Inledning

## 1.1 Problembakgrund

Internet, som vi känner det idag, består av miljontals sammankopplade datorer och användare. Till en början var det ett samarbete mellan universitetsvärlden och militära intressen i USA. Inledningsvis var datorer vid fyra amerikanska universitet sammankopplade.

I slutet av 1960-talet försökte amerikanska militären ta fram ett säkert och mindre sårbart kommunikationsmedel. Grundtanken var att inte göra sig beroende av en central punkt utan att istället sprida riskerna. Resultatet av detta blev ett nätverk av datorer inom vilket kommunikationen inte skulle förhindras av att en dator låg nere. Det militära deltagandet minskade dock i takt med att allt fler universitet anslöt sig till nätverket.

Inom universitetsvärlden fortsatte användningen att öka under 1980-talet. Det stora genombrottet hos allmänheten kom dock inte förrän i början av 1990-talet då den första applikationen, webbläsaren Mosaic, lanserades. Denna gjorde det enklare för vanligt folk att utnyttja Internets möjligheter. Under senare delen av 1990-talet har internetanvändningen hos både företag och allmänhet ökat exponentiellt, i synnerhet i USA och Europa.

För att information ska kunna utbytas via dagens Internet krävs förutom en koppling mellan de kommunicerande datorerna att dessa kan hantera TCP/IP, vilket är den standard som idag används för dataöverföring. IP anger hur formatet på den information som skickas via Internet ska se ut samt hur man ska adressera de olika datorerna som ingår i nätverket. TCP-delen används för att upprätta en förbindelse mellan datorerna som kan skicka och ta emot information samt övervaka så att informationen kommer fram på rätt sätt.

För att två datorer ska kunna kommunicera via nätverk krävs dessutom att båda har unika adresser. För att adressera internetanslutna datorer har man valt att använda IP-adresser, vilka ingår i IP-delen av TCP/IP. Adresserna måste vara unika för att det inte skall uppstå missförstånd om till vilken dator viss information ska, vilket skulle inträffa om flera datorer tilläts ha samma adress. För att säkerställa att adresserna blir unika för varje dator finns centrala organisationer som ansvarar för utdelningen av adresser.

## 1.2 Problemområde

Den version av IP som används idag heter IPv4. Denna version skapades 1983 och har stöd för  $4,3 \times 10^9$  (4,3 miljarder) IP-adresser. Vid protokollets födelse trodde man att detta skulle tillgodose adressbehovet för all framtid. Konstruktörerna bakom protokollet kunde omöjligt förutse den explosionsartade internetutvecklingen under 1990-talets senare del som radikalt kom att förändra situationen. För att Internets

utveckling i framtiden inte skall stagnera krävs det att vi tar oss förbi de begränsningar som användningen av det tjugo år gamla protokollet faktiskt utgör.

Med dagens användning av IP-adresser kommer de inom en överskådlig framtid att ta slut helt. Denna utveckling kan komma att påskyndas i och med att det idag finns en uppsjö av nya användningsområden för IP-adresser och visioner om hur de kan användas i framtiden. Utvecklingen går mot att man vill kunna ge allt fler enheter, såsom mobiltelefoner, egna unika IP-adresser för att skapa möjligheter för nya tjänster uppbyggda kring Internet. Exempel på detta är tjänster inom mobilt Internet och intelligenta hem.

Problemet med adressbristen är inget nytt utan uppmärksammades redan före Internets stora genombrott. Detta ledde till att en ny version av IP, IPv6, utvecklades 1993. IPv6 erbjuder  $3,4 \times 10^{38}$  adresser. Detta innebär att varje människa på jorden skulle kunna få 1000-tals egna adresser, vilket kan jämföras med IPv4 som inte ens räcker till för en unik adress per människa.

För att i full skala kunna börja utnyttja IPv6:s fördelar, till exempel i form av fler adresser, måste stöd för IPv6 först implementeras i den infrastruktur som utgör Internets ryggrad. Denna ryggrad finns hos de operatörer (Internet Service Providers) som finns på marknaden idag. Detta innebär att det är hos operatörerna som beslutet ligger om när implementering skall genomföras. Implementeringen är en stor och omfattande process eftersom det idag finns tusentals operatörer som alla har befintlig utrustning och system för att köra IPv4.

Den tekniska specifikationen för IPv6 har varit klar sedan mitten av 1990-talet, men har ännu inte implementerats annat än på testbasis. För att tillfälligt lösa de problem som uppstått på grund av att IPv4 fortfarande används har separata lösningar konstruerats, vilket i sin tur inneburit att ett akut behov av IPv6 ännu inte uppstått. Det är dock temporära lösningar som långsiktigt inte bedöms vara tillräckliga.

### ***1.3 Problemformulering***

Mot bakgrund av ovanstående resonemang kan vi konstatera att det idag finns en teknik som ifall den implementerades skulle erbjuda många nya möjligheter. Trots att tekniken i framtiden kommer att bli nödvändig har den ännu inte implementerats i full skala.

Utifrån detta resonemang har vi formulerat tre teman som fokuserar på vårt problemområde ur ett bakgrunds-, ett nutids- och ett framtidsperspektiv:

- Varför har IPv6 ännu inte slagit igenom och blivit en dominerande standard?
- Var står IPv6 idag?
- Vad krävs för att IPv6 ska bli en dominerande standard?

Med detta som grund finner vi det i högsta grad intressant att ställa frågan:

*När kommer IPv6 att implementeras och vad blir den utlösande faktorn?*

Med implementering av IPv6 avser vi att IPv6 ska bli den dominerande standarden på Internet, det vill säga att merparten av alla operatörer erbjuder IPv6-stöd.

## ***1.4 Syfte***

Syftet med uppsatsen är att studera och analysera vad som hittills bromsat framväxten av IPv6 samt göra ett försök att förutsäga när en implementering av IPv6 i full skala kommer att ske.

Anledningen till att vi finner detta intressant är att frågan har debatterats i media sedan mitten av 1990-talet och situationen redan då beskrevs som akut av vissa debattörer. De senaste fem årens explosionsartade ökning av internetanvändning i kombination med idéer om mer realistiska IP-baserade tjänster gör att frågan idag är högaktuell.

## ***1.5 Avgränsningar***

Vi avser inte att beskriva IPv6-protokollet på detaljnivå eller hur stöd för IPv6 införlivas i ny utrustning. De rent tekniska aspekterna av hur implementeringen skall genomföras ute hos internetoperatörerna kommer inte att behandlas eftersom detta ligger utanför uppsatsens fokus.

Vissa generaliseringar och förenklingar kommer ske av hur teknologi och dylikt fungerar eftersom vi inte finner det meningsfullt att gå in på detaljer inom områden som främst har syftet att ge läsaren en problembakgrund och inte i sig utgör någon grundsten för uppsatsens slutresultat.

Uppsatsen kommer inte heller behandla vilka möjligheter och applikationer som följer på ett utökat adressutrymme. I enlighet med vårt syfte avser vi enbart fokusera på när IPv6 kommer att erbjudas, det vill säga när det finns möjlighet att dra nytta av tekniken.

## ***1.6 Intressenter***

För att besvara vår frågeställning har uppsatsen sin utgångspunkt i tre nivåer av intressenter. Alla tre grupperna påverkar eller påverkas på något sätt av uppsatsens innehåll och resultat.

Först är det den grupp som utvecklat själva protokollet och därigenom utgör protokollets förespråkare. Det är i denna grupp bakgrundsproblemen uppmärksammas och initiativet till en lösning tagits. Nästa grupp är de internetoperatörer som måste investera tid och pengar i ny infrastruktur och nya system för att kunna leverera stöd för IPv6, vilket vi i denna uppsats refererar till när vi talar om implementeringen av IPv6. För att besvara uppsatsens problemformulering kommer denna grupp vara i fokus för våra undersökningar. Den sista intressentgruppen är de som kommer att arbeta med protokollet när det väl tagits i drift, det vill säga de företag som i framtiden kommer att använda IPv6 i sin verksamhet.

Utifrån det uppsatsperspektiv vi valt är resultatet av uppsatsen främst av intresse för den tredje intressentgruppen. I och med att allt fler enheter kommer kunna få egna fasta IP-adresser är det i princip bara fantasin som utgör en begränsning för vad denna

grupp skulle kunna göra. Detta kan dock inte börja utnyttjas i full utsträckning förrän det finns ett stöd för IPv6 implementerat i stor skala.

## ***1.7 Disposition***

För att ge läsaren en inblick i uppsatsens uppbyggnad redogör vi nedan för de ingående kapitlens ordning samt varför vi valt just denna disposition. Vi beskriver dessutom kortfattat respektive kapitels innehåll för att på så sätt ge läsaren en översikt över innehållet i uppsatsen.

### ***Kapitel 1***

Inledningskapitlet innehåller dels en sammanfattande bakgrund till vårt problemval och dels själva problemformuleringen vilket utgör en öppning inför resten av uppsatsen.

### ***Kapitel 2***

I metodkapitlet redogörs först för det angreppssätt vi valt för att lösa problemet och sedan det praktiska tillvägagångssättet vi använt oss av. I detta kapitel ingår dessutom en kritisk genomgång av det material vi använt.

### ***Kapitel 3***

Teorikapitlet tar upp de resonemang som utgör den teoretiska referensram som ligger till grund för analysen av vår empiri.

### ***Kapitel 4 – 6***

Dessa kapitel ger läsaren den förståelse som behövs för att tillgodogöra sig påföljande kapitels innehåll och resonemang.

Internetkapitlet har till syfte att ge en grundläggande förståelse för bakgrunden till IP-protokollet och för det sammanhang protokollet verkar i.

IPv4-kapitlet behandlar specifikt version 4 av IP-protokollet. Dels med avseende på funktionen hos IPv4 och dels med avseende på vad som upplevs som faktiska problem med protokollet.

IPv6-kapitlet fortsätter föregående kapitels diskussion om problemen med IPv4 genom att redogöra för IPv6:s bakgrund och varför det nya protokollet behövs. I detta kapitel ingår även ett avsnitt med mer tekniskt fokus där IPv6-protokollets utseende beskrivs. Kapitlet avslutas med ett avsnitt med syfte att ge en övergripande bild av var IPv6 står idag. Denna del är tänkt som en grundsten för att underlätta för läsaren att tillgodogöra sig resultatredovisningen samt ge en fullständigare bild av hur IPv6-situationen ser ut just nu.



### ***Kapitel 7***

Resultatredovisningskapitlet innehåller en strukturerad sammanställning av den empiri vi fått från våra informanter. Presentationen är uppbyggd utifrån de tema och den huvudfrågeställning vi formulerat i inledningskapitlet.

### ***Kapitel 8 – 9***

Avslutningskapitlen inleds med en analys av empirin utifrån den teoretiska referensramen vi byggt i tidigare kapitel. Denna analys ligger sedan till grund för den påföljande diskussionen kring problemområdet och för de slutsatser vi därefter drar när vi besvarar vår huvudfrågeställning. Uppsatsen avslutas med förslag på framtida forskningsområden.

## 2 Metod

### 2.1 Förhållningssätt

När vi började med undersökningen var ämnet IPv6 och den kringliggande problematiken något helt nytt för oss. Denna ursprungsnivå kan därmed sägas utgöra vår förståelse för ämnet. Hela vår forskningsprocess kommer att följa den så kallade *hermeneutiska cirkeln*, vilken kan beskrivas som att

*”Innebörden [i en text] är inte bara innebörden i en rad isolerade satser utan innebörden i en sats tolkas i ljuset av det som tidigare lästs.”<sup>1</sup>*

Den hermeneutiska cirkeln eller spiralen är ett slags pendling mellan uppfattningen av ett sammanhangs eller en situations helhet och dess delar, och innebär en ständig fördjupning av förståelsen av sammanhanget.<sup>2</sup>

Detta är något som vi tar fasta på genom alla moment i uppsatsarbetet, såväl i utformning av intervjufrågor som i dokumentanalys och uppsatsstruktur. Rent konkret innebär det att vi utifrån de kunskaper vi förvärvar i ett moment utformar de kommande momenten, som i sin tur ligger till grund för nästkommande och så vidare.

Ovanstående resonemang leder oss osökt in på undersökningens karaktär, vilken även den utvecklas enligt den hermeneutiska cirkeln och inledningsvis är av explorativ karaktär. Detta innebär att vi först skapar oss en översiktlig bild av vilka aktörer, organisationer, historiska aspekter och samband som rör IPv6. Med utgångspunkt i detta resultat formas problemformulering och frågeställningar. Undersökningen antar efterhand ett mer förklarande perspektiv där vi söker svar på de frågor vi inledningsvis ställer.<sup>3</sup>

Med utgångspunkt i ovanstående resonemang kan vår forskning sägas ha sin ansats i den hypotetisk-deduktiva metoden för teoribildning, även kallad *abduktion*. Abduktion innebär att man växlar mellan induktion där forskningen går från teori till empiri, och deduktion där förhållandet är det motsatta, och stegvis utvecklar de teorier man kommer att använda utifrån den kunskap man tillgodogjort sig i momentet före.<sup>4</sup> I vår undersökning kommer detta framför allt att ta sig uttryck i att vi varvar insamlingen och bearbetningen av empiri (intervjuer och dokumentanalys) med teori (litteraturstudier av teoretiska resonemang och modeller). På så sätt kommer vi att utgå från en högre kunskapsnivå kontinuerligt genom arbetets gång.

---

<sup>1</sup> Molander, 1992, s.233

<sup>2</sup> Repstad, 1993, s.94

<sup>3</sup> Johansson-Lindfors, 1993, s.23

<sup>4</sup> Johansson-Lindfors, 1993, s.55, 154

## 2.2 *Datainsamling*

### 2.2.1 Val av metod

Vi har i enlighet med resonemanget ovan valt att använda oss av kvalitativ undersökningsmetod. Detta val motiveras av att vårt syfte med undersökningen är att försöka finna en förståelse för varför situationen med IPv6-implementeringen ser ut som den gör, snarare än att kvantitativt mäta olika åsikter, variabler eller samband.

För att få ett så heltäckande resultat av vår datainsamling som möjligt använder vi oss av *triangulering*<sup>5</sup>, vilket innebär att vi kombinerar flera olika metoder som kompletterar varandra. Den huvudsakliga datainsamlingen bygger på litteraturstudier, dokumentanalys och intervjuer, vilka kompletteras med ett webb-baserat frågeformulär.

### 2.2.2 Primärdata

Våra informanter till intervjuerna har valts utifrån den så kallade snöbollsprincipen. Den innebär att den eller de informanter som inledningsvis kontaktats i sin tur rekommenderar och presenterar andra informanter som i sin tur kontaktar andra.<sup>6</sup>

För att erhålla ett så allsidigt dataunderlag som möjligt har vi försökt arbeta utifrån principen att informanterna sinsemellan bör vara maximalt olika inom det gemensamma de har i att vara lämpliga för vår undersökning. Vi har försökt söka så stor spridning som möjligt framför allt utifrån vilken position i fältet informanten har – det vill säga personens funktion och organisationstillhörighet.<sup>7</sup> Dock är vi medvetna om att urvalsförfarandet, i detta fall snöbollsprincipen, är svår att styra så att stor spridning bland informanterna uppnås.

Inledningsvis kontaktade vi den informant som i arbetet med datainsamlingen fungerat som en nyckelperson. Anledningen till att just denna informant valdes till nyckelperson är att han uppfyller de kriterier som en bra sådan bör ha – han har en sådan roll att han alltid får tag i den information vi behöver, han är samarbetsvillig och har god berättarförmåga.<sup>8</sup>

De personer som besvarat webbformuläret har inte valts utifrån några bestämda variabler eftersom syftet med formuläret snarare är bekräftande än explorativt. Det innebär att vi på detta sätt vill komplettera intervjuer och dokumentanalys med åsikter och uppgifter från de som är engagerade i IPv6 genom arbete med eller testning av protokollet. Förfrågning om att svara på enkäten har framför allt skickats ut till olika arbetsgrupper inom ämnet och syftar i första hand till att undersöka om det går att identifiera några allmänna eller återkommande åsikter.

---

<sup>5</sup> Bell, 1995, s. 62

<sup>6</sup> Repstad, 1993, s. 41

<sup>7</sup> Repstad, 1993, s. 42

<sup>8</sup> Repstad, 1993, s. 41

### 2.2.3 Sekundärdata

Under arbetets gång framkom att vi inte enbart genom primärdata skulle erhålla tillräckligt empiriskt material för att kunna besvara vår frågeställning. För att uppnå god kvalitet i besvarandet av denna är det viktigt att vi trots ett kvalitativt angreppssätt eftersträvar bredd i vår empiri. Vi har därför använt sekundärdata för att kunna nå den kritiska massa vi anser att vi behöver för att kunna göra en så bra kvalitativ analys som möjligt. En fördel med sekundärdata har varit den höga tillgängligheten jämfört med primärdata vilken i sig kräver längre tid att upparbeta.

Med sekundärdata avser vi böcker, artiklar, debattinlägg, pm och dokument inom problemområdet. Det grundläggande syftet med att vi använder sekundärdata är att den i och med undersökningens begränsade karaktär till viss del får ställföreträdare primärdata som i ett större arbete skulle varit mer omfattande. Vid fortsatta studier kring problemområdet hade den sekundärdata vi använt kunnat hjälpa oss att få tillgång till ytterligare primärdata genom de personer som står som dess upphovsmän.

För att få tag i denna typ av data har vi använt andra metoder än de som använts för primärdatan. Genom sökningar i svenska och internationella artikeldatabaser har vi av totalt flera hundra träffar och cirka femtio analyserade artiklar fått fram ett tjugotal som direkt har kunnat användas i uppsatsen. Exempel på sökord vi använt är främst IPv6 och IPv4.

Artiklarna har i sin tur analyserats utifrån de teman vi vid den tidpunkten arbetat med och allt eftersom arbetet med uppsatsen fortskridit har vi gått igenom artiklarnas innehåll vid upprepade tillfällen. Detta har gjorts i syfte att hitta nya aspekter och information med koppling till vår primärdata och teori och på så sätt har vi även kommit att kontinuerligt utveckla de teman som vi ursprungligen arbetat fram.

Den övriga litteratur vi använt som källor i form av böcker har främst använts för att ge en nödvändig faktagrund och en teknisk förståelse för problemområdet.

## 2.3 *Insamlingsmetoder*

### 2.3.1 Intervjuer

#### *Pilotintervju*

En inledande pilotintervju<sup>9</sup> genomfördes med vår nyckelperson. Denna intervju var av ostrukturerad karaktär med primärt syfte att få överblick över problemområdet samt finna vilka olika teman som var av intresse för oss. Dessutom fick vi vid detta intervjutillfälle tips på fler informanter och andra personer som ur undersökningssynpunkt var intressanta.

#### *Fokuserad intervju*

Vi använde oss fortsättningsvis av så kallad fokuserad intervju, vilket innebär att det inte förekommer något frågeformulär. Intervjun följer istället en viss struktur som är

---

<sup>9</sup> Bell, 1995, s. 93

uppbyggd kring olika samtalsteman. Detta ger såväl informanten som intervjuaren stor frihet inom den ram som intervjustrukturen utgör. En stor fördel med denna typ av intervju är att analysarbetet av intervju svaren underlättas i och med att strukturen utformats i förväg, i vårt fall utifrån våra teman.<sup>10</sup>

### ***Intervju via e-post***

Det finns flera orsaker till att vi i stor utsträckning försökt använda e-post som medel för datainsamling. Dels finns det ett informatoriskt intresse av att använda en modern teknik som de flesta, eller som i vårt fall alla, har tillgång till. Metoden är effektiv i och med att det är möjligt att snabbt kunna få svar från respondenter som befinner sig långt bort eller i andra länder. En intervju i e-postform ger dessutom respondenten tid att reflektera över en frågeställning i högre grad.

E-postintervjuerna har konstruerats på samma sätt som en fokuserad intervju enligt vår tidigare redovisade intervjuteknik, det vill säga att vi har utgått ifrån ett antal grundläggande frågeställningar byggda på, för oss, intressanta teman. Utifrån dessa har vi konstruerat intervjufrågor, samt i efterföljande e-postmeddelande ställt ytterligare frågor som i sin tur utformats efter vad respondenten tidigare svarat. På detta sätt har formen av en intervju i samtalsform kunnat efterliknas.

### ***Dokumentanalys***

De dokument som framför allt varit föremål för analys är:

- artiklar från fack- och dagspress,
- vetenskapliga rapporter, artiklar (working papers) och avhandlingar,
- dokument som behandlar standarder, riktlinjer, tidsplaner, tekniska specifikationer och liknande, samt
- relevant litteratur inom ämnet.

Dokumentanalysen genomfördes genom att vi inledde med att översiktligt läsa igenom materialet vi hittat samt att vi under tiden sammanfattade de punkter vi utifrån vår förståelse tyckte var viktiga. De artiklar som vid den tidpunkten inte ansågs vara intressanta för problemområdet lades tillfälligt åt sidan. Därefter har återkoppling till detta material skett regelbundet. I takt med att arbetet med undersökningen framskridit, har nya poänger och aspekter kunnat hämtas och utläsas i materialet.

