


Rapport:
Tillhandahållande av IPv6 i
fasta allmänna
kommunikationsnät i Sverige
Kartläggning hösten 2019



**Tillhandahållande av IPv6 i fasta allmänna kommunikationsnät i Sverige
Kartläggning hösten 2019**

Rapportnummer
PTS-ER-2020:19

Diarienummer
19-8159

ISSN
1650-9862

Författare
Erika Hersaeus, Claes Hultholm

Post- och telestyrelsen
Box 5398
102 49 Stockholm

08-678 55 00
pts@pts.se
www.pts.se

Förord

Post- och telestyrelsen (PTS) har fått ett uppdrag från regeringen som syftar till att främja och följa införandet av Internet Protokoll version 6 (IPv6) i offentlig sektor så att deras mest grundläggande funktioner och tjänster på internet i gränssnittet mot allmänna kommunikationsnät, såsom DNS, webbsidor och e-post fortsatt ska vara tillgängliga för alla genom införande av IPv6 vid sidan av IPv4.

En del av regeringsuppdraget består i att kartlägga hur operatörernas tillhandahållande av IPv6 i det fasta nätet utvecklas över tid och i vilken utsträckning begränsningar i utbudet av IPv6 i det fasta nätet påverkar införandet av IPv6 hos statliga myndigheter, kommuner och regioner som inte infört IPv6.

Denna rapport är resultatet av den kartläggning som PTS genomfört under hösten 2019.

Dan Sjöblom,
Generaldirektör

Innehåll

Förord	3
Sammanfattning	6
1 Inledning	8
1.1 Syftet är att utreda införandegrad och tillhandahållande av IPv6 samt eventuella hinder för detta	8
1.2 Om kartläggningen och metod	8
1.3 Målgrupp och svarsfrekvens	9
1.4 Leverantörer av elektroniska kommunikationsnät och -tjänster	9
1.5 Benämningar i denna rapport	9
2 Redovisning av resultat från kartläggningen 2019	11
2.1 Urvalsfråga	11
2.2 Jämn svarsfördelning bland olika verksamhetstyper	11
2.3 En försvinnande liten andel slutkunder använder fast internetanslutning över IPv6	13
2.4 En knapp tredjedel av kärnnätet och drygt en femtedel av accessnätet hanterar internettrafik över IPv6 i praktiken	15
2.5 Drygt en femtedel använder adressöversättning för IPv4	17
2.6 Hälften har tillgängliga IPv4-adresser att tilldela medan en knapp sjättedel saknar IPv4-adresser	19
2.7 Drygt en tredjedel avser att införa IPv6 vid en eventuell brist på IPv4-adresser	21
2.8 En fjärdedel har redan infört IPv6 medan en dryg tredjedel inte har fattat något beslut i frågan	24
2.9 Kundeafterfrågan är det främsta skälet för att införa och tillhandahålla IPv6	26
2.10 Avsaknad av kundeafterfrågan och behov är de vanligaste skälen till att beslut om tillhandahållande av IPv6 inte har fattats	28
2.11 Vidtagna åtgärder det senaste året	30
2.12 Hinder mot ett införande av IPv6	30
2.13 Vilka åtgärder behöver vidtas för att öka införandet av IPv6?	32
3 Jämförelser med kartläggningarna 2017, 2018 och kommentarer	34
3.1 Oförändrad andel kunder som har tillgång till fast internet över IPv6	34
3.2 Beslut om införande av IPv6 bland leverantörerna har ökat sedan 2017, men oförändrat mellan 2018 och 2019	34
3.3 Användning av adressöversättningsteknik och ojämna fördelning av IPv4-adresser	36
3.4 Inga tekniska hinder mot ett införande av IPv6 och positiv utveckling i näten	37
3.5 Kostnader för införande av IPv6	38
3.5.1 <i>PTS bedömning avseende kostnader för införande av IPv6</i>	38
3.6 IPv6-införandet – vems ansvar?	39
3.7 PTS övriga kommentarer om införandet av IPv6 i fasta nät i Sverige	39
4 Uppföljande årliga kartläggningar kommer genomföras 2020 och 2021	41

Sammanfattning

PTS har, inom ramen för sitt pågående regeringsuppdrag om att främja och följa införandet av standarden IPv6, under hösten 2019 genomfört en kartläggning om tillhandahållande av IPv6 i det fasta nätet hos aktörer på den svenska telekommunikationsmarknaden. Kartläggningen fungerar dessutom som en uppföljning till de kartläggningar som PTS genomfört både hösten 2017 och 2018.