Olika typer av skriftliga källor kan ha olika syften. De kan dels ha ett syfte av värderande eller normativ karaktär, och dels ett beskrivande (kognitivt/deskriptivt syfte).<sup>11</sup> Detta kan exemplifieras i att till exempel ett debattinlägg skiljer sig från en rapport eller beskrivande artikel, något som är viktigt att ha i åtanke vid analys för att på så sätt minska risken för feltolkning. Vi har försökt ta hänsyn till detta problem i arbetet.

---

<sup>10</sup> Bell, 1995, s. 93

<sup>11</sup> Repstad, 1993, s. 81

### 2.3.2 Webbformulär

Vi har konstruerat ett formulär som ligger ute på en webbsida i syfte att försöka samla in åsikter som speglar olika aspekter av problemområdet (för engelsk version, se <http://w3.informatik.gu.se/~it01-29>, för svensk se <http://w3.informatik.gu.se/~it01-29/indexsv.html> ).

Genomförandet av detta kan ses som en form av panelundersökning, där vi är ute efter att försöka nå allmänna åsikter och tankegångar bland de som rör sig ”ute på fältet”. Ytterligare ett syfte med denna metod (vilket även återfinns i våra e-postintervjuer) är att prova en ny väg för datainsamling, vilket vi även finner är av intresse för ämnet informatik som sådant.

## 2.4 Källkritik

### 2.4.1 Primärdata

En av de största farorna med intervjumetoden är den ökade risk för skevhet som kan uppstå i och med att man som intervjuare omedvetet ställer ledande frågor. Detta kan vara lättare att undvika vid exempelvis en enkätundersökningar. Dock menar vi att ett av syftena med en kvalitativ studie är att författarna skall engagera sig och driva utvecklingen av arbetet mot nya kvaliteter och att objektivitet inte alltid är önskvärt. Eftersom vi själva har som övergripande syfte med undersökningen att försöka göra en rimlig bedömning av när IPv6 kommer att implementeras, driver vi avsiktligt arbetet i en riktning som överensstämmer med uppsatsens syfte.

Den ostrukturerade intervjumetod vi använder kan ge en stor mängd viktig och användbar information, men ställer stora krav på intervjuarens insats och förmåga att leda samtalsgången. Dessutom kan den vara mycket tidskrävande i både sitt genomförande och analys,<sup>12</sup> och kräver i och med detta väl strukturerade ramar. Kopplat till den kvalitativa studiens natur så är det dock en av de vanligaste formerna för att föra arbetet fram till ett resultat i form av nya aspekter och kvaliteter.

Intervjumetoden har i ett större perspektiv fått mycket kritik för att den i allt för hög grad fokuserar på enskilda personers åsikter och negligerar strukturer och ramvillkor.<sup>13</sup> Vi menar att detta till viss del är ett problem för oss eftersom det är en relativt begränsad grupp som arbetar med och är engagerade i problemområdet.

Ovanstående kan ses i det faktum att flera av våra informanter är aktiva i samma branschorganisationer, arbetsgrupper och liknande trots att de ursprungligen valts med hänsyn till att de representerar olika företag och organisationer. Dock speglas den problematik vi undersöker i det faktum att policy och riktlinjer som gäller implementeringen av IPv6 ofta saknas ute i företagen. Detta gör i sin tur att det är nödvändigt att lyssna på de enskilda individerna.

Att vi till stora delar fått tag i våra informanter genom snöbollsprincipen kan innebära risk för skevhet i och med att människor har en tendens att rekommendera personer

---

<sup>12</sup> Bell, 1995, s. 91

<sup>13</sup> Repstad, 1993, s. 58

som tycker likadant som de själva.<sup>14</sup> Detta är något vi försökt korrigera genom en omfattande insamling och analys av sekundärdata.

Denna sekundärdata skulle i ett mer omfattande arbete gjort det möjligt för oss att i primärdatasyfte nå en bredare grupp personer från olika organisationer, verksamheter och företag med olika perspektiv och utgångspunkter. Vi anser att vi erhållit en för liten mängd primärdata i detta begränsade arbete för att den ska kunna betraktas utgöra en tillräckligt bred bas för att säkerställa resultatets alla kvalitéer.

#### **2.4.2 Sekundärdata**

Något vi upplever som både en brist och ett problem med den sekundärdata vi använt är att vi i de flesta fallen inte kunnat gå direkt till den primära källan, det vill säga upphovet till artikeln eller rapporten, i syfte att verifiera poänger och resonemang som vi använt oss av. Detta är en brist som helt kan hänvisas undersökningens begränsade omfattning och vi är medvetna om att ytterligare arbete kommer att kunna göras inom detta område vid arbetet med en mer omfattande undersökning.

När det gäller de böcker och den litteratur vi utnyttjat för att exempelvis kunna beskriva utveckling eller historik inom problemområdet, är det tydligt att källornas återgivning av olika händelseförlopp starkt går isär. Vi har därmed tvingats förlita oss på den i litteraturen uppenbart dominerande uppfattningen utan att själva ha haft möjlighet att kunna verifiera den.

Det bör också poängteras att det råder viss språkförbistring inom området. Ett exempel på detta är att det både inom svensk och engelsk litteratur ibland används olika översättningar av ett och samma engelska begrepp eller förkortning, vilket kan leda till smärre förvirring. Exempelvis kan olika författare benämna förkortningen TCP som förkortningen av Transmission Control Protocol respektive Transfer Control Protocol. Detta kan naturligtvis vara rena felskrivningar, men kan i mindre uppenbara fall leda till direkta missförstånd. Vi bedömer dock att dessa eventuella feltolkningar är av sådan begränsad omfattning att de inte påverkar undersökningens slutresultat.

---

<sup>14</sup> Repstad, 1993, s. 41

## 3 Teori

Efter att vi definierat vårt problemområde inleddes en period av litteraturstudier, främst inom det national- och företagsekonomiska området. Detta gjordes i syfte att teoretiskt förankra vårt problem och bygga en stabil grund inför genomförandet av den empiriska undersökningen. Vi ville framför allt skapa förståelse kring hur marknader och teknologier fungerar, för att därefter kunna analysera IPv6 utifrån dessa teorier.

Genom att på detta sätt skapa en teoretisk ansats för vårt problem får vi en grund att stå på inför analysen av den information vi inhämtar från den empiriska undersökningen. Vid själva teorivalet togs hänsyn till de teman som beskrivs i inledningskapitlet som i sin tur bygger upp den huvudsakliga frågeställningen. Temat som behandlar frågan *"Var står IPv6 idag?"* kommer inte att behandlas separat i detta kapitel med hjälp av teorier eftersom det grundar sig på det bakgrundstema som beskrivs nedan.

För teoretiskt förankra temat *"Varför har IPv6 ännu inte slagit igenom och blivit en dominerande standard?"* har vi valt teorier kring hur nya teknologier utvecklas, teknologiska cykler och branschorganisationer. Tillsammans kan dessa förklara varför inte utvecklingen av IPv6 följts av en implementering.

I syfte att ge en teoretisk bakgrund till dels temat *"Vad krävs för att IPv6 ska bli en dominerande standard?"* och dels huvudfrågeställningen *"När kommer IPv6 att implementeras och vad blir den utlösande faktorn?"* har teorier kring marknader och marknadsstrategier valts. Dessa ger förståelse både för när vi kan räkna med att IPv6 erbjuder en ny marknad för operatörerna, och för hur aktörer som står inför en ny marknad agerar med avseende på när man väljer att gå in på marknaden.

### 3.1 Marknad

En marknad har många olika definitioner beroende på vilket perspektiv man har. Vi har valt en definition från det företagsekonomiska och en från det nationalekonomiska området.

*"The set of all actual and potential buyers of a product or service"*<sup>15</sup>

*"En näringsgrens företag (säljarna) bildar tillsammans med köparna av dess produkter en marknad.(---) På marknaden möts köpare och säljare och kommer överens om villkoren för handeln sinsemellan. På vissa marknader blir villkoren ett resultat av en förhandling mellan köparna och säljarna; på andra marknader fastställs villkoren av den ena parten, och den andra parten har att acceptera eller förkasta dem."*<sup>16</sup>

---

<sup>15</sup> Kotler & Armstrong 1999, s. 14

<sup>16</sup> Anderson & Bjuggren & Ohlsson 1990, s. 11



Oberoende av perspektiv består en marknad av köpare och säljare som möts. För att en ny marknad ska skapas krävs en ny efterfrågan eller ett nytt utbud, det vill säga nya köpare eller säljare. I allmänhet räcker inte enbart ett ökat utbud eftersom det måste finnas någon som efterfrågar och vill betala för att det ska skapas en ny marknad.

Det är svårt att avgöra om en implementering av IPv6-teknologin rör sig om en helt ny marknad eller om det bara är en utveckling av en existerande. En ny marknad kan man tala om i fall IPv6 kommer leda till att marknaden vidgas ekonomiskt, det vill säga att det kommer nya köpare eller säljare. Om detta inte är fallet utan att en övergång från IPv4 till IPv6 enbart flyttar de befintliga kunderna skapas inte en ny marknad. Båda två är realistiska utfall vad gäller IPv6.

Om det är utbudssidan, det vill säga de existerande operatörerna, som plötsligt bestämmer sig för att erbjuda fullt stöd för IPv6 men detta inte leder till någon extra efterfrågan, skapar inte IPv6 någon ny marknad för denna grupp. Om det däremot inträffar något radikalt på efterfrågesidan i form av nya kundgrupper, kan man tala om att det skapas en helt ny marknad.

## ***3.2 Marknadsstrategi***

Det finns många teorier som berör strategiska faktorer kring hur ett företag agerar när det står inför en ny marknad. Utgången bestäms dels av företagsspecifika faktorer såsom företagets storlek och mognad, och dels av de marknadsspecifika faktorer som är associerade med olika typer av marknader. Innan ett företag lägger upp sin strategi inför ett eventuellt inträde på en ny marknad tas hänsyn till dessa faktorer.

### **3.2.1 Marknadsmässiga faktorer**

#### ***First-mover-advantage***

En marknad kan vara präglad av first-mover-advantage (FMA) vilka utgörs av de fördelar en aktör får enbart genom att de är först in på marknaden, inte de fördelar alla aktörer som går in på marknaden upplever på grund av marknadsnärvaron. Om detta förhållande gäller kan det fungera som ett incitament för aktörer att försöka vara först ut på en ny marknad.<sup>17</sup> Fortsättningsvis benämner vi aktörerna som antingen tidiga eller sena beroende på om de kommer in först på marknaden eller i ett senare skede.

De fördelar som kan förekomma härstammar främst från någon eller några av följande källor:<sup>18</sup>

- **Teknologiskt ledarskap**  
Fördelar på grund av teknologiskt ledarskap härstammar i sin tur dels från fördelar som erhållits från en inlärningskurva som ger fallande styckkostnad i takt med ökande kvantitet och dels från fördelar som erhållits genom lyckade forskningsinsatser och tagna patent.

---

<sup>17</sup> Narasimhan & Zhang, 2000, Lieberman & Montgomery, 1988

<sup>18</sup> Lieberman & Montgomery, 1988

- **Spärrade knappa tillgångar (preemption of scarce assets)**  
 Detta är fördelar som grundas på att den förste aktören kan lägga beslag på marknads befintliga tillgångar i stället för att ta fram egna, vilket efterföljande aktörer tvingas göra. Tillgångarna kan vara av både materiell och immateriella natur såsom naturresurser eller geografiska marknadsområden.
- **Köparens byteskostnad och val vid osäkerhet**  
 Dessa fördelar beror dels på att det är både dyrt och tidskrävande för kunder att byta leverantör i ett senare skede, och dels på att om kunderna inte har fullständig information om marknaden stannar de ofta kvar hos den första leverantören de hittar som uppfyller deras krav.

### *First-mover-disadvantage – Late-mover-advantage*

Lika väl som att en marknad kan innebära fördelar för de tidiga aktörerna (FMA), kan en marknad vara präglad av nackdelar förknippade med ett sådant agerande. Dessa nackdelar, first-mover-disadvantages (FMD), korresponderar vanligen med de fördelar sena aktörer kan uppleva, late-mover-advantages (LMA).<sup>19</sup>

Genom att välja en strategi som innebär ett sent inträde på en ny marknad kan en aktör uppleva följande fördelar:<sup>20</sup>

- **Möjlighet att åka snålskjuts på de tidiga aktörernas investeringar**  
 En sen aktör kan dra nytta av en tidig aktörs investeringar inom en rad områden. Det är vanligtvis billigare att vara imitator än innovator.<sup>21</sup>
- **Skingrad osäkerhet kring teknologin och marknaden**  
 Innan någon aktör gått in på en ny marknad råder stor osäkerhet kring denna. En aktör som står inför en sådan situation ska inte automatiskt sträva efter att komma först utan att först ha gjort en analys av när det är optimalt att gå in på marknaden. Att vara först är alltid förknippat med en viss risk, vilket måste vägas mot eventuella FMA enligt ovan. Risker ligger dels i utseendet på marknaden med avseende på efterfrågan och dels i vilken teknologi som visar sig vara lämpligast.<sup>22</sup> Genom att vänta tills någon konkurrent går in först kan man själv i ett senare skede med facit i hand välja att gå in på marknaden eller ej. Man drar därigenom nytta av de misstag de tidiga aktörerna gjort och kan undvika att göra riskfyllda investeringar.
- **Förändrad teknologi eller förändrade kundbehov**  
 Om man går in sent på en marknad där en existerande teknologi håller på att ersättas av en ny kan man som ny aktör ersätta etablerade företag.<sup>23</sup>

<sup>19</sup> Lieberman & Montgomery, 1988

<sup>20</sup> Lieberman & Montgomery, 1988

<sup>21</sup> Lieberman & Montgomery, 1988

<sup>22</sup> Narasimhan & Zhang, 2000

<sup>23</sup> Lieberman & Montgomery, 1988

- **Olika typer av innehavarrögheter (incumbent inertia) som försvårar för aktören att reagera på en förändring i miljön**

Ett företag med stora investeringar i gammal utrustning som inte så lätt kan bytas blir sårbart som första aktör ut på en ny marknad.<sup>24</sup>

### 3.2.2 Företagsspecifika faktorer

#### *Företagsstorlek*

##### Små företag

Ett litet företag kan dra nytta av teknologibrott, det vill säga när en ny teknologi ersätter en existerande, på en marknad där det inte redan är etablerat. Det har då inga tidigare investeringar i den gamla teknologin utan kan direkt investera i den nya.<sup>25</sup>

##### Stora företag

I allmänhet har stora etablerade aktörer bättre förutsättningar att klara övergången till en ny marknad på grund av sin stabilitet i form av befintliga distributionskanaler, produktions- och marknadsföringsmöjligheter, kundstock och så vidare. Alla dessa faktorer reducerar eventuella late-mover-disadvantage och skapar en grund för förmågan att vänta tills marknadsosäkerheten skingrats.<sup>26</sup>

Samtidigt som de större aktörerna kan parera och komma förbi LMD på ett bättre sätt kan de lättare skapa FMA. Denna förmåga leder till att dessa aktörers optimala strategi ofta är att överlåta det risktagande som är förknippat med en ny marknad till en helt ny aktör som måste vara tidigt ute för att ha en chans att överleva på en ny marknad. När osäkerheten skingrats och marknaden visar sig ha potential tar de stora etablerade aktörerna steget in.

#### *Företagsmognad*

##### Nytt företag

Det är i princip enbart när en ny teknologi gör att man måste lära sig helt nya saker och man inte har hjälp av tidigare kunskap som en nykomling i branschen är en tidig aktör på marknaden.<sup>27</sup>

##### Etablerat företag

Det rationella för ett redan etablerat företag på en marknad, där en teknologi ersätts av en ny, är inte automatiskt att så snabbt som möjligt ersätta den gamla teknologin med den nya. Det kan vara bättre att inta en avvaktande position och fortsätta att skörda de vinster som finns kvar att hämta med den gamla teknologin. Historien visar att den

<sup>24</sup> Lieberman & Montgomery, 1988

<sup>25</sup> Lieberman & Montgomery, 1988

<sup>26</sup> Narasimhan & Zhang, 2000

<sup>27</sup> Anderson & Tushman, 1997, s 51

gamla teknologin tenderar att fortsätta att existera och till och med växa även efter det att den nya introducerats.<sup>28</sup>

Det optimala för dessa aktörer är att samtidigt som de håller kvar vid sin gamla teknologi så länge den är ekonomiskt lönsam göra sig redo för den nya marknaden men att vänta med att gå in på den tills någon annan aktör tar första steget in på marknaden.<sup>29</sup>

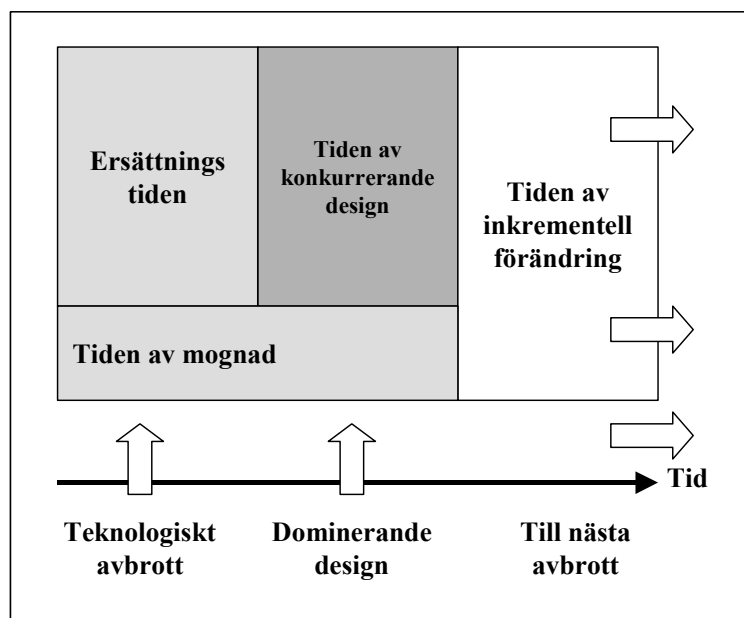
Det är vanligt att ett etablerat företag är en tidig aktör på marknaden om den nya teknologin fungerar på samma sätt som den gamla. Detta gör att man inte behöver lära om och utbilda personal i den nya teknologin, allt fungerar bättre men utförs på samma sätt.<sup>30</sup>

### 3.3 Teknologi

#### 3.3.1 Teknologiska cykler

En teknologis utveckling kan illustreras av perioder eller cykler av olika karaktär. Varje cykel inleds med ett avbrott i en teknologis sammanhang eller framskridande. Detta avbrott består i innovationer av genombrottskaraktär som har sin grund i ny teknologi, vars gränser är fundamentalt vidare än den teknologi som tidigare dominerat marknaden.<sup>31</sup>

#### Modell över teknologisk cykel<sup>32</sup>



<sup>28</sup> Lieberman & Montgomery, 1988

<sup>29</sup> Lieberman & Montgomery, 1988

<sup>30</sup> Anderson & Tushman, 1997, s. 49 f

<sup>31</sup> Anderson & Tushman, 1997, s. 46 f

<sup>32</sup> Anderson & Tushman, 1997, s. 47

---

### ***Tiden av mognad***

Varje avbrott av den här sorten inleder en ny teknologisk cykel. Den första perioden i cykeln karakteriseras av två processer:

- **Ersättningstiden**  
Den nya teknologin skjuter sin föregångare åt sidan under en ersättningsperiod. Ny teknologi uppträder normalt vid den tidpunkt då den dominerande teknologin i teknisk bemärkelse nått sina gränser. Det är dock vanligt att den äldre teknologin under denna period förbättras markant som svar på konkurrensen från den nya teknologin. Trots dessa förbättringar fortskrider processen där den nya teknologin stegvis skjuter undan den gamla.<sup>33</sup>
- **Tiden av konkurrerande design**  
Den andra processen överlappar till viss del den första och innebär att varianter av teknologin utvecklas.<sup>34</sup>

De två processerna ovan mynnar ut i perioden av dominerande design, vilket innebär att denna design är den som blir accepterad som marknadsstandard. Ofta är den dominerande designen inte avsevärt bättre än de konkurrerande och har inte heller några revolutionerande funktioner eller fördelar i jämförelse med dessa. Snarare har den en kombination av flera fördelar som tillsammans utgör grunden för dess dominans. I och med att en teknologi går in i fasen av dominerande design, markerar detta slutet på den första perioden.<sup>35</sup>

### ***Tiden av inkrementell förändring***

Teknologin går nu in i perioden av inkrementell förändring. Under denna period pågår mycket liten grad av designverksamhet. Fokuseringen ligger nu istället på marknadssegmentering och kostnadsänkningar. Enbart små förändringar görs i den dominerande designen fram tills nästa innovation får sitt genombrott och sätter igång hela cykeln på nytt.<sup>36</sup>

## ***3.4 Branschorganisationer***

När en bransch står inför en situation där behovet av en ny teknologi är ett faktum, är nätverk såsom branschorganisationer viktiga. Detta genom att de kan verka för samarbete snarare än konkurrens mellan branschdeltagarna när det gäller att ta fram en ny fungerande teknisk lösning.<sup>37</sup>

Branschorganisationen kan även fungera som ett verktyg för branschens aktörer vid planering och utarbetande av strategier för hur man ska agera på den nya marknad som en ny teknologi kan komma att innebära. Detta genom att branschorganisationen