Aktörer som omfattats av kartläggningen befinner sig på de aktiva nivåerna i värdekedjan för internetanslutningstjänster

- Operatör - aktör som levererar internettjänst till slutkund med eget nät
- Tjänsteleverantör - aktör som tillhandahåller tjänster över någon annans nät
- Kommunikationsoperatör - aktör som tillhandahåller aktivt nät för andra tjänsteleverantörer.

Kartläggningen har syftat till att få en bild över status på införande och tillhandahållande av IPv6 hos aktörer på den svenska marknaden. Den har även syftat till att utreda vilka incitament och eventuella hinder som finns för tillhandahållande och införande av IPv6. Några resultat från kartläggningen är:

- Det är i princip oförändrad andel kunder som använder fast internet med IPv6 sedan kartläggningen från 2017 med cirka 3 procent företagskunder samt cirka 2 procent privatkunder.
- Det finns leverantörer som kan erbjuda IPv6-anslutning till kund (slutanvändare eller tjänsteleverantör), dock erbjuds internetanslutningstjänster över IPv6 generellt inte som standard.
- Grossisttjänster över IPv6 erbjuds generellt inte heller som standard till tjänsteleverantörer.

I genomsnitt hanterar drygt 30 procent av utrustningen i kärnnätet och drygt 20 procent i accessnätet internettrafik över IPv6 i praktiken. Stödet för IPv6 skiljer sig dock åt mellan de olika aktörstyperna i värdekedjan.

Genomsnittssiffran är en stor ökning jämfört med undersökningen 2017, då införandegraden uppgick till 5 procent. Från 2018 till 2019 har det hos både tjänsteleverantörer och kommunikationsoperatörer skett en tydlig ökning av hur stor andel av utrustningen som har stöd för IPv6. De tre största infrastrukturägarna har i kartläggningen 2018 uppgett att hela deras kärnnät har stöd för IPv6, och två av dessa har uppgett att hela deras accessnät också har stöd för IPv6.

En fjärdedel av aktörerna har uppgett att IPv6 har införts, vilket är en markant ökning jämfört med 5 procent 2017, däremot har det inte skett någon

förändring mellan 2018 och 2019. Vidare har drygt en fjärdedel uppgett att IPv6 kommer att införas inom de närmsta två åren, medan en dryg tredjedel har uppgett att de inte har fattat något beslut om införande av IPv6.

Kundefterfrågan är det främsta skälet till att beslut har fattats om att införa IPv6 inom de närmaste två åren, samtidigt som brist på kundefterfrågan är det vanligaste skälet till att beslut om införande av IPv6 inte har fattats. PTS ser positivt på att aktörerna i större utsträckning nu, jämfört med 2017, har fattat beslut om att införa IPv6, något som tyder på att medvetenheten hos aktörerna om behovet av införandet av IPv6 ökat. Samtidigt ska det påpekas att det finns en stor andel aktörer på marknaden som ännu inte fatta något beslut om att införa stöd för IPv6.

Tillgången till IPv4-adresser hos leverantörerna på den svenska marknaden är ojämnt fördelad. Hälften har uppgett att de har tillgängliga IPv4-adresser, medan en knapp sjättedel har uppgett att de helt saknar tillgång till IPv4-adresser. En andrahandsmarknad för IPv4-adresser har uppstått i Sverige och förväntas att öka enligt kartläggningen.

Användningen av adressöversättningsfunktioner har endast ökat några få procentenheter från 2018 till 2019, men jämfört med den första undersökningen som gjordes 2017 är det fråga om en fördubbling.

Såväl leverantörernas ökade användning av adressöversättningsfunktioner som den förväntade andrahandsmarknaden på IPv4-adresser bedömer PTS fördröjer införandet av IPv6 i Sverige.

Sett till de svar som inkommit genom kartläggningen kan vi konstatera att införandet i Sverige går trögt även om det inom vissa områden skett förbättringar. PTS kommer att genomföra en uppföljande kartläggning av införandet och tillhandahållandet av IPv6 som en del av sitt pågående regeringsuppdrag och för att följa tillhandahållandet av IPv6 och eventuella hinder på marknaden för elektronisk kommunikation i Sverige under hösten 2020, vars resultat kommer att publiceras under våren 2021.

1 Inledning

PTS har under oktober och november 2019 ställt ett antal frågor till leverantörer av fasta allmänna kommunikationsnät och allmänt tillgängliga elektroniska kommunikationstjänster i Sverige om införande och tillhandahållande av IPv6. Den här rapporten redovisar resultat, analyser och slutsatser mot bakgrund av inkomna svar på IPv6-frågorna.

1.1 Syftet är att utreda införandegrad och tillhandahållande av IPv6 samt eventuella hinder för detta

Syftet med kartläggningen har varit att få en nulägesbeskrivning över införande och tillhandahållande av IPv6 på den svenska marknaden för fasta allmänna kommunikationsnät och allmänt tillgängliga elektroniska kommunikationstjänster samt en uppfattning om vilka incitament och eventuella hinder som finns för att öka införandet och tillhandahållandet av IPv6 (för resultat se kapitel 2). Ett ytterligare syfte har varit att följa utvecklingen av införandet och tillhandahållandet av IPv6 sedan kartläggningarna som gjordes dels under hösten 2017, dels 2018 (för vidare information om föregående kartläggningar, se kapitel 3).

1.2 Om kartläggningen och metod

PTS har ställt tolv frågor om IPv6 till leverantörer av fasta allmänna kommunikationsnät och allmänt tillgängliga elektroniska kommunikationstjänster. Enkäten har besvarats av 250 leverantörer, endast moderbolag. Frågorna har skickats ut i form av en webbenkät. Redovisningen i denna rapport bygger på de uppgifter som leverantörerna har lämnat genom webbenkäten.

Kartläggningen har i huvudsak bestått av givna svarsalternativ för leverantörerna att ta ställning till. För flera av frågorna har leverantörerna haft möjlighet att lämna ytterligare kommentarer till sina svar med syfte att PTS ska kunna få en kompletterande bild av svaret. Sett till de många inkomna svaren utifrån de fasta svarsalternativen samt till de svarandes i många fall ytterligare kommentarer, gör att kartläggningen kan anses vara både kvantitativ och kvalitativ.

PTS ställde (nästan) samma frågor även 2018, och har dessutom ställt ett antal frågor om IPv6 under 2017. Resultaten på frågorna som ställdes 2017 och 2018 används som jämförelse med resultaten från frågorna under 2019. För närmare redogörelser över utvecklingen från 2017 till 2019, se kapitel 3.

1.3 Målgrupp och svarsfrekvens

Frågorna har skickats till anmälda aktörer av fasta elektroniska kommunikationstjänster. Den inledande frågan har haft till syfte att särskilja tillhandahållare av passiv infrastruktur från de leverantörer som verkar på de aktiva nivåerna, och som PTS bedömer i första hand, kan påverka IPv6-införandet. Som framgår av avsnitt 2.1 har 33 aktörer angett att de inte råder över någon aktiv utrustning och har därmed inte behövt svara på enkäten i sin helhet. Sammanfattningsvis har 217 leverantörer besvarat samtliga frågor i enkäten, vilket utgör grunden i den följande redovisningen i kapitel 2.

PTS har i missivet understrukit vikten av att frågorna besvaras av någon med såväl relevant teknisk kunskap som kännedom om verksamhetsbeslut gällande IPv6, något som dock inte har kunnat säkerställas. Med hänsyn till att frågorna till viss del har formulerats om och vissa frågor har besvarats med uppskattningar kan det föreligga en viss osäkerhet gällande tillförlitligheten i en del svar.