---

<sup>33</sup> Anderson & Tushman 1997, s. 47

<sup>34</sup> Anderson & Tushman 1997, s. 47 f

<sup>35</sup> Anderson & Tushman 1997, s. 48

<sup>36</sup> Anderson & Tushman 1997, s. 48

<sup>37</sup> Glasmeier, 1997, s. 25

kan ge tillförlitligare information eller signaler om hur en teknologi kommer att utvecklas än vad som kan utläsas av marknaden i sig.<sup>38</sup>

*”the point we wish to stress, however, is the general weakness of market mechanisms in the ex ante selection of technological directions especially at the initial stage of the history of an industry. This is, incidentally, one of the reasons that militates for the existence of ‘bridging institutions’ between pure science and applied R&D. Even when a significant ‘institutional focussing’ occurs, there are likely to be different technological possibilities, an uncertain process of search with different organisations, firms and individuals ‘betting’ on different technological solutions. With different competing technological paradigms, competition does not only occur between the ‘new’ technology and the ‘old’ one which it tends to substitute, but also among alternative ‘new’ technological approaches.”<sup>39</sup>*

Situationen där branschorganisationer bildats för att gemensamt arbeta med forskning är inte ovanlig. Dock kan denna samarbetsform vålla stora problem ifall inget av de enskilda företagen har kapacitet eller vilja att skörda frukterna av den gemensamma forskningen. En initial teknologi utvecklas, men kommersialiseringen av den misslyckas.<sup>40</sup>

Ovanstående exempel är typiskt för det kaos som kan uppstå på en marknad när en ny teknologisk väg eller riktning öppnar sig. Signalerna om i vilken riktning som teknologin kommer att gå filtreras genom ett nät av organisationer och företag som ofta har konkurrerande och kortsiktiga intressen, vilket innebär att signalerna blir svåra att uppfatta och dessutom riskerar att förvrängas. Om ett etablerat företag i en industri har stora investeringar i den traditionella produkten eller tekniken och efterfrågan på de existerande produkterna fortfarande är stark, kan detta innebära att man anser att förslag på ett möjligt teknologiskifte är onödiga och därför motsätter sig detta.<sup>41</sup>

### 3.5 Teorisammanfattning

Det ligger nära till hands att anta att den aktör med mest att vinna på att vara först verkligen ska bli först in på en ny marknad. Detta är dock inte den givna utgången om det samtidigt finns nackdelar för de aktörer som i ett senare skede går in på marknaden. En aktör som skulle få stora nackdelar av att komma sent in på marknaden kan trots avsaknad av fördelar med att vara först ändå sträva efter att komma först. Även om ett tidigt inträde kan vara förknippat med nackdelar kan det bli ”billigare” att ta dessa om de nackdelar som är förknippade med att komma senare in på marknaden är större.<sup>42</sup>

Genom att vänta på att osäkerheten ska skingras kan en senare aktör undvika att göra kostsamma felinvesteringar i exempelvis teknik. I en situation där aktören har stora

<sup>38</sup> Glasmeier, 1997, s. 35

<sup>39</sup> Glasmeier, 1997, s. 35 f

<sup>40</sup> Glasmeier, 1997, s. 36

<sup>41</sup> Glasmeier, 1997, s. 35

<sup>42</sup> Narasimhan & Zhang, 2000

nackdelar förknippade med en sen ingång på marknaden kan det vara motiverat att inte ta hänsyn till rådande osäkerhet. Detta är också ett attraktivt alternativ i de fall där de nödvändiga investeringarna inte är så omfattande, det vill säga att en felaktig investering inte behöver bli så kostsam.<sup>43</sup>

Även om det finns stora fördelar associerat med ett tidigt inträde på en marknad kan en aktör ändå förlora på att vara först. Detta beror på att aktören då missar de fördelar som uppstår i samma ögonblick som marknads- och teknologiosäkerheten skingras. De fördelar som då förknippades med att vara först äts snabbt upp av de nackdelar som uppstår på grund av kostsamma felinvesteringar.<sup>44</sup>

De teorier vi använder visar att utgången vad gäller aktörers inträde på en ny marknad beror på många olika faktorer. De faktorer som var för sig skulle ge ett självklart resultat ger vid närvaro av samtidigt motverkande faktorer ibland oväntade resultat med avseende på inträdesordningen. Det är därför mycket svårt att förutsäga vilken typ av aktör som till slut kommer att bli först ut på en ny marknad.

Det teorierna ändå påvisar är att stora etablerade aktörer har mycket goda förutsättningar att klara sig även på en ny marknad. Dessa aktörer kan med fördel inta en avvaktande position och därmed dra nytta av de aktörer vars enda chans är att vara först.

En branschorganisation kan fungera bra om företag inom en bransch gemensamt vill satsa på forskning av en ny produkt eller teknologi. Det innebär fördelar i form av bättre resurser och större chans att slutresultatet blir något alla i branschen kan dra nytta av än om varje enskilt företag tagit fram sin egen lösning på problemet. Dock finns det en risk att ingen av branschdeltagarna vågar eller har möjlighet att satsa på den nya lösningen, i synnerhet om den innebär stora förändringar eller risktagande.

---

<sup>43</sup> Narasimhan & Zhang, 2000

<sup>44</sup> Lieberman & Montgomery, 1998

## 4 Internet

Internet utgörs av ett globalt nätverk bestående av miljontals datorer som kan kommunicera med varandra. Det är inte som man kan tro ett enda stort nätverk utan Internet består av både små och stora nätverk som sammankopplats.

### 4.1 Bakgrund

Inom litteraturen som behandlar Internets framväxt figurerar två olika bakgrundsversioner. Dels den version där den amerikanska militären var inblandad i uppkomsten av det nätverk som var Internets föregångare och dels den som hävdar att nätverket helt och hållet vuxit fram inom den amerikanska universitetsvärlden utan någon som helst militär inblandning. Då större delen av litteraturen ändå nämner den militära inblandningen väljer vi att ta med den i vår redogörelse av Internets bakgrund och framväxt.

Den bakomliggande orsaken till att vi idag har något som går under beteckningen Internet är det kalla kriget mellan väst och öst, det vill säga mellan USA och Sovjet, efter andra världskriget. I USA satsades stora resurser för att minska den egna sårbarheten i händelse av en attack från motståndarsidan. Bland annat försökte man sprida sina försvarsstrategiska resurser på flera geografiska platser för att på så sätt förhindra att en kärnvapenattack på en viss plats skulle slå ut hela landet.<sup>45</sup>

#### 4.1.1 1960-talet

På 1960-talet påbörjades ett arbete bland forskare inom det amerikanska försvaret med att bygga upp ett nytt kommunikationsnätverk. Nätverket skulle vara stabilt i den mening att det inte skulle vara beroende av en central punkt för att fungera. Systemet skulle fortsätta att fungera även om en av nätets knutpunkter, det vill säga en av dess noder, slogs ut.<sup>46</sup>

Tidigare hade nätverken varit centraliserade med en mittpunkt genom vilken all trafik passerade. Om denna havererade fanns ingen möjlighet för de anslutna enheterna att kommunicera med varandra. Lösningen på problemet blev ett redundant distribuerat nätverk utan någon central punkt. Varje punkt blev nu kopplad till flera andra punkter. Nätverket var redundant i den meningen att om man skickade två datapaket till samma slutdestination behövde dessa inte nödvändigtvis ta samma väg. Denna nätkonstruktion hade den stora fördelen att om en förbindelse låg nere kunde man välja andra vägar för att upprätthålla kommunikationen.<sup>47</sup>

I slutet av 1960-talet grundades myndigheten ARPA (Advanced Research Project Agency) som hade till uppgift att bedriva forskning som kunde vara av militär

---

<sup>45</sup> Abbate, 1999, s 8 ff

<sup>46</sup> Nørretranders, 1998, s 25

<sup>47</sup> Govanius, 2000, s17, Nørretranders, 1998, s 25 ff



betydelse. Myndigheten var inte enbart kopplad till militära myndigheter utan samarbetade på bred front med både universitetsvärlden och andra forskningsenheter.

1969 kopplades datorer vid fyra amerikanska universitet ihop i ett nätverk som kom att kallas ARPANET. Detta nätverk var inte det nätverk som man ursprungligen haft visioner om. De säkerhetsaspekter som varit drivande vad gällde tillkomsten av nätet var helt borta. Som exempel kan nämnas att fyra knutpunkter inte är tillräckligt för att skapa ett redundansnätverk. Nätverket fungerade dock utmärkt i den mening att de anslutna datorerna kunde utbyta information.<sup>48</sup>

#### 4.1.2 1970- och 80-talen

Utbyggnaden av nätet skedde långsamt och de nya noder som anslöts tillhörde även de amerikanska universitet. Under de tre första åren anslöts bara drygt trettio noder till de fyra ursprungliga.<sup>49</sup> Det var inte förrän fyra år efter nätverkets tillkomst, det vill säga 1973, som utländska noder, i Europa, kopplades in.<sup>50</sup>

När nätverket började användas i lite större omfattning var det främst till TELNET och FTP, det vill säga till att arbeta mot andra datorer än den man sitter vid och till filöverföring mellan datorer. Användarna inom universiteten började dock använda FTP för att skicka meddelanden till varandra istället för den filöverföring som var tänkt från början. I takt med att antalet användare ökade uppstod behov av smidigare programvara vilket ledde fram till att användarna själva utvecklade små applikationer för att skicka elektronisk post. Detta var snart det dominerande användningssättet av ARPANET som därmed övergått till att vara ett kommunikationsmedel för människor.

Utanför de militärt relaterade önskemålen började idéer växa fram om ett nätverk där det skulle gå att koppla samman olika nätverk som internt var uppbyggda på helt skilda sätt. För att uppnå det önskade nätverket av nätverk krävdes att det fanns en gemensam standard för hur de sammankopplade nätverken skulle kommunicera med varandra. För detta ändamål användes till en början protokollet NCP (Network Control Protocol) med vars hjälp man kunde sammankoppla olika typer av datorer så länge alla datorerna förstod och klarade av att hantera protokollet.<sup>51</sup>

ARPANET växte dock ifrån NCP som till slut inte klarade av den trafikmängd som gick över nätverket.<sup>52</sup> För att lösa detta utvecklades en helt ny protokollgrupp, TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol), som blev en standard 1983. ARPANET som då bestod av 600 noder delades i samma veva upp i två delar, en militär del (MILNET) och en forsknings-/universitetsdel (ARPANET).<sup>53</sup>

---

<sup>48</sup> Nørretranders, 1998, s 47 ff

<sup>49</sup> Gunnarsson, 1996, s 235

<sup>50</sup> Govanius, 2000, s 17

<sup>51</sup> Govanius, 2000, s 17 ff

<sup>52</sup> Govanius, 2000, s 17 ff

<sup>53</sup> Abbate, 1999, s 140, 185

### 4.1.3 Internet

Början till det Internet vi känner idag kom 1986 då NSF (National Science Foundation) kopplade samman ett antal superdatorer i ett eget stamnätverk. NSF inledde ett samarbete med ARPANET vilket gjorde att NSF-nätverket tvingades övergå till att använda TCP/IP-protokollet. Tanken bakom det nya nätverket var att det inte skulle få förekomma någon kommersiell trafik. Men i takt med att allt fler nätverk anslöts växte intresset för att utnyttja det för kommersiella intressen, vilka slutligen kom att ta över.<sup>54</sup>

I samma veva började nätverket även kallas för Internet. I takt med att Internet växte genom att fler och fler nätverk flyttade dit så krympte ARPANET. Nätverket som allt börjat med stängde helt i mitten av 1990-talet.<sup>55</sup>

### 4.1.4 Internet idag

Historiskt sett har det varit intressen inom universitetsvärlden och entusiaster där som drivit fram utvecklingen av Internet. Men från att ha varit ett rent forskningsnätverk inom universitetsvärlden spreds Internet till en vidare krets användare 1993 då den första webbläsaren, Mosaic, kom. Den gjorde det möjligt att på ett nytt och enklare sätt använda den del av Internet som går under namnet World Wide Web.

Sedan dess har utvecklingen gått i en rasande fart och under senare delen av 1990-talet ökade internetanvändningen exponentiellt. Antalet anslutna nätverk ökade från att ha varit knappt 10 000 i början av 1993 till över 100 000 i mitten av 1996.<sup>56</sup> Antalet anslutna datorer har ökat från en dryg miljon i början av 1993 till 115 miljoner år 2001.<sup>57</sup>

Idag finns det fyra huvudsakliga typer av tjänster på Internet:<sup>58</sup>

- **World Wide Web (WWW)**  
Detta är den del som de flesta tänker på när man talar om Internet. Här kan man surfa bland webbsidor, titta på text och bilder samt använda hyperlänkar. WWW utgör idag den största andelen av den totala internettrafiken och har gjort så sedan 1994.
- **E-post**  
Med hjälp av e-post kan en användare skicka meddelanden till andra som också är anslutna till Internet.
- **Filöverföring**  
Filöverföring är en av de äldsta tjänsterna på Internet och ger användaren möjlighet att ladda ner filer från andra anslutna datorer.

---

<sup>54</sup> Govanius, 2000, s 17 ff

<sup>55</sup> Govanius, 2000, s 17 ff

<sup>56</sup> <http://www.zakon.org/robert/internet/timeline/>

<sup>57</sup> Wallström, 2001

<sup>58</sup> Comer, 2000, s 4

- **Fjärrinloggning**

Genom fjärrinloggning kan en användare koppla upp sig på en dator som befinner sig på en annan plats och uppleva det som om han arbetar vid denna dator.

Internet genomgick alltså en genomgripande förändring under 1990-talet då det övergick från att ha varit ett rent forskningsnätverk till att bli ett kommersialiserat nätverk för allmänheten. Det finns idag visioner om ett framtida nytt steg som till viss del redan har påbörjats. Detta steg vidgar Internets gränser och innebär bland annat att man oavsett var man befinner sig ska kunna nå Internet och all information som finns där. Redan nu satsas på 3G-nät (tredje generationens mobiltelefoni) som kommer ge snabba trådlösa anslutningar till Internet. Det är heller inte längre enbart datorer som skall kunna anslutas till Internet utan allt fler produkter får egna IP-nummer för att möjliggöra kommunikation över Internet.<sup>59</sup>

## ***4.2 Internets organisationer***

Internet i sig ägs inte av något enskilt företag eftersom det består av helt separata nätverk som kopplats samman. Det ägande som finns utgörs av de som äger respektive nätverk som var och en utgör en liten del av Internet. Detta innebär dock inte att det inte finns behov av ett centralt organ som koordinerar vissa uppgifter och aktiviteter som till exempel utdelning av IP-adresser, domännamnsadministrering och upprättande av de gemensamma standarder som krävs för att kommunikationen skall fungera.

Den viktigaste sammanslutningen för Internets nuvarande utveckling är Internet Society (ISOC), en internationell paraplyorganisation som verkar för samarbete kring Internet och internetteknologier. Organisationen grundades 1992 och dess medlemmar tillhör dels de som var med och utvecklade Internet och dels framtidsvisionärer.<sup>60</sup>

Under ISOC finns ett flertal underorganisationer som har hand om olika områden kring utvecklingen av Internet. En av dessa organisationer är Internet Engineering Task Force (IETF) som arbetar med teknisk utveckling som till exempel protokollspecifiering. Medlemmarna består av personer som är intresserade av dessa frågor och representerar bland annat organisationer, tillverkare, nätoperatörer och utvecklare. IETF ger ut RFC:er (Request for Comment) som fastställer teknologier som vanligen utgör standarder.<sup>61</sup>

IETF producerar öppna standarder vilket innebär att intressenter över hela världen och från en mängd olika branscher är välkomna att delta i utvecklingsprocessen. Exempel på intressenter är datortillverkare, hård- och mjukvaruutvecklare, programmerare, telefonbolagsfolk och representanter från kabel-TV-branschen.<sup>62</sup>

Första steget mot en standard är att IETF publicerar en så kallad White Paper Solicitation. Detta är ett dokument som uppmanar alla intressenter att lämna in

---

<sup>59</sup> Olofsson, 2001

<sup>60</sup> Ewert, 1999, s 436

<sup>61</sup> Ewert, 1999, s 438

<sup>62</sup> Comer, 2000, s 601

detaljerade förslag och specifikationer på vad de anser är viktigt inom det berörda problemområdet. Det kan till exempel röra detaljer om hur något ska utformas för att just den intressentgruppen ska ha störst nytta av det. De inkomna bidragen behandlas och granskas av IETF samt ett externt granskningsorgan. Författaren till bidraget får möjlighet att utveckla och förtydliga oklarheter och brister varpå dokumentet blir ett offentligt så kallat Internet Draft. Efter en tid övergår det till att bli en RFC, ett dokument vars främsta syfte är att skapa diskussion och bidra till utvecklingen av en teknologi, som kan utmynna i specifikation av en standard.<sup>63</sup>

### **4.3 Kommersiella aktörer**

Det finns idag ett flertal aktörer som på ett eller annat sätt kommersiellt bygger sin verksamhet på Internet. De kan delas in i tre olika kategorier efter på vilket sätt de nyttjar Internet.

En av kategorierna är de hårdvaruföretag vars verksamhet bygger på att tillhandahålla dels den utrustning som utgör Internets ryggrad och dels den utrustning som behövs runt omkring. Exempel på ett sådant företag är Cisco som bland annat levererar routrar.

Det finns också de stora globala operatörerna, såsom Cable & Wireless och Worldcom, som äger och sköter fibernätverk som sträcker sig runt jorden och de nationella och lokala telefonbolagen, såsom Telia och Telenor, som i allt högre grad tar steget över till Internet och IP-baserad kommunikation.

Dessutom finns det olika typer av tjänsteleverantörer såsom driftcentraler, ISP:s (Internet Service Providers), ASP:s (Application Service Providers), portaler och så vidare. Exempel på aktörer inom denna grupp är Tripnet, Spray och Halebop.

### **4.4 Protokoll**

Grunden för all kommunikation är att de som deltar i den har ett gemensamt språk. Detta gäller inte enbart människor utan är minst lika viktigt för datorer som skall kommunicera med varandra. Kommunikation är enligt Nationalencyklopedin:

*”överföring av information mellan människor, djur, växter eller apparater (...). Kommunikation kräver dels ett språk eller en kod vari informationen uttrycks, dels ett fysiskt medium varigenom informationen överförs.”<sup>64</sup>*

Förutom att datorerna måste vara sammankopplade krävs det att de dessutom använder ett språk de bägge förstår för att kommunikationen skall lyckas. Detta gemensamma datorspråk kallas för protokoll.<sup>65</sup>

Protokollen specificerar hur kommunikationen mellan datorer ska fungera. Exempelvis anges hur informationen som skickas skall se ut, hur en dator ska ta emot

---

<sup>63</sup> Bradner & Mankin, 1993, s 2 ff

<sup>64</sup> Nationalencyklopedin 1993, band 11, s 206

<sup>65</sup> Comer, 2000, s 56

meddelanden samt reagera på eventuella felaktigheter. Genom användningen av protokoll behöver man inte känna till detaljer om olika typer av hårdvara eftersom protokollet utgör ett intyg på att produkten kan hantera en viss typ av kommunikation.<sup>66</sup>

Det finns en mängd protokoll som används för kommunikation mellan olika typer av datorer. De enskilda protokollen används för en specifik typ av kommunikation, exempelvis e-post och ftp. När flera protokoll samverkar vid kommunikation kallas dessa för en protokollstack.

#### 4.4.1 TCP/IP

Protokollstacken TCP/IP utvecklades 1974 för att ta över efter det gamla NCP som inte klarade den växande trafikmängden på ARPANET. Sedan 1983 är TCP/IP den standardprotokollstack som används på Internet.<sup>67</sup>

TCP/IP består av flera olika protokoll varav de mest betydelsefulla som namnet antyder är TCP och IP. TCP sänder data mellan datorer på ett säkert sätt i den bemärkelsen att innan protokollet sänder data måste det upprättas en förbindelse mellan avsändar- och mottagardatorn. IP skickar istället data förbindelselöst.<sup>68</sup> Övriga protokoll i TCP/IP-stacken, förutom nätverks- och transportprotokollen, hanterar bland annat e-post, filöverföring, fjärrinloggning och WWW.<sup>69</sup>

Anledningen till att TCP/IP blivit den ledande standarden på Internet är framför allt att protokollstacken är gratis och kan användas av vem som helst. Protokollstacken har dessutom fördelen att den inte är begränsad till en viss typ av datorer utan kan köras i många olika miljöer oberoende av datortyp. TCP/IP använder sig av en egen adresseringsteknik vilket gör systemet oberoende av vilken typ av nätverk som används. Detta gör protokollstacken särskilt lämplig för stora nätverk som i sin tur består av nätverk, vilket ju är exakt vad Internet är.<sup>70</sup>

#### 4.4.2 Internet Protocol

Precis som namnet, Internet Protocol (IP), antyder är IP det enskilda protokoll som är viktigast för Internet. All kommunikation på Internet grundas på IP-protokollet som hanterar överföringen av data mellan datorer. Dataöverföringen är förbindelselös och opålitlig i den mening att det inte finns några garantier för att det som sänts verkligen kommit fram till mottagaren. Systemet kan jämföras med att lägga ett brev på postlådan – när man väl lagt det där har man ingen kontroll över brevet under dess färd till mottagaren.<sup>71</sup>

I IP-protokollet är två viktiga funktioner specificerade. Dels adressering som innebär att ett datapaket kan gå från avsändare till mottagare och dels fragmentering som

---

<sup>66</sup> Comer, 2000, s 3

<sup>67</sup> Govanius, 2000, s 17 f

<sup>68</sup> Comer, 2000, s 694, 713

<sup>69</sup> Ewert, 1999, s 387 ff

<sup>70</sup> Gunnarsson, 1996, s 12

<sup>71</sup> Govanius, 2000, s 37

innebär att stora meddelanden kan delas upp i mindre bitar av avsändaren och sedan sättas samman igen av mottagaren.<sup>72</sup>

## **4.5 Adresstyper & adressering**

För att kunna sända information mellan två datorer krävs att man vet varifrån informationen skall skickas, var den skall skickas och vägen däremellan. Detta innebär med andra ord avsändaradress, mottagaradress och vägen mellan dessa adresser. När man pratar om adresser inom datorvärlden avser man en adress som identifierar en punkt, vanligen en dator i ett nätverk, en så kallad nod. På Internet används IP-adresser för att identifiera noden samt ge routrarna den information som behövs för att de skall kunna dirigera trafiken.<sup>73</sup>

### **4.5.1 Officiella externa adresser**

För att kommunikationen skall fungera i nätverket måste alla anslutna datorer ha unika adresser. Om detta inte är fallet utan flera datorer har samma adress är det omöjligt att veta till vilken av datorerna ett visst paket skall skickas. Detta behöver inte vara något problem i ett mindre nätverk där den systemansvarige lätt kan kontrollera att alla datorer fått unika adresser. För ett så stort nätverk som Internet som är uppbyggt av många olika nätverk måste denna funktion organiseras centralt för att förhindra att de systemansvariga för respektive nät fritt väljer adresser vilket i sin tur skulle orsaka kaos.