1.4 Leverantörer av elektroniska kommunikationsnät och -tjänster

Leverantörer av elektroniska kommunikationsnät och -tjänster verkar i en s.k. värdekedja för elektroniska kommunikationsnät och -tjänster. Vissa leverantörer erbjuder grossisttjänster, andra slutkundtjänster och ytterligare några erbjuder både grossist- och slutkundtjänster. Vissa erbjuder således tjänster på *en* nivå, andra på flera nivåer. Ytterligare några verkar på *alla* nivåer i värdekedjan (s.k. vertikalt integrerade aktörer). På den översta nivån i värdekedjan tillhandahålls slutkundtjänster, t.ex. fast internetanslutning, IP-telefoni, mobiltelefoni. På de lägre nivåerna erbjuds olika typer av grossisttjänster (t.ex. förläggning av svartfiber eller passivt nät eller erbjudande av virtuella accessförbindelser).

1.5 Benämningar i denna rapport

I denna kartläggning kategoriseras de olika aktörstyperna som nämns i avsnitt 1.4 ovan enligt följande:

- Operatör - aktör som levererar internettjänst till slutkund med eget nät
- Tjänsteleverantör - aktör som tillhandahåller tjänster över någon annans nät
- Kommunikationsoperatör - aktör som tillhandahåller aktivt nät för andra tjänsteleverantörer

Begreppen aktörer eller leverantörer används som begrepp för samtliga tre kategorier.

2 Redovisning av resultat från kartläggningen 2019

2.1 Urvalsfråga

Urvalsfråga - Är ni en aktör som endast tillhandahåller svartfiber och passiv utrustning, dvs. utan att förfoga eller råda över aktiv utrustning i kommunikationsnätet?

1. Ja
2. Nej

Den inledande urvalsfrågan har haft till syfte att sortera bort aktörer som endast tillhandahåller produkten svartfiber. Sådana leverantörer tillhandahåller ingen aktiv utrustning och har därmed ingen direkt påverkan på IPv6-införandet.

Resultat

Totalt har 250 leverantörer svarat på urvalsfrågan. Av dessa har 33 leverantörer angett att de är s.k. svartfiberleverantörer. PTS noterar att bland de aktörer som angett att de är svartfiberleverantörer är ungefär en tredjedel av dessa stadsnät. Resterande 217 leverantörer utgör således de svarande, basen, i den följande redovisningen.

2.2 Jämn svarsfördelning bland olika verksamhetstyper

Fråga 1 - Ange vilken typ av verksamhet företaget bedriver:

1. Aktör som levererar internetjänst till slutkund med eget nät (operatör)
2. Tjänsteleverantör (aktör som levererar internetjänster över annan aktörs nät)
3. Kommunikationsoperatör (aktör som tillhandahåller aktivt nät för andra tjänsteleverantörer)
4. Annat

I den första frågan har leverantörerna fått svara på *vilken typ av verksamhet som företaget bedriver*. I det fall leverantören bedriver verksamhet på flera nivåer i värdekedjan, har aktören ombetts att lämna svar utifrån den roll (verksamhet) som de bedömer har störst påverkan eller möjlighet till påverkan på IPv6-införandet. Det har även funnits ett svarsalternativ "Annat", där de har haft

möjlighet att beskriva sin verksamhet. Resultatet redovisas i tabellen nedan. Syftet med frågan har förutom att få reda på hur fördelningen av de svarande ser ut också varit att kunna redovisa vilken leverantörstyp som har svarat vad i enkätfrågorna.

Fråga 1 – Resultatfördelning av de svarande

Typ av verksamhet	Antal	Procent
1. Operatör (aktör som levererar internetjänst till slutkund med eget nät)	64	29
2. Tjänsteleverantör (aktör som levererar internetjänster över annan aktörs nät)	69	32
3. Kommunikationsoperatör (aktör som tillhandahåller aktivt nät för andra tjänsteleverantörer)	59	27
4. Annat:	25	12
Totalt	217	100

Fördelningen av verksamhetstyper bland de svarande är förhållandevis jämn; omkring en tredjedel för respektive typ av leverantör. Vidare har cirka 12 procent angett svarsalternativet Annat. Av kommentarer till detta svarsalternativ framgår t.ex. att verksamheten har sålts eller har upphört.