För att garantera unika IP-adresser finns det en central myndighet som delar ut nätverksadresser. Fram till 1998 sköttes detta arbete av Internet Assigned Number Authority (IANA). Därefter tog Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN) över ansvaret för adresstilldelningen.<sup>74</sup>

Organisationen har dock delegerat ansvaret för den uppgiften till tre regionala internetregister, RIR (Regional Internet Registries). RIPE NCC (Réseaux IP Européens Network Coordination Centre) delar ut adresser till Europa, Mellanöstern och delar av Afrika. APNIC (Asia Pacific Network Information Centre) delar ut adresser i Asien och Stilla havsregionen medan ARIN (the American Registry for Internet Numbers) ansvarar för adressutdelningen i Nord-, Sydamerika, Karibien och södra Afrika. Förutom dessa etablerade RIR finns det idag två nystartade adressregister som i framtiden skall ta över tilldelningen i Afrika (AFRINIC) och Latinamerika.<sup>75</sup>

Förutom själva adresstilldelningen har dessa organisationer till uppgift att bevara IP-adressutrymmet, avgöra hur stora adressblock som skall tilldelas samt arbeta för att försöka hålla de internationella routingtabellerna på en storleksmässigt hanterbar nivå.<sup>76</sup>

---

<sup>72</sup> Postel, 1981, s 2 f

<sup>73</sup> Gunnarsson, 1996, s 14

<sup>74</sup> Comer, 2000, s 71 f

<sup>75</sup> [www.apnic.net](http://www.apnic.net), [www.arin.net](http://www.arin.net), [www.ripe.net](http://www.ripe.net)

<sup>76</sup> [www.apnic.net](http://www.apnic.net), [www.arin.net](http://www.arin.net), [www.ripe.net](http://www.ripe.net)

När ett företag eller en organisation vill ha IP-adresser vänder man sig vanligen inte till de globala adresstilldelningsorganisationerna utan till sin lokala internetoperatör för att via deras nätverk ansluta sitt nätverk till Internet. Det är viktigt att poängtera att de centrala utdelningsenheterna bara ansvarar för nätverksdelen av IP-adresserna och inte datordelen. När en organisation väl erhållit en nätverksadress kan de efter eget tycke och smak fördela de tillgängliga datoradresserna inom nätverket.<sup>77</sup>

#### 4.5.2 Interna adresser

Det är dock inte alla datorer som behöver externa officiella IP-adresser. En officiell adress behövs enbart om datorn har direkt kontakt med Internet. En dator som saknar denna koppling utåt skulle alltså i princip kunna adresseras precis som den systemansvariga vill. Det gäller dock att tänka till mycket noga innan en intern adress väljs eftersom datorn kan vara indirekt ansluten till Internet. För att tydliggöra detta kan man klassificera tre typer av nätverk efter den omfattning nätverkens datorer har kontakt med Internet.<sup>78</sup>

- **Alla datorer i nätverket har full tillgång till Internet.**  
I ett nätverk där alla anslutna datorer har full tillgång till Internet måste alla datorer ha egna externa officiella IP-adresser.
- **Enbart några datorer i nätverket har full tillgång till Internet.**  
Övriga datorer i nätet har sedan kontakt med Internet via någon av de direktanslutna datorerna. De ”oanslutna” datorerna kommer aldrig att adresseras via Internet och kan därför ha vilken adress som helst så länge de inte är samma som någon av de adresser som används som officiella IP-adresser. För att denna situation inte skall uppstå har man reserverat tre adressintervall som aldrig kommer att användas officiellt ute på Internet. Dessa adresser kan därmed fritt användas inom ett nätverk för datorer som inte har direktkontakt med Internet. De adresser som avsatts för detta är adresserna i intervallen: 10.0.0.0 – 10.255.255, 172.16.0.0 – 172.31.255.255 och 192.168.0.0 – 192.168.255.255.
- **Ingen dator i nätverket har full tillgång till Internet.**  
I nätverk som helt saknar kontakt med Internet skulle man teoretiskt sett kunna ge datorerna vilka IP-adresser som helst, även de som är reserverade för officiella internetadresser. Men om man i ett senare skede kopplar nätverket till Internet eller till ett annat nätverk uppstår problem om de adresser man använt även används någon annanstans.

#### 4.5.3 Dynamiska adresser

Förutom externa och interna adresser talar man också om dynamiska adresser. Detta bygger på ett enkelt sätt genom vilket man kan spara in på IP-adresser när man har användare som bara är sporadiskt uppkopplade mot Internet. Flera användare kan då

---

<sup>77</sup> Comer, 2000, s 71 f

<sup>78</sup> Ewert, 1999, s 392 f

delas på en pool med IP-adresser som tilldelas användaren när denne vill koppla upp sig mot Internet.<sup>79</sup>

Denna metod har använts flitigt av bland annat operatörer som erbjuder uppringda internetuppkopplingar, så kallade modempooler. När en användare vill koppla upp sig mot Internet går denne via operatörens modempool och blir då temporärt tilldelad en ledig IP-adress, vilket innebär att användaren får godtyckliga adresser varje gång denne kopplar upp sig mot nätverket.

## 4.6 Routing

Enligt tidigare resonemang är två av grundförutsättningarna för att information skall kunna skickas mellan två datorer en avsändar- och en mottagaradress. Den tredje grundförutsättningen är att man känner till vägen mellan dessa adresser, så att rätt paket skickas till rätt dator. För detta ändamål används routing som handlar om att välja en väg för datapaketet som skickas över ett nätverk. Ett ytterligare krav förutom att det finns en koppling mellan datorerna är att de är villiga att sända paket vidare.<sup>80</sup> För detta ändamål använder man routrar.

Om datorerna var direkt sammankopplade på en anslutning skulle avsändaren direkt kunna skicka paketet till mottagaren utan att använda någon routingfunktion. På Internet är denna situation mycket osannolik eftersom Internet består av mer än hundra miljoner sammankopplade datorer<sup>81</sup>. Paketet måste ofta gå mellan ett flertal nätverk och datorer innan de når sin slutdestination. Vägen som paketet mellan en viss avsändare och en viss mottagare tar är inte statisk utan kan förändras från gång till gång beroende på statusen på mellanliggande datorer. Detta bygger på en av grundtankarna bakom Internet, nämligen att nätverket skall vara redundanter i den meningen att paketet skall kunna ta många olika vägar på sin väg till mottagaren.

Routrarna har till uppgift att hitta vägen mellan datorer på Internet och dirigera trafiken till rätt mottagare. En router behöver inte vara någon särskild apparat utan kan vara en helt vanlig dator med särskild programvara som sammankopplar två nätverk.<sup>82</sup> Utan routrar skulle det inte gå att sammankoppla hela nätverk utan man skulle vara begränsad till att sammankoppla enskilda datorer. Routrar skickar vidare paketet med hjälp av nätverksadressen och siktar därmed på slutmottagarens nätverk, inte den enskilda datoradressen.<sup>83</sup>

---

<sup>79</sup> Gunnarsson, 1996, s 17

<sup>80</sup> Comer, 2000, s 56

<sup>81</sup> Wallström, 2001

<sup>82</sup> Gunnarsson, 1996, s 31 ff

<sup>83</sup> Comer, 2000, s 56 f



Varje router har routingtabeller som består av information om var paket skall skickas för att nå rätt mottagare. Paket som skickas går vanligtvis via flera olika routrar under sin färd mot mottagaren. För att detta system ska fungera krävs att routrarna ständigt uppdaterar sina tabeller så att dessa alltid speglar det aktuella tillståndet i nätverket. För detta ändamål skickar routrar routinginformation till andra routrar som då kan bygga vidare på sina routingtabeller.<sup>84</sup>

---

<sup>84</sup> Ewert, 1999, s 127

## 5 IPv4

Dagens IP-standard som används på Internet är den drygt tjugo år gamla Internet Protocol version 4 även kallad IPv4. IPv4-standarden är specificerad i RFC-791 från 1981.

### 5.1 Paket

All data som sänds på ett nätverk utgörs av en ram som innehåller dels ett huvud och dels själva datan. Detta gäller även för den data som sänds via IP-protokollet. Den data som skall skickas kapslas in i datagram, även kallat IP-paket.<sup>85</sup>

Dessa IP-paket har en maxstorlek på 65 536 bytes och innehåller dels själva datan som skall överföras och dels ett IP-huvud. Om informationsmängden som skall överföras överstiger maxstorleken på 65 536 bytes, delas informationen upp i flera IP-paket genom så kallad fragmentering.

IP-huvudet innehåller den information som är nödvändig för att paketöverföringen skall lyckas, det vill säga avsändar- och mottagaradress samt övrig information som behövs för att routingen skall fungera. Informationen i IP-huvudet är uppdelad i ett antal fält, vilka specificerats i RFC-791.<sup>86</sup>

- **Versionsnummerfältet**  
Här anges avsändarens, det vill säga paketets, IP-version. All mjukvara som hanterar IP-paket måste först kontrollera att detta fält innehåller samma version som de själva hanterar. Om versionsnumren inte stämmer överens skall mjukvaran bortse från paketet så att inga missförstånd sker på grund av att formaten inte är kompatibla. Eftersom den aktuella versionen av IP som används är IPv4 anges det binära talet 0100 (vilket motsvarar det decimala talet 4) i fältet.
- **Huvudlängds-, paketlängds- och protokollfälten**  
Fälten anger storleken på IP-huvudet och den totala paketlängden vilken maximalt kan vara 65 535 bytes samt vad som finns i paketets datadel.
- **Tjänstetypsfältet**  
Fältet talar om vilken tjänstetyp som skall användas vid överföringen.
- **Identifierings-, flagg- och fragment-offsetfälten**  
Fälten används vid fragmentering och innehåller bland annat identifierande unika paketnummer.

---

<sup>85</sup> Comer, 2000, s.97 f

<sup>86</sup> Postel, 1981, s. 8 ff

- **TTL- och kontrollsummefälten**  
Kontrollfält som dels förhindrar att felaktiga paket skickas runt på Internet i all evighet och dels gör det möjligt att kontrollera att IP-huvudet inte förändrats under överföringen.
- **Adressfältet**  
Fältet innehåller både avsändar- och mottagaradress.

## 5.2 Adresser

En av de viktigaste funktionerna i IPv4 är förmågan att flytta paket genom ett nätverk av datorer. Paketerna går genom nätverket från dator till dator med hjälp av routingfunktioner tills de når sin slutmottagare. För att detta skall kunna genomföras krävs att alla datorer är adresserbara, det vill säga har tilldelats egna adresser, samt att adressformatet är standardiserat. De adresser som används idag för att adressera datorer på Internet är de som IP-protokollet tillhandahåller.<sup>87</sup>

Dagens IP-standard, IPv4, använder ett 32 bitars adressfält vilket teoretisk ger omkring fyra miljarder adresser. I verkligheten utnyttjas dock inte alla adresser på grund av adressernas hierarkiska uppbyggnad med uppdelning i nätverks- och värddatorindel. Till varje nätverkadress hör en antal värddatoradresser och det är mycket osannolikt att samtliga värddatoradresser verkligen utnyttjas.

En IP-adress representeras binärt eftersom ettor och nollor är det enda datorer förstår. För att förenkla hanteringen av adresserna för oss människor, som har svårt att komma ihåg 32 siffror, delas de vanligen upp i fyra delar (så kallade oktetter) som vardera består av åtta bitar. Dessa delar översätts sedan till decimal (det talsystem vi använder med basen 10) form och skrivs som fyra heltal separerade med punkter.<sup>88</sup>

### Exempel på hur en IPv4-adress ser ut:

Binär IP-adress	11101010101010101010101010101010
Binär IP-adress uppdelad i oktetter	11101010 10101010 10101010 10101010
Decimal IP-adress	129.239.4.78

För att ytterligare underlätta för användarna, det vill säga människor, finns det möjlighet att ange en adress med bokstäver, ett så kallat värddamn, när man exempelvis surfar på Internet. En sådan adress är till exempel [www.aftonbladet.se](http://www.aftonbladet.se). Datorer arbetar dock enbart med ettor och nollor så den textuella adressen ovan omvandlas med hjälp av en domännamnsserver till motsvarande binära IP-adress.<sup>89</sup>

En 32-bitars IPv4-adress delas in i två delar. Dels i ett nätverksnummer (*net\_id*) som identifierar ett helt nätverk och dels ett datornummer (*host\_id*) som identifierar den enskilda datorn i nätverket. För att nätverksnumret skall bli unikt måste man ansöka hos en central organisation som till exempel RIPE NCC för att tilldelas ett sådant.

<sup>87</sup> Postel, 1981, s.6

<sup>88</sup> Huitema, 1995, s.29

<sup>89</sup> Ewert, 1999, s.394 ff

Inom det enskilda nätverket är det systemadministratören som är ansvarig för tilldelning av internt unika datornummer.<sup>90</sup>

Uppdelning i nätverks- och datornummer är viktig för att routingen skall bli så effektiv som möjligt.<sup>91</sup> Genom denna uppdelning behöver routingtabellerna bara innehålla uppgifter om nätverken, inte om de enskilda sludatorerna, och routern bara undersöka nätverksdelen av en IP-adress.<sup>92</sup>

En IP-adress innehåller dessutom ett prefix, de första bitarna i adressen, som identifierar vilken adressklass nätverket tillhör.

### IP-adressernas uppbyggnad inom respektive adressklass.<sup>93</sup>

Adressklass	Bitar										
	0	1	2	3	4	8	16	24	32		
<b>Klass A</b>	0	net_id (7 bitar)					host_id (24 bitar)				
<b>Klass B</b>	1	0	net_id (14 bitar)					host_id (16 bitar)			
<b>Klass C</b>	1	1	0	net_id (21 bitar)					host_id (8 bitar)		
<b>Klass D</b>	1	1	1	0	Multicast						
<b>Klass E</b>	1	1	1	1	reserverat för framtiden						

IP-adresserna är indelade i fem adressklasser efter hur stora nätverken är. Denna indelning gjordes för att skapa flexibilitet genom nätverk av tre olika storlekar.<sup>94</sup>

Det är den första delen i en IP-adress (exempelvis 128 i adressen 128.34.0.14) som avgör vilken klass adressen tillhör. Detta motsvarar den första oktetten, det vill säga de första åtta bitarna, i den binära adressen.

### Adressklasserna<sup>95</sup>

Adressklass	Lägsta adress	Högsta adress	Antal nätverk	Antal datorer per nätverk
<b>Klass A</b>	1.0.0.0	126.0.0.0	126	16 777 214
<b>Klass B</b>	128.1.0.0	191.255.0.0	16 384	65 534
<b>Klass C</b>	192.0.1.0	223.255.255.0	2 097 153	254
<b>Klass D</b>	224.0.0.0	239.255.255.255		
<b>Klass E</b>	240.0.0.0	255.255.255.254		

- **Klass A**

Klass A-nätverk har adresser som börjar med ett tal mellan 1 och 126. För dessa nätverk utgör den första oktetten nätverksdelen och de tre sista värddelen. Detta är ett litet antal mycket stora nätverk som inte längre delas ut.<sup>96</sup>

<sup>90</sup> Huitema, 1995, s.29

<sup>91</sup> Comer, 2000, s.64 f

<sup>92</sup> Comer, 2000, s.148

<sup>93</sup> Comer, 2000, s.64 f

<sup>94</sup> Postel, 1981, s.19

<sup>95</sup> Comer, 2000, s.70, Ewert, 1999, s.392, Graham, 2001, s 42 ff

<sup>96</sup> Govanius, 2000, s.53 ff

- **Klass B**  
Klass B-nätverk har adresser som börjar med ett tal mellan 128 och 191. För dessa nätverk utgör de två första oktetterna nätverksdelen och de två sista värddelen. Detta är medelstora nätverk som kan innehålla upp till 65 534 datorer.<sup>97</sup>
- **Klass C**  
Klass C-nätverk har adresser som börjar med ett tal mellan 192 och 223. För dessa nätverk utgör de tre första oktetterna nätverksdelen och den sista värddelen. Detta är små nätverk som bara stöder 256 datorer per nätverk.<sup>98</sup>
- **Klass D & E**  
Förutom dessa klasser finns även D och E som används för speciella ändamål och inte är adresser som delas ut. D-adresserna används för multicasting, vilket innebär att de inte anger något nätverk eller värd utan bara en grupp av datorer. Klass E-adresser används för experiment samt sparas för framtida användning.<sup>99</sup>

### ***5.3 Problem och lösningar***

IPv4 har varit ett mycket stabilt protokoll som använts under tjugo år. Dock har vissa problem uppstått i takt med att tiden gått. Den kritik som riktas mot IPv4 baseras förutom på adressbristen på de problem som upplevs inom bland annat säkerhetsfrågor, mobilitet, tjänstekvalitet och nätverkskonfiguration. Dessa brister har tillfälligt lösts genom att man byggt vidare på IPv4 samtidigt som IPv6 tagits fram och testats. Eftersom det i princip enbart är adressbristen det gått att finna material om, tolkar vi detta som det största problemet med IPv4.

#### **5.3.1 IPv4:s klassindelning**

Den klassindelning som finns för IPv4-adresserna innebär en stor nackdel i och med att det bara finns tre olika klasser, som storleksmässigt är illa planerade. En klass för jättestora klass A-nätverk med upp till 16 777 214 noder, en för stora klass B-nätverk med upp till 65 534 noder och en för mycket små klass C-nätverk med upp till 255 noder<sup>100</sup>.

Denna uppdelning med mycket stora gap mellan de stora och de små nätverken har lett till problem. Ett nätverk med mer än 255 noder har tidigare blivit tilldelat en klass B-adress med utrymme för 65 534 noder, oavsett om man egentligen bara behövde adresser för 260 noder.<sup>101</sup>

---

<sup>97</sup> Govanius, 2000, s.53 ff

<sup>98</sup> Govanius, 2000, s.53 ff

<sup>99</sup> Ewert, 1999, s.391

<sup>100</sup> Ewert, 1999, s.392 f

<sup>101</sup> Huitema, 1995, s.392 f

Idag delas inte längre klass B-nätverk ut utan man tilldelas istället flera klass C-nätverk vilket inte heller är en bra lösning eftersom det försvårar routingen mellan nätverken i form av större routingtabeller.<sup>102</sup>

Det är mycket svårt att få en entydig bild av hur situationen ser ut vad gäller en eventuell brist på IP-adresser. Åsikterna är många och går vitt isär kring allvaret i bristsituationen och om när adresserna kommer att ta slut. Alla verkar dock vara överens om att adresserna är ett problem vi förr eller senare måste ta tag i.

### ***Network Address Translation***

I dag kan man tilldela en IP-adress när en person loggar på Internet och börjar surfa. På så sätt kan flera personer (internetanvändare) dela på en och samma IP-adress. Detta är dock inte en fungerande lösning om alla skall kunna vara uppkopplade hela tiden. För detta ändamål krävs en unik IP-adress för varje användare.<sup>103</sup>

Ovanstående i kombination med att adresstilldelningen de senaste åren har varit mycket restriktiv, vilket gjort det svårare att få så många adresser man velat ha, skapade behov av en alternativ lösning. För att komma förbi problemet har man tagit fram en teknik för nätverksadressöversättning (Network Address Translation, NAT) för att på så sätt minska behovet av ett stort antal officiella IP-adresser för varje nätverk som ansluts till Internet.

Med hjälp av denna teknik räcker det med att ett nätverk har en eller några få registrerade IP-adresser för den eller de datorer i nätverket som är direkt ansluten till Internet. Övriga datorer i nätverket, de som ej är kopplade direkt mot Internet, kan ha privata interna adresser som man får välja fritt förutsatt att de är anpassade för den NAT-programvara man använder.<sup>104</sup>

NAT fungerar så att den dator som är ansluten till Internet och därmed har den officiella IP-adressen kör en speciell NAT-mjukvara. Mjukvaran översätter adresser för både in- och utgående trafik. För all utgående trafik, som måste gå via NAT-datorn, sätts avsändande adress till NAT-datorns officiella IP-adress. För inkommande trafik ersätts NAT-datorns IP-adress med mottagarens privata interna adress. För datorer utanför nätverket kommer det att se ut som att all trafik går till NAT-datorn och att all trafik kommer från den. Datorer inom nätverket ser NAT-datorn som en router med direktkontakt ut mot Internet.<sup>105</sup>

En nackdel med användningen av NAT är att adressöversättningen kan ta tid och på så sätt minska den interaktivitet man erhåller om man är direktuppkopplad mot Internet.<sup>106</sup> Ett annat problem med NAT är att datapaketet som skickas över nätet förändras vilket försvårar säkerhetskontroller och autentisering. Genom att övergå till IPv6 istället för att fortsätta med NAT-lösningar skulle man kunna skicka krypterade paket som kommer fram i samma skick som de var när de skickades.<sup>107</sup>

---

<sup>102</sup> Ewert, 1999, s.392 ff

<sup>103</sup> <http://ipv6-summit.isoc.lu/Why-IPv6.html>

<sup>104</sup> Comer, 2000, s.394

<sup>105</sup> Comer, 2000, s.394

<sup>106</sup> Cope, 2001

<sup>107</sup> Hooper, 2001

### 5.3.2 Nätverkskonfiguration

Mycket av den information som behövs för att kommunikation via Internet skall vara möjlig har man hittills tvingats ställa in manuellt på varje dator. Exempel på detta är att man måste ge varje dator en IP-adress, information om var närmaste routrar befinner sig och så vidare. Detta har varit ett väldigt tidskrävande arbete som man tagit hänsyn till i utvecklingen av det nya IPv6-protokollet. Så långt det är möjligt har dessa uppgifter automatiserats.<sup>108</sup>

---

<sup>108</sup> Pettersson, 1996

## 6 IPv6

### 6.1 Varför IPv6?

Aktörer inom internetbranschen är överens om att IPv4 inte kommer vara tillräckligt i det långa loppet. Problemen kommer till slut inte kunna lösas på något smidigt sätt utan den enda långsiktiga lösningen är en övergång till IPv6.<sup>109</sup>

Det största och allvarligaste problemet är adressbristen. Det är inte bara genom den traditionella internetanvändningen behovet av IP-adresser kommer öka, visionerna är många kring vad man i praktiken skulle kunna använda IP-adresserna till. Nya applikationer utvecklas och programmerare finner nya sätt att använda TCP/IP på vilket innebär att det behövs ett bättre protokollstöd.<sup>110</sup> Exempel på områden med ett ökat IP-adresseringsbehov är mobilt Internet och nya uppkopplade enheter.

#### 6.1.1 Traditionell internetanvändning

Internet har genomgått stora förändringar under de senaste åren med avseende på en enorm ökning i storlek och belastning. En fördubbling av storleken har skett ungefär var nionde månad eller till och med ännu oftare. År 1999 tillkom i genomsnitt en ny värd varannan sekund. Dessutom har trafiken ökat både i frekvens och omfattning.<sup>111</sup>

Den stora explosionen vad gäller internetanvändningen har hittills till stor del skett i västvärlden. Stora delar av den övriga världen är fortfarande inte uppkopplad i någon större utsträckning. Detta talar för att tillväxten kommer att fortsätta i framtiden när Internet börjar nå stora segment av länder med stor befolkning som hittills inte har särskilt hög grad av uppkoppling i relation till invånarantalet. Dessa områden har i dag en väldigt liten tillgång på IPv4-adresser, som ett exempel kan nämnas att det amerikanska universitetet Stanford har tilldelats fler IPv4-adresser än hela Kina.<sup>112</sup> Detta påvisar behovet av fler adresser som kan fördelas på ett mer demokratiskt sätt.

#### 6.1.2 Mobilt Internet

I och med utvecklingen av mobila tjänster och mobil IP ökar behovet av IP-adresser eftersom tekniken bygger på att de mobila enheterna skall få egna unika adresser.

Mobila tjänster är idag på uppgående och ett intensivt utvecklingsarbete pågår inom området. 3G (tredje generationens mobilnät) kan driva utvecklingen framåt mot en ny generation internetanslutna trådlösa enheter.

I det framtida mobila samhället kommer varje enhet att behöva två IP-adresser, en för hemnätverket och en för att kunna kommunicera med andra nätverk när den är i

---

<sup>109</sup> Krapf, 2001

<sup>110</sup> Comer, 2000, s.600

<sup>111</sup> Comer, 2000 s.600

<sup>112</sup> Krapf, 2001



rörelse. Detta pekar på att det i framtiden kommer att finnas en ökad efterfrågan på IP-adresser. Som exempel kan nämnas att mobilindustrin räknar med att ha en miljard användare 2005, vilket i sin tur innebär att det måste delas ut två miljarder adresser för att varje användare ska kunna vara uppkopplad.<sup>113</sup>

### 6.1.3 Nya uppkopplade enheter

Allt fler enheter tilldelas nu IP-adresser redan vid tillverkningen även om användningen ännu inte kommit igång i stor skala. Denna utveckling ger dock en föraning om vad som kan komma i framtiden.

Det så kallade intelligenta hemmet fick stor uppmärksamhet under slutet av 1990-talet. Dessa uppkopplade vitvaror och hemelektronik innebär ytterligare ett adresslukande moment i och med att varje enskild komponent som ska kunna styras i hemmet måste tilldelas ett IP-nummer.<sup>114</sup>

Det är inte bara inom hemelektronikindustrin som det finns ett intresse för att tillverka adresserbara produkter. Biltillverkare har påbörjat utvecklingsarbetet med att tilldela bilar egna IP-nummer som ska kunna användas exempelvis för underhåll och lokalisering. Om detta slår igenom inom hela bilindustrin kommer det att skapas en mycket stor efterfrågan på IP-adresser eftersom antalet bilar förväntas uppgå till ungefär en miljard år 2010.<sup>115</sup>

## 6.2 Vägen till IPv6

### 6.2.1 Bakgrund

Internets kraftiga tillväxt och att detta på sikt kunde komma att innebära ett problem uppmärksammades av IETF i början av 1990-talet. Detta var den främsta anledningen till att the Network Working Group inom ISOC i november 1992 lade fram en handlingsplan i form av RFC 1380 med titeln ”IESG Deliberations on Routing and Addressing”.<sup>116</sup>

Denna handlingsplan hade sin utgångspunkt i att Internet vuxit långt större än det ursprungliga syftet och att den nuvarande IP-arkitekturen i längden inte kommer att klara den ökande påfrestningen.<sup>117</sup> När IPv4 skapades nära tjugo år tidigare, hade man inte ett kommersiellt Internet med flera miljoner användare i åtanke. Det som internetprotokollet utvecklades för var ett relativt litet nätverk som knöt ihop olika universitet och forskningsprojekt.<sup>118</sup> Framför allt uppmärksammas tre problem som kan relateras till att Internet blivit så mycket större än det från början var tänkt: bristen på klass B-adresser, stora routingtabeller och adressutmattning.<sup>119</sup>

---

<sup>113</sup> Krapf, 2001

<sup>114</sup> Matthews & Wiggins, 2001

<sup>115</sup> Krapf, 2001

<sup>116</sup> Gross & Almquist, 1992, s.1

<sup>117</sup> Gross & Almquist, 1992, s.2

<sup>118</sup> Haber, 1997

<sup>119</sup> Gross & Almquist, 1992, s.3

- **Brist på klass B-adresser**

Bristen på klass B-adresser ansågs så omfattande att de kunde ta slut inom två år från handlingsplanens datum. Åtgärder i form av restriktivitet från adresstilldelningsorganisationerna vad gäller själva adresstilldelningen måste vidtas för att stoppa denna utveckling. Dittills hade det varit väldigt lätt att få klass B-adresser även för mycket små nät som egentligen skulle klarat sig med en klass C-adress. Dessutom föreslogs att adresser som inte används ska lämnas tillbaka till adresstilldelningsorganisationerna.<sup>120</sup>

- **Ökade mängder routinginformation**

I takt med att antalet internetanslutna nätverk ökade, ökade även mängden information som håller reda på de olika nätverken. Detta ledde till problem inom två områden:

- I och med att routingprotokoll måste skicka runt denna information, och routrarna måste lagra och använda den, är detta mycket betungande för routrarnas minne. Dessutom kan detta konsumera mycket bandbredd när äldre routingprotokoll, såsom EGP och RIP, används eftersom dessa ursprungligen designats för mycket mindre nätverk.<sup>121</sup>
- Antalet transporter mellan routrar påverkar inte bara nätverkets fysiska delar. Ofta krävs omfattande konfiguration och trafikövervakning för att göra så att trafiken följer nätverksoperatörernas riktlinjer.<sup>122</sup>

- **Adressutmattning**

En fortsättning av dåvarande ökningstakt skulle leda till att antalet internetanslutna datorer till slut skulle överstiga antalet IP-adresser. I och med att IP-adresser är indelade i nätverks- och värdadresser, kommer situationen där adresserna är helt slut troligen aldrig att uppstå eftersom IP-nätverksnumren kommer att ta slut långt innan alla värdadresser tar slut. Oberoende av när detta kunde komma att inträffa ansågs problemet så viktigt att det borde uppmärksammas redan på ett tidigt stadium.<sup>123</sup>

*"Somewhat longer-term, it is possible that we will run out of host addresses or network numbers altogether. (...) While these problems could be avoided by attempting to restrict the growth of the Internet, most people would prefer solutions that allow growth to continue. Fortunately, it appears that such solutions are possible, and that, in fact, our biggest problem is having too many possible solutions rather than too few."*<sup>124</sup>

## 6.2.2 IP Next Generation

För att lösa problemet presenterades en ny handlingsplan. Den bestod av lösningsförslag, med olika tidsperspektiv, på de tre problemen ovan. Drygt ett år senare, i slutet av 1993, kom RFC 1550 - "IP: Next Generation (IPng) White Paper

---

<sup>120</sup> Gross & Almquist, 1992, s.3

<sup>121</sup> Gross & Almquist, 1992, s.3 f

<sup>122</sup> Gross & Almquist, 1992, s.4

<sup>123</sup> Gross & Almquist, 1992, s.4

<sup>124</sup> Gross & Almquist, 1992, s.2

Solicitation”. Vid denna tidpunkt kallades det protokoll som skulle komma att bli vad vi idag kallar för IPv6, för IP Next Generation (IPng) vilket är en beteckning som kan ses än idag.

Intressenter i branschen uppmanades att lämna in detaljerade specifikationer, förslag och kommentarer på vilka krav rörande till exempel adressering som de ansåg att IPng skulle uppfylla. Dessutom efterfrågades synpunkter på faktorer som kunde påverka valet av IPng, exempelvis IPng:s effekter på framtida trådlösa nätverk.<sup>125</sup> I slutet av 1993 bildade IETF även en IPng-arbetsgrupp med uppgift att undersöka de olika förslagen och föreslå hur man skulle gå vidare.<sup>126</sup>

### 6.2.3 IPv6 – en ny standard

I januari 1995 kom RFC 1752 -“The recommendation for the IP Next Generation”. Denna var ett förslag på en ny standard, eller snarare en rekommendation på hur den nya standarden borde se ut. Med utgångspunkt i kommentarer och diskussioner kring denna RFC släpptes i december 1995 specifikationen på den nya internetstandarden i RFC 1883 med titeln ”Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification”.<sup>127</sup>

Arbetet fortsatte för att ytterligare förbättra IPv6-tekniken, och i december 1998 kom den idag gällande specifikationen av IPv6, RFC nummer 2460 med titeln ”Internet Protocol Version 6 (IPv6) Specification”.<sup>128</sup>

## 6.3 Tekniska aspekter

### 6.3.1 Övergripande skillnader

Den största och mest betydelsefulla skillnaden mellan IPv4 och IPv6 är att adressutrymmet utökats från 32 till 128 bitar och dessutom blivit mer hierarkiskt. Andra mer övergripande skillnader är att IPv6 har ett bättre stöd för framför allt tidskritiska applikationer, bättre krypteringsmöjligheter, behörighetskontroll samt att vägvalshastigheten är högre i och med att IP-huvudet antagit en enklare form.<sup>129</sup>

### 6.3.2 Skillnader på protokollnivå

IPv6 innehåller många av de funktioner som bidrog till IPv4:s framgång. Dessa likheter är dock mest av konceptmässig karaktär, skillnaderna mellan de båda versionerna är stora när det kommer till detaljerna i själva protokollet.

- **Utökad adressering**

I IPv6 används ett större adressutrymme för att skapa fler nivåer i adresshierarkin än vad som finns i version 4, där ett av de största problemen är den begränsning enbart tre adressklasser medför.<sup>130</sup> Det utökade

<sup>125</sup> Bradner & Mankin, 1993, s. 1

<sup>126</sup> <http://www.ietf.org/html.charters/ipngwg-charter.html>

<sup>127</sup> [http://www.ietf.org/iesg/1rfc\\_index.txt](http://www.ietf.org/iesg/1rfc_index.txt)

<sup>128</sup> [http://www.ietf.org/iesg/1rfc\\_index.txt](http://www.ietf.org/iesg/1rfc_index.txt)

<sup>129</sup> Jensen & Gjelstrup & Berti, 2000, s.372f

<sup>130</sup> Comer, 2000, s.602

adressutrymmet stöder dessutom ett större antal adresserbara noder och förenklar automatisk adresskonfigurering<sup>131</sup>

- **Förenkling av huvudets format**

Själva paketformatet i IPv6 är nytt. Till skillnad från IPv4:s fasta huvudformat kan man i IPv6 definiera ett antal valfria huvuden. Denna flexibilitet underlättar och ger större möjligheter för att i framtiden bygga ut protokollet med nya funktioner.<sup>132</sup> För att minska prestanda- och bandbreddsbehovet för själva IPv6-huvudet har vissa av de fält som finns i IPv4 tagits bort eller gjorts valfria.<sup>133</sup>

- **Bättre stöd för tillägg**

I IPv6 läggs valfri kontrollinformation till paketen rörande exempelvis protokolltillägg. Detta är kanske den största skillnaden gentemot version 4 i och med att den innebär ett steg bort från ett protokoll som helt specificerar alla detaljer, mot ett protokoll med större flexibilitet.<sup>134</sup>

- **Flödesmärkning**

En ny funktion har lagts till för märkning av paket som tillhör trafikflöden för vilka avsändaren begärt speciell hantering, exempelvis realtidsservice.<sup>135</sup>

- **Autentisering och integritet**

I IPv6 finns tillägg som stödjer autentisering, dataintegritet och datakonfidentialitet på bättre sätt än IPv4.<sup>136</sup>

## 6.4 Adresser och adressering

Utökningen av adressutrymmet från 32 till 128 bitar har ökat antalet tillgängliga adresser från  $4,3 \times 10^9$  till  $3,4 \times 10^{38}$ . Antalet IPv6-adresser är mycket stort vilket kan exemplifieras genom att det skulle bli ca  $10^{24}$  IP-adresser per kvadratmeter om allihop skulle fördelas jämnt över jordklotets yta.<sup>137</sup>

Adressernas notation skiljer sig från den i IPv4 genom att varje adress noteras hexadecimalt med ett kolon för varannan byte.<sup>138</sup> Exempel på IPv6-adress:<sup>139</sup>

8000:0000:0000:0025:0354:ABCD:89AD:FFFF

Det går att minska notationslängden genom att man utesluter nollor i början av varje serie samtidigt som en enstaka serie ersätts med ytterligare ett kolon. Adressen blir då något kortare. Nedkortad variant av IPv6-adressen ovan:<sup>140</sup>

---

<sup>131</sup> Deering & Hinden, 1998, s.2

<sup>132</sup> Comer, 2000, s.602

<sup>133</sup> Deering & Hinden, 1998, s.2

<sup>134</sup> Comer, 2000, s.602f

<sup>135</sup> Deering & Hinden, 1998, s.2f

<sup>136</sup> Deering & Hinden, 1998, s.3

<sup>137</sup> Comer, 2000, s.610

<sup>138</sup> Comer, 2000, s.611

<sup>139</sup> Jensen & Gjelstrup & Berti, 2000, s.373

<sup>140</sup> Jensen & Gjelstrup & Berti, 2000, s.374

8000::0025:354:ABCD:89AB:FFFF

Adresserna har delats in i fyra adressgrupper:<sup>141</sup>

- *IPv4-adresserna* börjar med en rad nollor och kan noteras enligt IPv4-notation med undantag för att den inleds med två kolon, till exempel ::191.55.19.31.
- *Operatörsadresserna* är det adressområde som varje internetoperatör tilldelas för sina kunders räkning.
- De *geografiska adresserna* är det adressområde som varje land tilldelas som sedan i sin tur kan tilldelas organisationer inom detta land.
- *Lokala adresser* användas lokalt inom en verksamhet, till exempel vid användning av brandväggar innanför vilken alla adresser är lokala, men som byts ut mot en riktig adress så fort den tagits emot och skickats ut på Internet.

Utöver ovanstående grupper finns det även OSI-adresser, Net Ware-adresser och multicastadresser.<sup>142</sup>

## 6.5 IPv6-paket

Datapaketsformatet är mycket förändrat i IPv6 och består av nio fält varav två är adressfält och ett är datafält.<sup>143</sup> Huvudet har fast storlek och följs av ett antal tillägg som i sin tur följs av data. Trots att huvudet i IPv6 måste hantera större adresser än i IPv4, innehåller det i IPv6 mindre information än vad det i IPv4 gör. Detta är på grund av att några av de fält som i IPv4 var obligatoriska har flyttats ut till tilläggshuvuden i IPv6.<sup>144</sup>

### *IPv6-huvudet:*<sup>145</sup>

- Versionsfältet är det fält som anger vilken IP-version paketet har. Vid användning av IPv6 har detta fält värdet 6.
- Prioritetsfältet eller klassfältet innehåller paketets prioritet, det vill säga om detta fält har värdet 15 ges paketet högsta prioritet och värdet 0 ger i sin tur lägsta. Värderna 8-15 tilldelas dels tidskritiska paket och dels realtidspaket.
- Flödesmärkningsfältet – I och med flödesmärkningsfältet ges möjlighet att använda sig av en virtuell krets. Kretsen numreras i detta fält och innebär till exempel ett ökat stöd för tidskritiska applikationer genom att routrarna kan reservera resurser för den virtuella kretsen när den är uppkopplad.
- Belastningslängdsfältet är det fält som i version 4:a kallades för huvudlängdsfältet och som anger längden på paketet. Den största skillnaden mot motsvarande fält i IPv4 är att detta fält anger längden på själva datafältet och inte på hela huvudet som i IPv4. Det är även möjligt att överföra paket

---

<sup>141</sup> Jensen & Gjelstrup & Berti, 2000, s.374

<sup>142</sup> Jensen & Gjelstrup & Berti, 2000, s.374

<sup>143</sup> Govanius, 2000, s. 395

<sup>144</sup> Comer, 2000, s.603f

<sup>145</sup> Jensen & Gjelstrup & Berti, 2000, s.372ff

som är större än vad som var maxstorleken för IPv4. Detta görs genom att fältets värde sätts till noll och ett tilläggshuvud används, vilket sedan indikeras i Nästa huvud-fältet (se vidare nästa punkt).

- Nästa huvud-fältet anger om det finns några tilläggshuvuden. Detta fält har ersatt version 4:s så kallade protokollfält.
- Hop Limit-fältet motsvarar det fält i IPv4-huvudet som kallas TTL (Time to Live)-fältet. Det innehåller en räknare som räknas ned med 1 för var gång paketet passerar en router.
- Adressfälten (för destinations- och källadressen) i IPv6-huvudet har utökats 128 bitar. Flera tilläggshuvud är definierade, vilket gör det möjligt att kryptera datainnehållet och säkerställa sändarens behörighet.
- Datafältet kan direkt specificeras att vara högst 65 535 byte långt med hjälp av belastningslängdsfältet, men det är möjligt att definiera större fält.

## ***6.6 Var står IPv6 i dagsläget?***

I detta avsnitt försöker vi ge en sammanfattande bild av var IPv6 står i dag, baserat på aktuella artiklar från branschtidskrifter. Detta ska förhoppningsvis ge en djupare bakgrund och bredare förståelse för dagsläget än den vi får om vi enbart lyssnar på våra informanter.

Idag är IPv6 ett färdigutvecklat protokoll i och med att standardiseringsfasen som påbörjades 1994 avslutades fyra år senare. IPv6:s utveckling befinner sig just nu i en fas av kommersialisering som karaktäriseras av produktutveckling och testning och beräknas pågå fram till och med 2002. Därefter förväntas en fas där spridningen av IPv6 kommer att starta.<sup>146</sup>

Trots att det fram till helt nyligen varit ganska tyst om IPv6 utanför den begränsade krets som kommit i kontakt med protokollet betyder det inte att det inte hänt något på området. Arbetet med själva protokollet har fortgått, även om specifikationen lades fast redan 1998. Arbetsgrupper har bildats för att arbeta för själva övergången och testnät har byggts för att testa protokollet.