2.3 En försvinnande liten andel slutkunder använder fast internetanslutning över IPv6

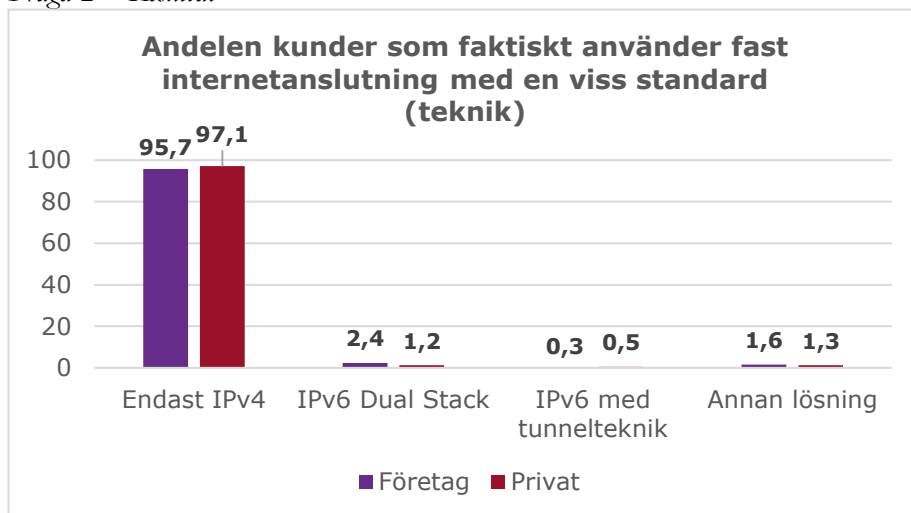
Fråga 2 - Ange hur stor andel kunder (för respektive kategori – privat och företag) som faktiskt använder internet med följande alternativ:

Endast IPv4 Företag
Endast IPv4 Privat
Dual Stack Företag
Dual Stack Privat
IPv6 med tunnelteknik Företag
IPv6 med tunnelteknik Privat
Annan lösning Företag
Annan lösning Privat

På den andra frågan har leverantörerna fått svara på hur stor andel av företagets slutkunder, såväl privatkunder som företagskunder, som faktiskt använder internet med en viss standard eller annan lösning. *Dual stack* innebär att utrustning och mjukvara har tekniskt stöd för både IPv4 och IPv6 var för sig. Med *IPv6 med tunnelteknik* menas förenklat att utrustning överför IPv6-trafik i ett IPv4-nät genom en ”virtuell tunnel”.

Den andra frågan har haft flera syften. Ett har varit att undersöka hur stor andel slutkunder som faktiskt använder internet med IPv6 idag. Ett annat har varit att undersöka om det finns en särskild kundkategori, företagskunder eller privatkunder, som efterfrågar IPv6 i högre utsträckning. Ett tredje syfte har varit att få information om på vilket sätt IPv6 tillhandahålls till slutkunder, vilket säger något om leverantörens och infrastrukturens mognad avseende IPv6-införandet och -tillhandahållandet.

Fråga 2 – Resultat



Som framgår av uppgifterna i stapeldiagrammet ovan använder den absoluta majoriteten av slutkunderna, vare sig det gäller företagskunderna eller privatkunder, fast internetanslutning med IPv4. Det är således en mycket liten andel kunder som använder fast internetanslutning med IPv6 hösten 2019 och det synes inte heller föreligga någon nämnvärd skillnad på efterfrågan av IPv6 mellan privat- och företagskunder. Det råder ingen större skillnad mellan de olika typerna av leverantörer i värdekedjan, med ett visst undantag för tjänsteleverantörerna, som uppgett att de i högre utsträckning tillhandahåller IPv6 till företagskunder

Trots att det totalt sett är fråga om låga nivåer så tillhandahålls IPv6 såvitt framgår i första hand och i störst utsträckning med dual stack.

Kommentar: det råder viss osäkerhet gällande resultaten på denna fråga. Leverantörerna anger att de har uppskattat andelen slutkunder som faktiskt använder internet med de föreslagna alternativen då de inte mäter trafiken på detta sätt.