Trots att det finns uppenbara fördelar med IPv6 har protokollet ännu inte slagit igenom. En av anledningarna till detta kan vara att föregångaren, trots den allt mer påtagliga adressbristen fungerat väldigt bra, och att det har ansetts onödigt att byta ut något som fungerar. När det uppkommit problem med IPv4 har det självklara inte varit att gå över till IPv6 utan istället har man tagit fram nya lösningar som i kombination med IPv4 fungerat tillfredsställande.<sup>147</sup>

---

<sup>146</sup> <http://www.iis.se/internetdagarna/2001/IPv6/thomas-eklund.pdf>

<sup>147</sup> Olofsson, 2001

## 6.6.1 Expertorgan

### *IPv6 Forum*

IPv6 Forum är en sammanslutning av internationella internetföretag, som bildades 1999, som tillsammans ska arbeta för en ökad medvetenhet om IPv6 hos både marknaden och användarna. Denna medvetenhet ska i ett längre perspektiv främja IPv6. Forumet har inget att göra med själva utvecklingen av IPv6 utan verkar enbart för en ökad användning.<sup>148</sup>

IPv6 Forum skall:<sup>149</sup>

- Skapa ett öppet forum bestående av internationella IPv6-expert.
- Verka för att IPv6-kunskap och expertis skall delas mellan medlemmarna.
- Främja nya applikationer och globala lösningar som baseras på IPv6.
- Främja kompatibla implementationer av IPv6-standarder.
- Samarbeta för att uppnå tjänstekvalitet i alla led.
- Lösa frågor som utgör barriärer mot spridningen av IPv6.

### *Next Generation Transition Working Group – IPng Transition Working Group*

Next Generation Transition Working Group, ngtrans, är en arbetsgrupp inom IETF, med syfte att arbeta och hjälpa till med övergången till IPv6-protokollet. Gruppens mål är att:<sup>150</sup>

- Specificera de verktyg som behövs för övergången till IPv6.
- Dokumentera hur dessa verktyg kan användas vid olika övergångsscenarier.
- Samarbeta med testnätet 6bone och bistå vid utveckling, testning och spridning av IPv6.
- Samarbeta med andra IPv6-relaterade aktiviteter både inom och utanför IETF.

Gruppen har arbetat fram tre metoder för hur övergångsperioden mellan protokollen, då de bägge ska samexistera, ska hanteras. Dels tekniken 6to4 som tunnlar paketet, dels användning av protokollstackar för både IPv4 och IPv6 i viss hårdvara och dels en metod där routrar tilldelar IPv6-paket en IPv4-adress.<sup>151</sup>

## 6.6.2 Testnät

Att det varit relativt sett tyst om implementeringen av IPv6 fram tills det senaste året, då flera stora operatörer framför allt i Asien gått ut och talat om att kommersiella IPv6-nät byggs, betyder inte att inget hänt. Det har pågått och pågår fortfarande en febril verksamhet runtom i världen där det byggs upp testnät som kör IPv6.

---

<sup>148</sup> <http://www.ipv6forum.com/navbar/ipv6forum/about.htm>

<sup>149</sup> <http://www.ipv6forum.com/navbar/ipv6forum/about.htm>

<sup>150</sup> <http://www.ietf.org/html.charters/ngtrans-charter.html>

<sup>151</sup> Ricknäs, 2001a

Genom dessa testnät finns det möjlighet att i en kontrollerad miljö bygga upp en kunskap kring implementering av IPv6 som man sedan kan dra nytta av när den storskaliga implementeringen i de befintliga näten skall genomföras. Genom att bygga upp denna kunskapsbas i god tid innan en övergång blir ett faktum undviker man att åter få uppleva det som präglade slutet av 1999 då allt skulle millenniesäkras i sista minuten.

### ***6bone***

Testnätet 6bone, härstammar från IETF's arbetsgrupper och har varit igång sedan mitten av 1990-talet. Syftet med 6bones tillkomst var att testa själva IPv6-standarden och implementationer av denna. Till en början använde man sig av tunnlar över det vanliga IPv4-nätet. Numer transporterar man IPv6 över IPv6-länkar och inriktar sig mer på att testa hur övergången från IPv4 till IPv6 skall ske rent praktiskt.<sup>152</sup>

### ***6REN***

6REN startades 1998 av "Research and Education Networks" med avsikt att verka för ett introducerande av IPv6-tjänster ute på Internet. Nätet är öppet för alla nätverk under förutsättning att de använder riktiga IPv6-adresser samt ger skarp kvalitet på IPv6-tjänsten. Målen med nätet är att ge en IPv6-paketleveranstjänst, sprida IPv6-nätverk samt tillhandahålla en miljö för testning och spridning av tidigt utvecklade IPv6-applikationer.<sup>153</sup>

## **6.6.3 Global översikt**

### ***USA***

I USA är intresset och efterfrågan på IPv6 mycket litet. Den efterfrågan som finns baseras på tidiga pionjärer som vill testa IPv6 och utvecklare inom den tredje generationens mobilnät. Det finns däremot ett stort utbud av nätverkshårdvara med stöd för IPv6 på marknaden.<sup>154</sup>

Den största anledningen till det begränsade intresset som finns i USA är att man där inte har någon brist på IP-adresser. Detta beror på att man var först ut på Internet och fick en betydande del av de IP-adresser som har delats ut.<sup>155</sup>

### ***Europa***

På EU-nivå har frågan om en eventuell övergång från IPv4 till IPv6 uppmärksamats. För att inte riskera att drabbas av en flaskhals då IPv4-adresserna tar slut har en speciell arbetsgrupp, IPv6 Task Force, tillsatts. Gruppen som består av representanter från både företag och organisationer inom IP-området skall arbeta med lägga fram en plan över hur den europeiska övergången skall ske.<sup>156</sup>

---

<sup>152</sup> [http://www.6bone.net/about\\_6bone.html](http://www.6bone.net/about_6bone.html)

<sup>153</sup> <http://www.6ren.net/overview.htm>

<sup>154</sup> Petrosky, 2001

<sup>155</sup> Petrosky, 2001

<sup>156</sup> Ricknäs, 2001b



Genom att arbeta aktivt med frågan hoppas man att Europas konkurrenskraft inom den trådlösa teknologin inte skall skadas på grund av att ingen tagit tag i hur övergången till IPv6 skall genomföras.<sup>157</sup> Som mål för gruppens arbete har man satt upp att de fasta och mobila näten i Europa ska klara av IPv6 år 2005.

### *Asien*

De geografiska områden där det idag rör på sig mest vad gäller kommersiella IPv6-nätverk är i Asien och Stilla havsregionen. En av anledningarna till detta är att man där håller på att bygga nya nät och att man då inte vill använda en gammal teknik som man sen tvingas leva med fast en ny och bättre finns.<sup>158</sup> Dessutom har man i Asien idag en stor brist på IPv4-adresser vilket gjort att stödet för IPv6 är mycket starkt.<sup>159</sup>

Problemet med adressbristen har uppmärksammats ända upp på regeringsnivå i exempelvis Japan, Korea och Kina som klart deklarerat att nät för IPv6 måste byggas.<sup>160</sup> I Japan finns nu uttalade krav på att internetoperatörerna bygger in stöd för IPv6 i den nya infrastrukturen.<sup>161</sup> Det finns redan idag ledande operatörer i Japan som erbjuder kommersiella tjänster som låter användarna sända både IPv4 och IPv6 över samma kabel. De har förhoppningar om att genom att påvisa att det går att få en problemfri övergång, då både IPv4 och IPv6 samexisterar, visar potentialen som finns hos IPv6.<sup>162</sup>

### **6.6.4 Intressenter**

Idag är intresset för IPv6 störst inom industrin för trådlös utrustning och hos tjänsteleverantörer. Det förutspås att det inom dessa områden kommer skapas efterfrågan på flera miljarder IP-adresser bara inom några år.<sup>163</sup> Det som talar för att den trådlösa industrin kommer att vara en viktig drivkraft är det faktum att det redan idag finns betydligt fler mobiltelefoner än personatorer.<sup>164</sup> Andra områden där efterfrågan väntas bli stor är marknaden för uppkopplade produkter såsom hemelektronik, vitvaror och bilar.

### *Hemelektronikproducenter*

Flera av de stora hemelektronikleverantörerna, exempelvis Sony och Samsung, har under 2001 deklarerat att de produkter de tillverkar nu ska få egna IP-adresser. Med tanke på den mängd produkter de tillverkar måste de avse IPv6-adresser.<sup>165</sup>

---

<sup>157</sup> <http://www.ipv6-taskforce.org/>

<sup>158</sup> Krapf, 2001

<sup>159</sup> Petrosky, 2001

<sup>160</sup> Petrosky, 2001

<sup>161</sup> Cope, 2001

<sup>162</sup> AsiaPulse News, 2001

<sup>163</sup> Duffy Marsan, 2001a

<sup>164</sup> Jackson Higgins, 2000

<sup>165</sup> Matthews & Wiggins, 2001

### ***Hårdvaruleverantörer***

Flera av de största hård- och mjukvaruleverantörerna, exempelvis Cisco, Juniper, IBM, Microsoft och Sun Microsystems, inom nätverksområdet levererar i dag produkter med stöd för IPv6 implementerat.<sup>166</sup>

### ***Internetoperatörer***

Allt fler stora globala internetoperatörer tillkännager att de skall bygga sina första kommersiella IPv6-nät.<sup>167</sup> Detta gäller operatörer både i Asien och i västvärlden även om de i Japan ligger mycket längre fram i utvecklingen. Merparten av operatörerna kör dock redan testnät för att övergången när den ligger rätt i tiden ska gå så smärtfritt som möjligt.<sup>168</sup>

Det finns i dagsläget ett fåtal stora internetoperatörer som påbörjat den ekonomiskt mycket riskfyllda vägen mot en uppbyggnad av kommersiella IPv6-nät. Detta trots att marknadsanalytiker inte tror att IPv6 kommer bli kommersiellt gångbar än på några år. Dessa pionjärföretag satsar ändå med förhoppning om att erhålla eventuella first-mover-advantages på den nya marknaden när den blommar ut. Förutom denna förhoppning finns det även ett annat tungt vägande skäl till att dessa aktörer redan nu satsar på den nya tekniken. IPv4 kommer inte att fungera i det långa loppet och att med denna insikt bygga nät som enbart stödjer detta protokoll innebär att man låser fast sig vid en teknik som inom några år kommer att ses som föråldrad.<sup>169</sup>

### ***Tredje generationens mobilnät***

IPv6 var nära att åter hamna i fokus genom uppmärksamheten kring tredje generationens mobilnät (3G). Europas Third Generation Partnership Project (3GPP) deklarerade att IPv6 skulle ingå i deras standard. Men i och med att luften gick ur IT-bubblan drabbades även 3G och därmed indirekt IPv6.<sup>170</sup> Det som såg ut att bli den faktor som på allvar skulle sätta i gång IPv6-utvecklingen tappade mycket av sin betydelse men det verkar ändå som om IPv6 fortfarande kommer användas inom 3G om än i mindre skala, och då enbart i adresseringssammanhang.<sup>171</sup>

## **6.6.5 Adresssituationen**

Enligt den litteratur vi tagit del av har debatten kring adressbristens vara eller icke vara pågått sedan mitten av 1990-talet, det vill säga från samma tidpunkt som IPv6 härstammar. Bägge sidorna finns representerade bland debattörerna. Allt ifrån de som säger att IPv4-adresserna aldrig kommer ta slut till de som klart deklarerar att de tar slut 2005 och jämför situationen med den som rådde kring millennieskiftet. Just år 2005 tas av många upp som året då adresserna tar slut. Detta antagande bygger på att användningen av IP-adresser fortsätter att öka i samma takt som den ökat de senaste åren.

---

<sup>166</sup> Hooper, 2001

<sup>167</sup> Cope, 2001

<sup>168</sup> Hooper, 2001

<sup>169</sup> Neighly, 2001

<sup>170</sup> Krapf, 2001

<sup>171</sup> Duffy Marsan, 2001a

Det finns fortfarande stora block med adresser som ännu inte blivit utdelade. Enligt ARIN, som ansvarar för adressutdelningen i Nord- och Sydamerika, har enbart cirka 30% av de tillgängliga adresserna delats ut och utav dessa är det bara en del som används.<sup>172</sup> Den vanligast åsikten är dock att adresserna kommer att ta slut inom några år. Den mest pådrivande faktorn kommer inte bli en ökning av traditionell internetanvändning även om den fortsätter öka i takt med att allt fler länder kopplar upp sig samtidigt som man övergår från uppringda förbindelser med dynamiska adresser till ständiga uppkopplingar med fasta IP-adresser. Den viktigaste faktorn blir troligen att allt fler produkter tillverkas med stöd för konstant uppkoppling mot Internet och därmed är i behov av egna IP-adresser.<sup>173</sup> Även om situationen i dag inte verkar alarmerande kan detta faktum mycket snabbt ändras när de första storsäljande applikationerna som bygger på ständigt uppkoppling kommer.<sup>174</sup>

Det talas om att Internet är ett världsomfattande redskap genom vilket man kan kommunicera var på jorden man än befinner sig samt utbyta information. Det är dock inte en hållbar situation att vi idag har en teknik som enbart erbjuder IP-adresser till mindre än hälften av jordens befolkning. Även om det idag inte finns behov av egna IP-adresser till alla människor bör man sträva efter att i framtiden kunna erbjuda det.<sup>175</sup>

Den stora explosionen vad gäller internetanvändningen har hittills till stor del skett i västvärlden. Detta väcker frågor kring vad som kommer att hända när utvecklingen sprider sig till exempelvis hela Asien, Sydamerika och Afrika och invånarna där kräver var sin fast uppkoppling mot Internet.

### 6.6.6 Övergång

Dagens situationen med IPv4 och IPv6 jämförs av vissa med den situation som rådde inför millennieskiftet. Om man är av den åsikten att IPv4-adresserna kommer ta slut så finns likheterna uppenbarligen där. Vi har idag ett nät uppbyggt kring utrustning som bygger på att de IP-adresser som används är 32 bitar. Detta måste naturligtvis lösas innan vi övergår till den nya standarden där alla adresser kommer vara 128 bitar.<sup>176</sup>

En av de största anledningarna till att det tagit så lång tid för IPv6 att slå i genom är att en övergång till denna teknik kräver stora investeringar. Investeringarna är stora både tids- och kostnadsmissigt eftersom i princip hela Internets grundstruktur måste uppgraderas för att klara av att hantera IPv6.<sup>177</sup>

Då man nu har ett fungerande system byggt på IPv4 är man inte intresserad av att gå över till ett nytt protokoll eftersom risken är stor att det vid själva övergången kommer uppstå problem. För att en övergång skall bli aktuell måste det säkerställas att övergången kan ske utan störningar.<sup>178</sup>

---

<sup>172</sup> Duffy Marsan, 2001b

<sup>173</sup> Cope, 2001

<sup>174</sup> Duffy Marsan, 2001a

<sup>175</sup> <http://www.isoc.org/briefings/001/>

<sup>176</sup> Hooper, 2001

<sup>177</sup> Duffy Marsan, 2001a

<sup>178</sup> Olofsson, 2001

Det är inte realistiskt att tro att all gammal IPv4-utrustning kommer bytas ut mot modern IPv6-utrustning över en natt, eller bytas ut överhuvudtaget. Vi kommer få uppleva en lång period under vilken bägge protokollen måste samexistera ute på Internet. Problemet som måste lösas är hur IPv6-näten skall kunna kommunicera med IPv4-näten. En lösning på detta, vilken används i dag, är att använda tunnlar.

### ***Tunnlar***

Fram tills IPv6 finns implementerat i alla led från en dator i ett nätverk till en dator i ett annat nätverk kommer IPv6-paket och IPv4-paket att tvingas samsas ute på näten. För att möjliggöra detta har IPng Transition Working Group tagit fram 6to4. Detta är en teknik som gör det möjligt att skicka IPv6-paket över ett IPv4-nät.<sup>179</sup>

När ett IPv6-paket lämnar ett rent IPv6-nät paketeras det i ett IPv4-paket. Detta IPv4-paket skickas som vanligt över IPv4-nätet, ”i en tunnel”, fram tills det når det mottagande IPv6-nätets router. Där plockas IPv6-paketet fram ur IPv4-paketet och skickas vidare mot mottagaren.<sup>180</sup>

### **6.6.7 Motstånd**

Det finns inte bara anhängare till IPv6 utan även de som anser att IPv6 är något som är helt onödigt då det inte löser några av dagens problem eller att det helt enkelt kommer för sent.

En av anledningarna till att vissa internetoperatörer satt igång med IPv6 är att de har delvis mobila nät och tillverkare av mobila enheter, exempelvis Ericsson och Nokia, bygger in IPv6 i sina enheter. Det finns därmed inte någon möjlighet för dessa operatörer att inte erbjuda ett stöd för IPv6.<sup>181</sup>

Det finns i dag uppenbara problem med att klara en övergång från IPv4 till IPv6. Dessa problem är inte något som enbart skulle drabba själva operatören utan operatörens kunder skulle också uppleva dessa problem. Anledningen till problemen är att man kommer bli tvingad till att genomföra övergången i ett skarpt läge vilket skapar en mycket känslig situation.<sup>182</sup>

---

<sup>179</sup> Ricknäs, 2001a

<sup>180</sup> Loshin, 1999

<sup>181</sup> Johnson, 2001

<sup>182</sup> Johnson, 2001

## 7 Resultatredovisning

I detta avsnitt skall vi redovisa de resultat vi nått fram till via den empiriska undersökningen som baserats på ett antal intervjuer. Empirin härstammar även från de svar vi erhållit genom vårt webbformulär.

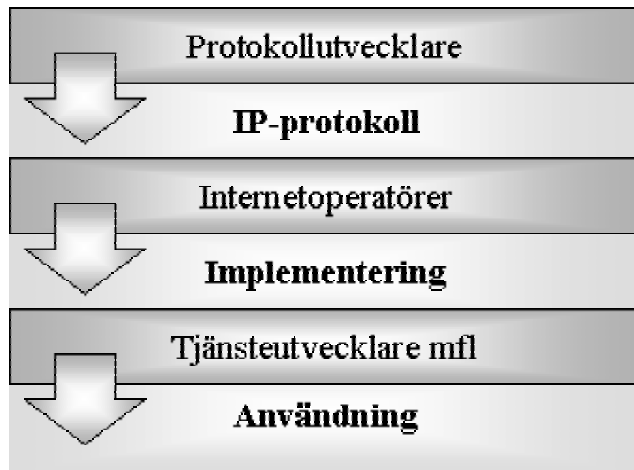
För att göra redovisningen tydligare byggs strukturen upp kring våra teman från inledningskapitlet och delas in i bakgrund, nutid och framtid. Detta upplägg följer även strukturen på intervjuerna där frågorna varit indelade efter dessa teman. Svaren vi erhållit går dock ofta över gränserna mellan våra olika teman vilket vi tagit hänsyn till vid utvärderingen av svaren. Efter sammanställning och genomgång av materialet har vi kunna urskilja ett antal kvalitativa aspekter inom varje tema.

För att göra resultatredovisningen enklare har vi valt tre perspektiv på ämnet och utifrån dessa delat in våra informanter i tre grupper. Motivet bakom denna gruppindelning är att uppsatsen behandlar ett globalt ämne vilket gör att enskilda personers åsikter är av mindre betydelse än åsikter som återfinns inom en viss aktörskategori. Genom denna indelning når vi en för läsaren enklare diskussion i analysen och slutsatserna och kan tydligare föra fram poänger.

De tre perspektiv, och därmed grupper, vi valt är

- **Protokollutvecklare**  
Denna grupp består av folk som genom sitt arbete i branschorganisationer, exempelvis IETF, aktivt arbetat med att ta fram och utveckla protokollet.
- **Operatörer**  
Denna grupp består av representanter från internetoperatörer.
- **Övriga intressenter**  
I gruppen övriga ingår personer som genom sin yrkesroll kommer att påverkas av en implementering av IPv6. Exempel på personer i denna grupp är nätverkstekniker, applikationsutvecklare och konsulter.

Övergripande bild över olika gruppers perspektiv och roller:



Detta ger en förenklad bild av hur en implementering av IPv6 kommer se ut. Först utvecklade branschorganisationer protokollet. För att det skall bli implementerat, i den mening vi avser, måste internetoperatörer uppgradera sin utrustning för att kunna leverera stöd för IPv6-trafik. Slutligen finns det en grupp som kommer att påverkas av att IPv6 börjar användas. Det kan exempelvis vara nätverkstekniker som i sitt arbete måste arbeta med IPv6 och IPv4 istället för bara IPv4 eller utvecklare som ser nya affärsmöjligheter i och med det nya protokollet.

## 7.1 Bakgrund

Vid en genomgång av våra informanternas svar identifierar vi ett antal aspekter som belyser temat "Varför har IPv6 ännu inte slagit igenom och blivit en dominerande standard?" .

Alla tre grupperna anger att den mest grundläggande anledningen till varför IPv6 inte implementerats i full skala ännu helt enkelt är att det inte funnits någon efterfrågan, vare sig från operatörer eller någon annan användargrupp. Denna avsaknad på efterfrågan kan ha många bakomliggande orsaker.

- Ingen vinst med IPv6
- Det är inte marknaden som tagit fram protokollet
- Ökad medvetenhet krävs
- Adresstillgången
- Avsaknad av produkter
- Nackdelar och problem med IPv6

Även om några av grupperna trycker mer på vissa bakgrundsorsaker är de överens om att det finns många faktorer som i samverkan bidragit till att protokollet, trots att så lång tid gått sedan det specificerades, ännu inte blivit en använd standard.

### ***Ingen vinst med IPv6***

IPv6 har inte inneburit någon tydlig vinst eftersom man fortfarande klarar sig med IPv4 och de kompletterande lösningar som tagits fram. På ett större plan kan den bristande efterfrågan, enligt en informant ur protokollutvecklargruppen, tänkas bero på att IPv6 inte gynnar den enskilde användaren utan snarare har utvecklats för att verka för Internets långsiktiga framtid. Detta gör det i sin tur svårt att motivera företag att satsa på IPv6 i och med att vinsterna är så långsiktiga och man lever i en verklighet där det krävs ett positivt resultat nu, och inte om några år.

### ***Det är inte marknaden som tagit fram protokollet***

Att vi ändå har ett färdigutvecklat protokoll förklaras genom att det inte är marknaden i sig som utvecklat det utan en branschorganisation. En av operatörerna anser att de enda som har ett egentligt intresse i att IPv6 implementeras, är de akademiker som konstruerat protokollet. Där finns det dock inga pengar och därför, menar han, implementeras det inte. En annan operatör påpekar att IPv6 mer är något som drivs av politiker än något som insatta internettekniker kräver. Denna åsikt återfinns även i gruppen övriga.

### ***Ökad medvetenhet krävs***

En annan faktor som anges som skäl till bristen på efterfrågan är att ett nytt protokoll måste marknadsföras och att en sådan process tar tid. Det är främst gruppen protokollutvecklare som anger att det hela är en fråga om tid. Det tar tid att marknadsföra ett nytt protokoll vilket man gör genom att ta fram och visa på fördelarna. Som en jämförelse används här den tid det tar för ett nytt operativsystem, exempelvis en ny Windowsversion, att bli dominerande ute hos användarna. Som gruppen övriga påpekar är det svårt att få folk, som inte jobbar med protokollen, att efterfråga IPv6 när de inte ens känner till att IPv4 finns.

### ***Adresstillgången***

En av anledningarna till att det gått så trögt med acceptansen för / implementeringen av IPv6 tros i alla tre grupperna vara att adressbristen inte upplevs som något problem i västvärlden. Det finns fortfarande gott om IPv4-adresser där.

En i gruppen övriga påpekar att eftersom den marknadsgrupp som varit drivande i uppbyggnaden av Internets infrastruktur inte upplevt att det finns någon brist på adresser har det saknats incitament för att ta steget mot ett nytt internetprotokoll. Han menar att det i en stor del av västvärlden finns åsikter om att det är ett problem som inte existerar och därmed inte behöver lösas.

*”Det är ju gott om adresser, varför ska vi ha IPv6?”<sup>183</sup>*

En annan informant, också han från gruppen övriga, påpekar att marknaden nu har fått upp ögonen för IPv6 i Asien, vilket har sin bakgrund i att adressbristen där är ett

---

<sup>183</sup> Informant ur gruppen övriga

faktum. Detta illustreras av informanten med exemplet att Kungliga Tekniska Högskolan i Sverige har fler IPv4-nätprefix (nätverksadresser) än Japan.

### ***Avsaknad av stabila produkter***

I alla tre grupperna anges att en av de försenande orsakerna kan vara den långa tid det tagit för hårdvarutillverkare att bygga in IPv6-stöd i sina produkter, i synnerhet i routrar och operativsystem. En av de övriga påpekar att det fortfarande är många leverantörer som saknar IPv6-stöd. De leverantörer som idag hävdar att deras produkter har stöd för IPv6, möter en stark misstro från samtliga grupper vilka tvivlar på funktionaliteten när det börjar röra sig om stora trafikmängder. Operatörerna återkommer flera gånger till att det funnits och fortfarande finns en ovilja hos produkttillverkarna att leverera ett fullständigt IPv6-protokoll i sina stackar.

### ***Nackdelar & problem med IPv6***

Det märks att man i operatörsgruppen har en vacklande tilltro till att det ska gå att implementera, och att det kan ta tid innan alla tekniska frågor är lösta. En informant anser att IPv6-tekniken fortfarande befinner sig på ett betastadium, och menar vidare att det inte finns någon inom telekommunikationsindustrin som vill köra betaprogramvaror.

Inte bara avsaknaden av produkter med IPv6-stöd ligger bakom förseningen. Både operatörer och gruppen övriga anser att IPv4 trots sin ålder har vissa fördelar och fortfarande fungerar, om än med vissa tillägg. Operatörerna anser att tekniker såsom NAT och tunnlar gör att man klarar sig med IPv4 än så länge, vilket i sin tur inte skapat något behov av IPv6.

IPv6 löser, enligt en operatör, inte heller ett av de största problemen på Internet idag, vilket enligt honom är de stora routingtabellerna.

## ***7.2 Nutid***

De svar som belyser vårt andra tema ”*Var står IPv6 idag?*” kan kategoriseras in i nedanstående områden vilka alla berör att det fortfarande saknas incitament för företagen att gå över till IPv6.

- Marknadens efterfrågan
- IPv4 är tillräckligt bra än så länge
- IPv6 – mognadsgrad
- Övergång idag

### ***Marknadens efterfrågan***

Som redan konstaterats i det föregående avsnittet saknas det någon verklig efterfrågan på IPv6. Från operatörshåll upplevs att marknaden idag saknar driv, det vill säga att det inte är någon som efterfrågar ett implementerat IPv6-stöd. Det enda som förekommer är att enstaka användare av ren nyfikenhet undrar om det går att testa. I gruppen övriga upplever man att det inte finns någon mening med att efterfråga IPv6 ännu eftersom man här inte upplever några kundkrav, ännu vill säga.



Avsaknaden på efterfrågan gäller dock bara i västvärlden. I framför allt Asien där man faktiskt upplever en reell brist på IPv4-adresser har man kommit ganska långt i implementationen.

### ***IPv4 är tillräckligt bra än så länge***

Inom gruppen övriga återfinns åsikten att IPv4 fortfarande fungerar tillräckligt bra om det kombineras med de tilläggslösningar som finns. IPv4:s fortsatta duglighet poängteras även bland operatörerna som dessutom konstaterar att det inte uppstått något behov av IPv6 ännu eftersom vi fortfarande inte märkt av någon akut adressbrist. Protokollutvecklarna lyfter istället fram de problem med IPv4 som framkommit de senaste åren. Arbete pågår för att finna en lösning på dessa problem i och med vidareutveckling IPv6. Även om det poängteras att IPv4 fortfarande är bra så får man inte glömma att även IPv6 har sina förtjänster, vilket påpekas av en operatör som säger att IPv6 har fördelar men att ingen idag vill betala för dessa.

### ***IPv6 - mognadsgrad***

Enligt alla informanter, förutom en i gruppen övriga som anser att det finns mer att göra på protokollet, är tekniken IPv6 färdigutvecklad. Det har nu blivit en mogen teknik som är redo att tas i bruk. En operatör påpekar dock att det fortfarande återstår mycket testning innan en implementering i stora nät blir aktuell.

*”Protokollen är i princip färdiga men en hel del runt omkring behöver ytterligare arbete för att nå samma nivå av användbarhet som IPv4.”<sup>184</sup>*

Både operatörerna och de övriga påpekar att IPv6 fortfarande lider av en stor brist. Protokollet löser inte det största problemet med Internet, nämligen de växande routingtabellerna.

### ***Övergång idag?***

Inom framförallt gruppen övriga framkommer åsikten att en övergång från IPv4 till IPv6 idag inte är helt problemfri och inte kommer kunna ske rakt av. Övergången kommer att ske gradvis och vi kommer under lång tid få leva med ett Internet med dubbla protokollstackar, det vill säga att de bägge internetprotokollen kommer samexistera. En informant i gruppen övriga poängterar att just svårigheterna med själva övergången utgör en betydelsefull faktor som ligger bakom att folk inte är redo och framför allt inte vill genomföra övergången förrän det blir absolut nödvändigt. Just det faktum att ingen vill ta tag i övergångsarbetet innan det uppstår ett akut behov framkommer inom alla grupperna som en viktig anledning till att IPv6 inte implementerats ännu.

Förutom att man inte vill ta tag i övergången innan det blir en nödvändighet framkommer i operatörsguppen att man helst inte vill vara först med att implementera IPv6. Den som kommer först tvingas satsa på en otestad lösning vilket innebär en ekonomisk risk. Man vill inte hamna i en situation där man blir omkörd av konkurrenter som använder en bättre och billigare lösning. Dock poängterar man i

---

<sup>184</sup> Informant ur gruppen övriga

denna grupp att de stora operatörerna med kort varsel är beredda att påbörja en implementering.

### ***7.3 Framtid***

Av det material vi samlat in berör en betydande del vårt tredje tema ”*Vad krävs för att IPv6 skall bli en dominerande standard?*”. Det som framkommit i informanternas svar kan först delas in i dels de faktorer som har betydelse för att IPv6 ska slå igenom och dels de aktörer som kommer vara de drivande bakom genomslaget. Inom respektive del har sedan ytterligare kategorier identifieras.

Faktorer:

- Utbud & efterfrågan
- Stabil hårdvara
- Routrar / routing
- Adressbehov

Aktörer:

- Globala operatörer
- Mobiltelefoniindustrin

#### ***Utbud & efterfrågan***

Operatörsgruppen säger själva att det är marknaden som måste efterfråga produkten innan operatörerna tar det ekonomiskt stora steget att implementera IPv6. Innan det finns någon ekonomisk vinning med IPv6, det vill säga att någon är beredd att betala för tjänsten, saknas enligt en av informanterna i gruppen övriga incitament för operatörer att uppgradera sin utrustning. I gruppen övriga framkommer även att operatörerna måste erbjuda IPv6 till samma pris och med samma kvalitet som IPv4 för att en efterfrågan skall komma till stånd.

Protokollutvecklare menar att en övergång från IPv4 till IPv6 inte kommer att ske om det är användaren som tvingas välja. Det krävs snarare att IPv6-funktioner sprids i produkter som alla använder. Detta stämmer väl med det en av de övriga säger om att användarna idag inte är medvetna om vare sig IPv4 eller IPv6.

Detta leder, enligt en i gruppen övriga, fram till en fastlåst situation eftersom det utan applikationer och tjänster inte finns några kunder samtidigt som det utan kunder inte kommer erbjudas några applikationer och tjänster.

#### ***Stabil hårdvara***

Samtliga informantgrupper är överens om att det behövs ett stabilt stöd för IPv6 i hårdvaruplattformen, till exempel i routrarna. Även om tillverkarna av hårdvara idag hävdar att deras produkter är byggda för IPv6, finns hos alla våra informantgrupper ett starkt tvivel kring detta. De ifrågasätter om produkterna verkligen klarar större mängder trafik vilket är något som internetoperatörer kräver. Operatörsgruppen säger att en övergång inte är aktuell innan stabilitet i trafiken kan garanteras. För att denna

stabilitet skall garanteras påpekas att det är speciellt routrarna som måste uppfylla dessa stabilitetskrav.

### ***Routrar / Routing***

Just frågan kring routrarna och routingen visar hur brett åsikterna går isär mellan personer som arbetar med Internet och IPv6. Å ena sidan säger operatörerna att det som blir det mest avgörande för IPv6:s genomslag är att IPv6 måste erbjuda en lösning på problemet med de snabbt växande routingtabellerna. Å andra sidan säger en i gruppen övriga att den avgörande faktorn för IPv6:s genomslag är att routerexperterna måste övertygas om att de växande routingtabellerna inte är något problem

### ***Adressbehov***

Alla är överens om att adressbristen på ett eller annat sätt blir den utlösande faktorn för IPv6:s genombrott. Två olika orsaker till den framtida adressbristen nämns, dels nya tjänster som till exempel mobil IP och dels adresssituationen i framför allt Asien.

- **Nya tjänster**  
I Västeuropa, där adresstilldelningen varit relativt god, kommer inte ökad traditionell internetanvändning innebära att adresserna tar slut. Det blir istället nya tjänster som bygger på att allt fler saker tilldelas unika IP-adresser. Det område som återkommer i alla grupper är telefonioperatörer och tjänster kring mobilt Internet.
- **Asien**  
En av protokollutvecklarna påpekar att bristen på IPv4-adresser ännu inte nått den omfattning som krävs för att den skall utgöra en påtryckning på marknaden i stort. Däremot är adressbristen mer akut i vissa delar av Asien, vilket gjort att implementeringen där redan kommit igång. Detta är något våra informanter från alla tre grupper tror kan vara en pådrivande faktor för västvärlden.

Operatörerna påpekar att om denna efterfrågan på adresser inte skulle uppstå, kommer IPv4 att förbli den dominerande standarden.

### ***Globala operatörer***

Operatörsgruppen anser att någon av de riktigt stora globala internetoperatörerna måste vara först ut på operatörssidan med att implementera IPv6 fullt ut för att implementeringståget skall rulla igång. Det är inte tillräckligt med att en liten lokal operatör implementerar IPv6 för att utvecklingen skall sättas i gång. Det kommer inte bli något genomslag på marknaden om inte operatören har en tillräckligt stor marknadsandel för att kunna påverka hela den globala marknaden.

### ***Telekommunikationsindustrin (3G)***

Hos samtliga grupper återkommer åsikten om att det är mobiloperatörerna som kommer att dra igång utvecklingen genom önskemål om adresserbara telefoner, vilket

kommer tvinga operatörerna att satsa på en IPv6-infrastruktur som kan tillgodose denna adressefterfrågan.

#### ***7.4 Huvudfrågeställningen***

Alla våra informanter tror att IPv6 kommer att implementeras. Det är dock mycket stor spridning i gissningarna på inom vilken tidsperiod som detta kommer att ske. Allt mellan två och 15 år har angivits som rimligt. En återkommande åsikt är att tidpunkten beror på vad som kommer att vara den drivande faktorn. Utvecklingen kommer att gå snabbare om det är inom nya applikationer och marknadsområden som efterfrågan på adresser ökar.

## 8 Analys

I detta avsnitt förenar vi vår empiri och den teoretiska referensram vi tidigare byggt genom ett analytiskt resonemang som syftar till att knyta samman dessa bägge delar. I enlighet med det teoretiska kapitlet har detta kapitel byggts upp kring våra teman och vår huvudfrågeställning.

Marknads- och marknadsstrategiavsnittet kopplar samman vår teori och empiri som baseras på temat *"Vad krävs för att IPv6 skall bli en dominerande standard?"* och huvudfrågeställningen *"När kommer IPv6 att implementeras och vad blir den utlösande faktorn?"*. Avsnittet förklarar inte vilken enskild faktor som kommer vara den utlösande för själva implementeringen. Fokus ligger istället på vilken typ av aktör som kommer bli först med att erbjuda IPv6-stöd samt det viktigaste av allt, hur resten av marknaden kommer att agera när detta händer. Detta ger viktig kunskap om hur utvecklingen kommer se ut när väl marknaden kommer igång.

Avslutningen med teknologiavsnitt och avsnittet som behandlar det glapp som finns mellan IPv6-utvecklarna och användarna (som i detta fall är de som ska implementera protokollet) återkopplar empirin till teorin som rör *"Varför har IPv6 ännu inte slagit igenom och blivit en dominerande standard?"*. Genom att se hur IPv6 betett sig i förhållande till hur teknologiska cykler normalt beter sig kan vi skapa en uppfattning om hur framtiden kommer se ut. Detta underbyggs även av en analys av det glapp som kan uppstå mellan utvecklare och implementerare vid förekomst av branschorganisationer på marknaden.

Tillsammans lägger avsnitten en viktig grund för att öka vår förståelse kring problemområdet och därigenom besvarandet av våra teman och vår huvudfrågeställning.

### 8.1 Marknad

Operatörerna saknar incitament att uppgradera sin utrustning innan det finns någon ekonomisk vinning med IPv6, det vill säga att någon vill betala för tjänsten. Marknaden vill inte betala mer för IPv6 än för IPv4. Detta innebär att så länge marknaden inte växer vid en uppgradering, kommer inte operatörerna att ta kostnaden för övergången. Med oförändrad efterfrågan kommer en övergång inte ske eftersom marknaden inte vill betala mer för denna nya tjänst. En uppgradering innebär för operatörerna stora utgifter men samma kundstock som tidigare vilket inte innebär några ökade intäkter.

Med utgångspunkt i ovanstående resonemang menar vi att implementering av IPv6 endast kommer att ske när det finns en ny och större marknad som efterfrågar denna tjänst. Med andra ord kommer det inte bli tal om implementering av IPv6 om det inte uppstår en ny marknad för detta protokoll.

## 8.2 Marknadsstrategi

### *Vilken aktörstyp blir först?*

Teoretiskt sett skulle det kunna vara ett litet företag som blir den första aktören in på den nya marknaden. Orsaken till detta är att små företag har svårt att överleva om de kommer in på en marknad i ett sent skede. Därför tenderar små företag att försöka komma före större konkurrenter för att på så vis hinna etablera sig på marknaden. För att klara ingången på en ny marknad och överleva krävs dock en marknadstyngd vilket ett litet företag saknar.

Ett nytt företag kan göra sina investeringar direkt i den nya teknologin och slipper då själva övergångsproblematiken. Det som talar emot att det skulle bli ett litet och nytt företag som blir först in på marknaden är att en övergång till IPv6 är mycket resurskrävande i form av ny utrustning, ny mjukvara, och framför allt arbetstid. Enligt vår empiri saknar dessa företag den marknadsandel som krävs för att deras ingång på marknaden skall få någon betydelse på marknaden som helhet.

Utifrån vår teori och empiri kommer det bli en av de stora etablerade internetoperatörerna som blir den första aktören in på marknaden och som framförallt väcker marknaden till liv.

### *När väljer stora aktörer att gå in?*

IPv6-marknaden sett ur operatörernas perspektiv, präglas enligt både teorin och empirin av first-mover-disadvantages, det vill säga att den aktör som går först in på marknaden kommer uppleva nackdelar som enbart baseras på detta faktum. På samma sätt får de företag som väljer att gå in på marknaden i ett senare skede fördelar på grund av detta. Anledningen till detta är den osäkerhet som råder kring val av teknologi och kring själva marknaden i sig.

Den osäkerhet som fortfarande råder kring IPv6-marknaden kommer inte att skingras förrän någon aktör går in på marknaden. Osäkerheten kan ligga dels i efterfrågan och dels i val av teknologi. Efterfrågan är av mindre betydelse i detta fall eftersom ingen aktör kommer att gå in på marknaden innan det finns en konkret efterfrågan och betalningsvilja för tjänsterna. Det teknologiska valet har här större roll. Inte valet av IPv6 som teknik utan snarare hur implementeringen ska lösas. Ingen vill vara först och tvingas testa en lösning.

*”Det är en miss att gå först och betala en massa dyra läropengar. Och kommer man som nummer två så kan man lära av de andras misstag, och rulla ut en bättre utrustning. Och kommer man som nummer tre har man oändligt stora fördelar, eftersom man kan titta på både förlusterna av ettan och tvåan.”*<sup>185</sup>

Genom att anta en strategi som innebär att man avvaktar med att gå in på marknaden tills någon konkurrent redan tagit detta steg, undviker man att göra dyra

<sup>185</sup> Informant ur gruppen operatörer

felinvesteringar. Man kan i stället med facit i hand utvärdera marknaden och utifrån detta ta ett riktigare beslut.

Trots att de senaste åren visar att operatörerna låtit bli att ta tag i övergången utan istället fortsatt att köra IPv4 innebär inte att man har struntat i att förbereda sig för en implementering. Man är medveten om att den kommer att komma och har därför gjort sig redo så att en övergång kan ske mycket snabbt när en konkurrent tar steget in på marknaden.

*”Ja, kommer det så kommer det, och det är inte någon som är förvånad. Man sitter och väntar helt enkelt.”<sup>186</sup>*

Alla de stora aktörerna sitter alltså och väntar på hur konkurrenterna agerar. Å ena sidan vill ingen vara den som tar första steget och därmed riskera dyra misstag. Å andra sidan vill man inte heller riskera att hamna på efterkälken eftersom man då missar viktiga marknadsandelar.

### **8.3 Teknologi**

En av IPv6 största fördelar är dess stora adressutrymme i jämförelse med IPv4. I och med att IPv6 fundamentalt överstiger IPv4:s gränser i detta avseende kan IPv6 därför karaktäriseras som en genombrottsinnovation som inleder en ny cykel i den teknologiska utvecklingen.

Enligt empirin är IPv6 en mogen teknik i den bemärkelse att den är färdig att börja användas. Dock följer den inte, som teknik, den traditionella livscykel eller mognadsprocess vi beskriver i vårt teorikapitel. Förvisso uppträdde IPv6 när den dominerande teknologin, IPv4 nått sina tekniska gränser, men har inte kommit att ersätta IPv4. Även efter det att IPv6 specificerats har IPv4 fortsatt att förbättrats vilket är en av anledningarna till att behovet av IPv6 inte infunnit sig.