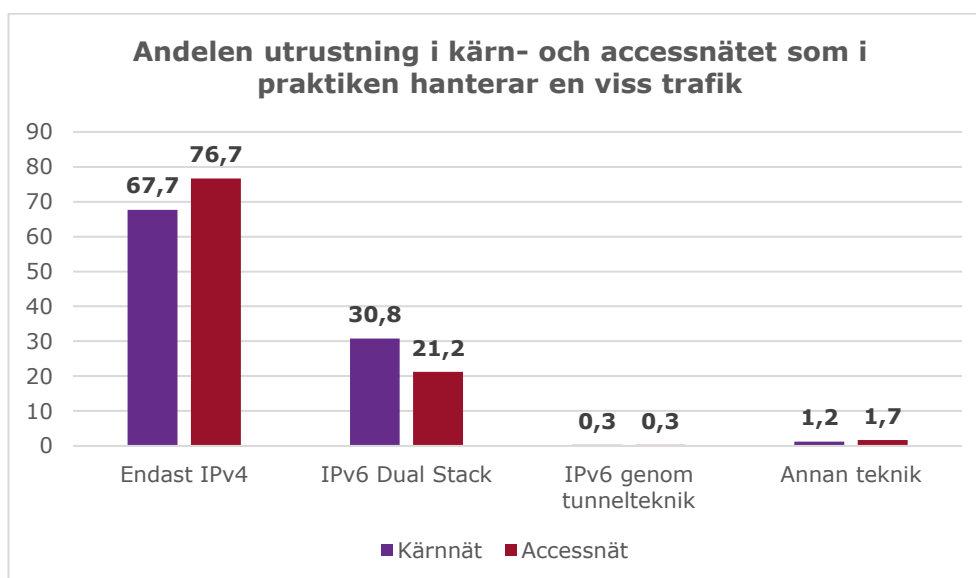
2.4 En knapp tredjedel av kärnnätet och drygt en femtedel av accessnätet hanterar internettrafik över IPv6 i praktiken

Fråga 3 - För respektive nättyp, (kärnnät, accessnät) ange hur stor andel av den aktiva utrustningen som faktiskt hanterar internettrafik med följande tekniska lösningar.

Endast IPv4
IPv6 Dual Stack
IPv6 genom tunnelteknik
Annan teknik

På den tredje frågan har leverantörerna fått redogöra för hur stor andel av den aktiva utrustningen i kärn- respektive accessnät som faktiskt hanterar internettrafik med följande teknik: endast IPv4, IPv6 Dual stack, IPv6 genom tunnelteknik eller annan teknik. Syftet har varit att ta reda på status för införandet av IPv6 i kärnnät och accessnät, samt på vilket sätt, med vilken teknik, IPv6 tillhandahålls.

Fråga 3 – Genomsnittligt resultat bland leverantörstyperna



Som framgår av uppgifterna i stapeldiagrammet ovan hanterar i genomsnitt cirka 68 procent av leverantörernas aktiva utrustning i kärnnätet i praktiken

endast IPv4, 31 procent IPv6 dual stack, 0,3 procent IPv6 genom tunnelteknik och drygt 1 procent med annan teknik.

Som vidare framgår av stapeldiagrammet har utrustningen i accessnätet mindre stöd för IPv6 än i kärnnätet. Cirka 77 procent av den aktiva utrustningen i accessnätet hanterar endast IPv4 och 21 procent av utrustningen i accessnätet hanterar IPv6 med dual stack. Som vidare framgår av resultaten tillhandahålls IPv6 i kärn- och accessnätet i huvudsak genom *dual stack*.

Fråga 3 - Resultat per leverantörstyp

För respektive nättyp, (kärnnät, accessnät) ange hur stor andel av den aktiva utrustningen som faktiskt hanterar internettrafik med följande tekniska lösningar

IPv6 (procent) Dual stack och Tunnelteknik	Operatörer	Tjänste- leverantör	Kommunikations- operatör	Genomsnitt alla aktörer
Kärnnät	36,3	35,5	25,1	31,1
Accessnät	20,2	22,3	22,8	21,5

Operatörer och tjänsteleverantörer är de som i störst utsträckning har utrustning i kärnnätet som i praktiken hanterar IPv6 med ca 36 procent, medan kommunikationsoperatörer gör det med ca 25 procent. När det gäller stöd för IPv6 i accessnätet är det relativt jämnt fördelat mellan de olika leverantörstyperna.

Redan i kartläggningen 2018 framkom att kärnnäten hos de tre största operatörerna med ett eget fast nät uppges till 100 procent ha stöd för IPv6. Vidare uppgav två av dessa operatörer ha stöd för IPv6 i accessnätet till 100 procent.