Utifrån både teorin och empirin ser man att IPv6 inte följer gängse cykler. När IPv6 väl slår igenom kommer den inte på traditionellt sätt stegvis skjuta undan IPv4 utan på mycket kort tid bli den dominerande i den mening att allt nytt från den dagen kommer köra IPv6. IPv4 kommer dock fortsätta att existera parallellt med IPv6.

### **8.4 Utveckling kontra implementering**

Ett av de grundläggande problemen med IPv6 är det glapp som kan uppfattas mellan utvecklingarna av protokoll och de mer marknadsinriktade intressenterna, som i detta fall är de aktörer som måste genomföra själva implementeringen. Detta innebär att det finns en färdig teknik, utvecklad av en branschorganisation IETF, som ingen marknadsaktör vill börja använda kommersiellt.

*”IPv6 är mera något som drivs av politiker än något som insatta Internet-tekniker kräver.”<sup>187</sup>*

---

<sup>186</sup> Informant ur gruppen operatörer

<sup>187</sup> Informant ur gruppen operatörer

Syftet med en branschorganisation i ett fall som detta är att den bland annat ska överbygga klyftan mellan den rena forskningen och det kommersiella tillämpningsområdet. Målet med IETF:s arbete är att utveckla ett protokoll som i så hög grad som möjligt motsvarar de krav som intressenterna i branschen, det vill säga marknaden, ställer.

I fallet med IPv6 har IETF:s roll som brygga mellan två världar inte fungerat, i och med det faktum att branschen visat mycket lite intresse för att implementera IPv6. Tekniken har varit klar länge men i och med att det inte finns någon kundgrupp som efterfrågar ett IPv6-stöd saknas de ekonomiska incitament marknaden behöver för att ta steget mot en övergång.

*”De enda som har intresse av att det implementeras är de som gjort protokollet, och det är ju en akademisk grupp som har gjort det. Och det finns inga pengar där, och alltså implementeras det inte.”<sup>188</sup>*

Det finns uppenbarligen ett stort glapp mellan den sida som utvecklar protokollet och den sida som måste genomföra själva implementeringen, det vill säga övergången till det nya protokollet. Den första gruppen drivs av en önskan att föra utvecklingen framåt medan den andra drivs av ekonomiska resultatkrav och inte är intresserade av att investera i något som ännu inte efterfrågas, och vars föregångare fortfarande fungerar.

Genom detta resonemang ser man att om det saknats branschorganisationer är det troligt att ett nytt protokoll aldrig tagits fram eftersom kommersiella företag inte ser till Internet som helhet utan enbart fokuserar på den egna vinsten i ett kortare perspektiv.

*“it doesn’t benefit the individual user, but only the long term future of the Internet as a whole, thus is a hard sell to a company developing products that need to make profits in the short term, not the far future.”<sup>189</sup>*

Dessutom har internetmarknaden till stor del funnits i västvärlden och där har man inte upplevt några problem med adressbristen. Genom IETF:s närvaro har dock problemen med den adressbrist som börjar bli påtaglig framförallt utanför västvärlden uppmärksammas eftersom deras perspektiv på Internet är ett världsomspännande nätverk.

---

<sup>188</sup> Informant ur gruppen operatörer

<sup>189</sup> Informant ur gruppen protokollutvecklare



## 9 Avslutning

### 9.1 Slutsatser

För att kunna besvara vår huvudfrågeställning, ”När kommer IPv6 implementeras och vad blir den utlösande faktorn?”, har vi i tidigare avsnitt behandlat lämpliga teorier, undersökt empirin och analyserat denna. Efter detta arbete är vi nu redo att utifrån vår teori, empiri och analys dra följande slutsatser kring vad som kan bli de utlösande faktorerna för IPv6-implementeringen.

#### *Skillnaden mellan utvecklare och marknad*

Anledningen till den uppkomna situationen med ett färdigutvecklat protokoll som blivit liggande för att ingen vill ta tag i att implementera det, är att det finns ett glapp mellan de som utvecklat protokollet och de som ska använda det. Utvecklingen har skett inom en begränsad värld av entusiaster. I denna grupp hyllas protokollet genom att alla dess förtjänster lyfts fram. Det är dock inte denna värld som sitter på kapitalet och möjligheterna till att implementera tekniken utan det är internetmarknaden som måste ta beslut kring om och när en eventuell IPv6-implementering skall ske. I denna grupp är man mycket mer skeptiska till protokollet och fokuserar mer på de problem med protokollet som de kan hitta. Eftersom detta är kommersiella krafter kommer IPv6 inte implementeras innan denna grupp anser att det är ekonomiskt motiverat, det vill säga att det finns någon ekonomisk vinst. Det bör dock poängteras att denna grupp är redo för en implementering men att man inom gruppen väntar ut varandra. Ingen vill vara den som tar det första steget.

#### *Utökat adressutrymme*

Trots att IPv6 är inte enbart är framtaget för att ge fler adresser är det utökningen av adressutrymmet som kommer bli avgörande för att en implementering ska komma igång. Även protokollets utvecklare använder adressargumentet för att sälja in protokollet på marknaden trots att IPv6 även har andra fördelar jämfört med IPv4.

#### *Adressbristen utanför västvärlden*

Det som kan sätta i gång marknaden för IPv6 är adressbristen utanför västvärlden. Eftersom dessa länder, i Asien, Sydamerika och tredje världen, kom relativt sent in på IP-marknaden har man där fått en mycket liten tilldelning av IPv4-adresser. Dessa börjar redan ta slut i vissa länder i Asien, till exempel Japan. Om man tänker sig att de slumrande marknaderna i exempelvis Kina vaknar till liv och en och en halv miljard kineser plötsligt behöver en eller flera egna IP-adress måste dessa adresser vara IPv6-adresser eftersom IPv4 inte räcker till denna marknad. Detta påvisar den största icketekniska bristen med IPv4, nämligen att protokollet inte kan erbjuda en egen IP-adress till alla människor oberoende av var de bor i världen.

### ***Nya marknader***

En annan drivande faktor för övergången till IPv6 kan bli helt nya produktmarknader för IP-adresser. Dessa marknader innebär inte en utökning av den traditionella Internetanvändningen utan en helt ny marknad där fler och fler produkter skall kunna anslutas till nätet med hjälp av en egen IP-adress. Exempel på detta kan vara mobiltelefoner, bilar och kylskåp. För att detta scenario skall bli drivande bakom en IPv6-implementering gäller dock att man måste lansera en produkt som alla vill ha så att efterfrågan därmed driver på utvecklingen. Denna produkt kallas inom branschen för "the killer-application".

### ***Hårdvarustödet för IPv6***

För att en implementering skall komma igång räcker det inte med att det finns en efterfrågan på IPv6. Det måste även levereras hårdvara med ett stabilt stöd för IPv6. Hårdvaruleverantörerna säger visserligen idag att deras produkter klarar att köra IPv6 men det framkom att detta ifrågasätts starkt av främst internetoperatörerna. Eftersom de vid en implementering kommer att köra IPv6 fullt ut och inte som något litet projekt vid sidan av krävs det full funktionalitet från första början.

## ***9.2 Avslutande diskussion***

Vi tror att IPv6 kommer att implementeras inom en femårsperiod vilket till viss del måste sägas beror på den rådande ekonomiska konjunkturen. Hade vi inte drabbats av dotcom-döden under början av 2000-talet hade vi idag kanske redan sett IPv6 lanserat på marknaden. Det är givetvis lättare att göra investeringar i en ny teknologi när man befinner sig i en allmän ekonomisk uppgång där kapitalet flödar.

Det som blir avgörande för själva implementeringsstarten är att efterfrågan kommer igång, vare sig den kommer från traditionell internetanvändning, den trådlösa industrin eller från någon idag okänd "killer-application". När efterfrågeförändringen väl inträffar tror vi att själva implementeringen på marknaden sker relativt snabbt. Efter att de första viktigare aktörerna rullat ut sina kommersiella IPv6-tjänster skarpt kommer andra att följa efter inom en period på bara några månader. Många operatörer är idag redo för detta och väntar bara på att någon annan skall ta första steget.

Implementeringen av IPv6 kommer inte att slå ut det gamla protokollet IPv4 från marknaden. Det gamla IPv4 kommer att leva vidare parallellt med det nya och erbjuda möjlighet till tjänsteutbud under lång period. Detta innebär att det för tjänsteutvecklare kanske inte alls kommer att falla sig naturligt till att övergå till IPv6 om det inte utvecklas en "killer-application" som utnyttjar IPv6:s möjligheter.

## ***9.3 Framtida forskning***

Under arbetets gång och i takt med att vi inhämtat ny kunskap har tankar och idéer väckts kring utvidgningar och vinklingar av vårt ämnesval. På grund av detta arbetes begränsade omfattning har vi dock fått lägga sådana planer åt sidan för att istället fokusera på att färdigställa det vi från början hade för avsikt att göra. Vi presenterar dock några av de förslag som dykt upp under arbetets gång.

- Det vore intressant att dra paralleller till tidigare situationer då en ny standard har ersatt en befintlig. Särskilt spännande skulle vara en jämförelse av den situation vi nu upplever med den som rådde då det gamla ARPANET-protokollet NCP skulle ersättas med TCP/IP.
- Många bedömare tror att det kommer att bli en ”killer-application” som blir den drivande faktorn bakom en implementering. Den stora frågan är dock vad det blir, vilket skulle vara mycket intressant att undersöka.
- Eftersom all uppmärksamhet för närvarande riktas mot att IPv6 framför allt löser adressbristen, vore det intressant att titta närmare på de övriga fördelar som protokollet erbjuder i jämförelse med IPv4.

# Källförteckning

## *Litteratur*

- Abbate, J., 1999, *Inventing the internet*. Massachusetts Institute of Technology.
- Anderson, A. M. & Bjuggren, P.-O., & Ohlsson, O., 1990, *Industriell ekonomi*. SNS Förlag, Stockholm.
- Anderson, P. C. & Tushman, M. L., 1997, *Managing through cycles of technological change*, in *Managing Strategic Innovation and Change – a collection of readings* (Tushman & Anderson). Oxford University Press, New York .
- Bell, J., 1995, *Introduktion till forskningsmetodik*. Studentlitteratur, Lund.
- Comer, D. E., 2000, *Internetworking with TCP/IP, Vol 1: Principles, Protocols, and Architectures*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Ewert, M., 1999, *Datakommunikation*. Studentlitteratur, Lund.
- Glasmeyer, A., 1997, *Technological Discontinuities and Flexible Production Networks: The case of Switzerland and the World Watch Industry*, in *Managing Strategic Innovation and Change – a collection of readings* (Tushman & Anderson). Oxford University Press, New York.
- Govanius, G., 2000, *TCP/IP*. Pagina Förlags AB, Sundbyberg.
- Graham, B., 2001, *TCP/IP Addressing*. Morgan Kaufman.
- Gunnarsson, G., 1996, *Internet-boken*. Pagina Förlags AB, Upplands Väsby.
- Huitema, C., 1995, *Routing in the Internet*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Jensen, S. & Gjelstrup, A. & Berti, V., 2000, *Datakommunikation*. Liber AB, Stockholm.
- Johansson-Lindfors, M.-B., 1993, *Att utveckla kunskap: Om metodologiska och andra vägval vid samhällsvetenskaplig kunskapsbildning*. Studentlitteratur, Lund.
- Kotler, P. & Armstrong, G., 1999, *Principles of Marketing*. Prentice-Hall, New Jersey.
- Marklund, K.(red.), 1993, *Nationalencyklopedin, band 11*. Bokförlaget Bra Böcker AB, Höganäs.
- Molander, B., 1992, *Vetenskapsfilosofi – en bok om vetenskapen och den vetenskapande människan*. Thales, Stockholm.

Nørretranders, T., 1998, *Platsen som inte finns*. Bokförlaget DN, Stockholm.

Repstad, P., 1993, *Närhet och distans – Kvalitativa metoder i samhällsvetenskap*. Studentlitteratur, Lund.

### ***Artiklar***

AsiaPulse News, 2001, Internet initiative Japan to launch IPv6/IPv4 dual stack service. *AsiaPulse News*, 2001-10-30. p0812.

Cope, J., 2001, IPv6: Is it inevitable?. *Computerworld*, vol 35, issue 9, s 58-59.

Duffy Marsan, C., 2001a, Proponents take IPv6 off its pedestal. *Network World*, vol 18, issue 21, s 16 ff.

Duffy Marsan, C., 2001b, ISP group at vortex of IPv6 transition. *Network World*, vol 18, issue 30, s 25-26.

Haber, L., 1997, IPv6: Is it revolutionary or is it redundant?. *Computer Reseller News*, issue 744, s 73 ff.

Hooper, L., 2001, IPv6 focuses on problem of limited IP addresses. *Cm*, issue 965, s 57.

Jackson Higgins, K., 2000, Internet Protocols – IP's next stop – IPv6 has the juice to support an era when even refrigerators may have unique IP addresses. *Internetweek, special volume, issue 838*, s 59 ff.

Johnson, J. T., 2001, The hidden headaches of IPv6 services. *Network World*, vol 18, issue 19, s 46 ff.

Krapf, E., 2001, Whatever happend to IPv6?. *Business Communications Review*, vol 31, issue 4, s 14 ff.

Lieberman, M. B. & Montgomery, D. B., 1988, First-Mover Advantages. *Strategic Management Journal*, vol 9, s 41-58.

Lieberman, M. B. & Montgomery, D. B., 1998, First-Mover (Dis)Advantages: Retrospective and Link with the Resource-Based View. *Strategic Management Journal*, vol 19, s 1111-1125.

Loshin, P., 1999, IPv6 over everything. *Data Communications*, vol 28, issue 15, s 41-46.

Matthews, J. & Wiggins, R. W., 2001, Smart toasters and addressable collections. *Library Journal*, vol 126, issue 11, s 33 ff.

Narasimhan, A. & Zhang, Z. J., 2000, Market Entry Strategy Under Firm Heterogeneity and Asymmetric Payoffs. *Marketing Science*, vol 19, no 4, s 313-327.

Neighly, P., 2001, The joy of six. *America's Network*, vol 105, issue 9, s 79 ff.

Olofsson, K., 2001, Större, snabbare, dyrare. *Computer Sweden*, 2001-05-07, s 22-23.

Petrosky, M., 2001, IPv6: This is your wake-up call. *Network World*, vol 18, issue 20, s 41 ff.

Pettersson, L., 1996, Nya Internetprotokollet är redo att ta över. *Datateknik*, 1996-10-10.

Ricknäs, M., 2001a, Gradvis övergång med tunnlar. *Computer Sweden*, årgång 19, nr 130, s 15.

Ricknäs, M., 2001b, EU ska rädda framtidens internet. *Computer Sweden*, 2001-05-11, s 7.

Wallström, M., 2001, Cerf optimist om internets framtid. *Computer Sweden*, 2001-11-19, s 12.

### ***Elektroniska dokument***

Länkarna kontrollerades 020105.

Bradner, S. & Mankin, A., 1993, RFC1550 IP: Next Generation (IPng) White Paper Solicitation. <http://www.ietf.org/rfc/rfc1550.txt?number=1550>

Bradner, S. & Mankin, A., 1995, RFC1752 The Recommendation for the IP Next Generation Protocol. <http://www.ietf.org/rfc/rfc1752.txt?number=1752>

Deering, S. & Hinden, R., 1998, RFC2460 Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification. <http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt?number=2460>

Gross, P. & Almquist, P., 1992, RFC1380 IESG Deliberations on Routing and Addressing. <http://www.ietf.org/rfc/rfc1380.txt?number=1380>

<http://ipv6-summit.isoc.lu/Why-IPv6.html>

[http://www.6bone.net/about\\_6bone.html](http://www.6bone.net/about_6bone.html)

<http://www.6ren.net/overview.htm>

<http://www.apnic.net>

<http://www.arin.net>

<http://www.ietf.org/html.charters/ipngwg-charter.html>

<http://www.ietf.org/html.charters/ngtrans-charter.html>

[http://www.ietf.org/iesg/1rfc\\_index.txt](http://www.ietf.org/iesg/1rfc_index.txt)

<http://www.iis.se/internetdagarna/2001/IPv6/thomas-eklund.pdf>

<http://www.ipv6forum.com/navbar/ipv6forum/about.htm>

<http://www.ipv6-taskforce.org/>

<http://www.isoc.org/briefings/001/>

<http://www.ripe.net>

<http://www.zakon.org/robert/internet/timeline/>

Postel, J., 1981, RFC 791 Internet Protocol DARPA Internet Program Protocol Specification. <http://www.ietf.org/rfc/rfc0791.txt?number=791>

## Bilaga A

### *Informantförteckning*

Nedan finns en förteckning över våra informanter indelade i de grupper de representerar i uppsatsen. Vi vill understryka att de åsikter de bidragit med är deras personliga, det vill säga att de inte medverkat i uppsatsen i egenskap av representanter för de organisationer de är engagerade i.

#### *Protokollutvecklare*

- I1 Har varit med och utvecklat IPv6 sedan 1995
- I2 Har varit med och utvecklat TCP/IP-protokollet, sitter i styrelsen för ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers)
- I3 Är med i IETF och är internationellt sett en av de mest drivande krafterna bakom utvecklingen av IPv6
- I4 Sitter med i IETF:s Applications Area, i IESG (styrelsen för IETF) samt är engagerad i SOF (Svenska Operatörers Förening)

#### *Internetoperatörer*

- I5 Arbetar på ett globalt internetoperatörsföretag, engagerad i SOF
- I6 Arbetar inom universitetsvärlden, är engagerad i SOF och aktiv i ISOC-SE.
- I7 Engagerad i ISOC-SE samt SOF
- I8 Arbetar vid ett internetoperatörsföretag
- I9 Arbetar vid ett internetoperatörsföretag
- I10 Arbetar på ett globalt internetoperatörsföretag

#### *Övriga*

- I11 Nätverkstekniker/konsult samt engagerad i SNUS.
  - I12 Programutvecklare, bland annat inom nätverksteknik
  - I13 Management
  - I14 Arbetar inom universitetsvärlden
  - I15 Forskare inom mobilt Internet och integritet
  - I16 Arbetar med testning av IPv6, aktiv i IETF
  - I17 Aktiv inom AFRINIC
-



## **Bilaga B**

### ***Frågemall***

#### ***Allmänt***

Vilken relation har du till IPv6, dvs hur har du kommit i kontakt med IPv6?

#### ***Bakgrund***

Finns det faktorer som har bromsat IPv6 utveckling, och i så fall vilka?  
Förutom de rent tekniska aspekterna, har det funnits något inbyggt motstånd i branschen mot en övergång till IPv6?

#### ***Idag***

IPv6 som teknik

Var befinner sig IPv6 mognadsmässigt som teknik?

Behövs IPv6 egentligen?

Klarar man sig med den befintliga tekniken?

Kan du ge en övergripande bild av var utvecklingen av IPv6 står idag med avseende på testning och användning?

Ser du några generella fördelar med IPv6 såsom ekonomiska eller tekniska?

#### ***Omvärldsfaktorer***

Hur ser egentligen adresssituationen ut?

Finns det ett behov av fler IP-adresser?

Vilka intressen finns idag för IPv6 (aktörer, maktkoncentrationer och nätverk)?

Vad är största hindret idag mot att börja använda IPv6?

Ser du några nackdelar med att satsa på IPv6 redan idag?

Går det att satsa på IPv6 idag eller är det något man måste göra på sidan av?

Hur stor del av den befintliga infrastrukturen bland operatörer är kompatibel/anpassad för IPv6?

#### ***Övrigt***

Finns det idag hos er någon dokumenterad/överenskommen IPv6 plan eller strategi?

#### ***Framtid***

##### ***Avgörande faktorer***

Vilka faktorer eller händelser ser du som viktiga för att utvecklingen och implementeringen av IPv6 skall komma igång?

Är det adressbristen som blir den avgörande faktorn?

När problemet med själva "övergången" lösts, vilka faktorer kommer då vara avgörande för den storskaliga användningen av IPv6?

---

Vilka faktorer ser du som viktiga för att den storskaliga användningen av IPv6 skall komma igång?

### ***Avgörande aktörer***

Vilka aktörer ser du som viktigast för att IPv6-tåget ska sättas i rullning?

Vilka aktörer ser du som viktigast för att kunna komma igång med/utveckla användningen av IPv6?

Vilka aktörer anser du vara viktigast för att IPv6-användningen ska komma igång, dvs kommer det avgörande vara att operatörer erbjuder IPv6-stöd eller att applikationsutvecklare efterfrågar det

Vilka tror du kommer att vara först? (stor/liten aktör)

När tror du att IPv6 kommer implementeras, dvs vara den dominerande standarden?

### ***IPv6***

Vilken inverkan tror du IPv6 kommer att ha på Internet som helhet? Väsentliga påverkansområden?

Kommer det att ske någon form av maktförskjutning inom branschen i och med IPv6?

Finns det några för- eller nackdelar (ex. ekonomiska, tekniska) med att vara tidigt ute?

Finns det några för- eller nackdelar (ex. ekonomiska, tekniska) med att gå in i ett senare skede?

---