2.5 Drygt en femtedel använder adressöversättning för IPv4

Fråga 4 - Används adressöversättning för IPv4 (t.ex. genom Network Address Translation, NAT, eller Carrier Grade NAT, CGN)?

Ja, ange anledning:

Nej

Vet inte

Den fjärde frågan har haft två syften, dels att undersöka i vilken utsträckning leverantörerna använder adressöversättningsfunktioner för IPv4, dels anledningen till användning av adressöversättning för IPv4.

Fråga 4 – Resultat

Används adressöversättning för IPv4 (t.ex. genom Network Address Translation, NAT, eller Carrier Grade NAT, CGN)?

Svarsalternativ	Antal	Procent
Ja	45	21
Nej	145	67
Vet inte	27	12
Totalt	217	100

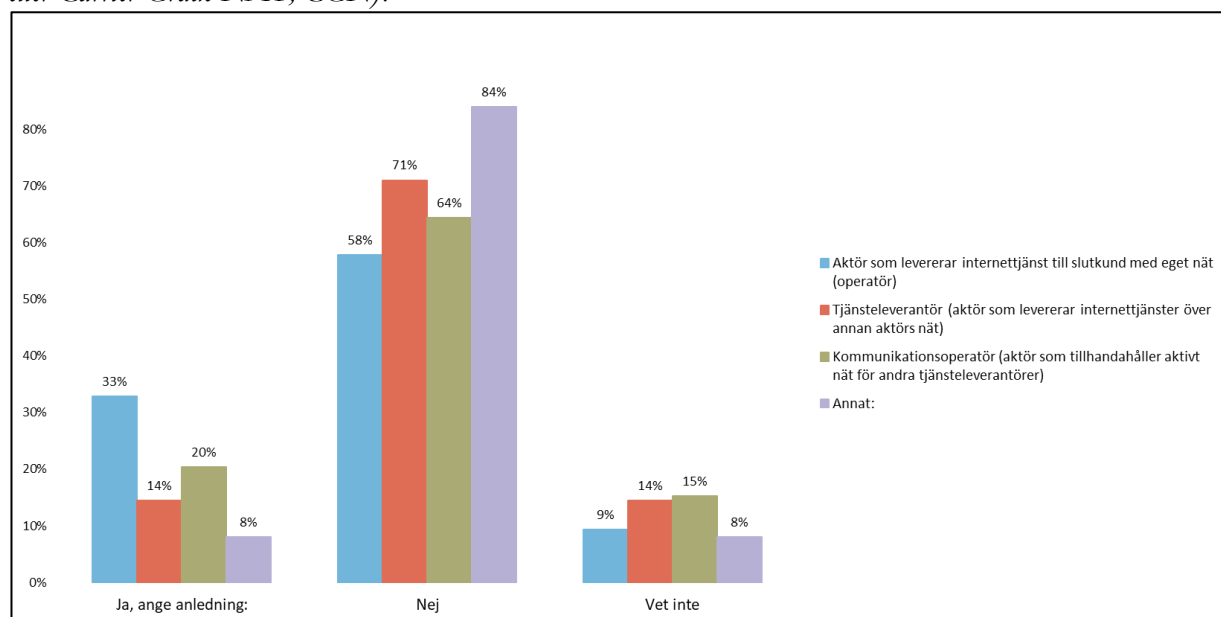
Ett vedertaget sätt för leverantörerna att hantera en förekommande brist på IPv4-adresser är att använda adressöversättningsfunktioner som t.ex. Network Address Translation (NAT) eller Carrier Grade NAT. Adressöversättning innebär att flera slutkunder delar på en publik IPv4-adress istället för att få varsin unik, publik IPv4-adress. PTS har fått uppgifter om att det vanligtvis rör sig om att mellan 64 till 3 000 slutkunder delar på en publik IPv4-adress, men också att det, beroende på utrustning, finns möjlighet att låta upp mot 60 000 slutkunder dela på en enda publik IPv4-adress.

Som framgår av uppgifterna i tabellen ovan, uppger i genomsnitt 67 procent av leverantörerna att de *inte* använder adressöversättningsfunktioner. 21 procent, dvs. drygt en femtedel, uppger att de använder adressöversättningsfunktioner

för IPv4. 12 procent uppger att de inte vet om de använder adressöversättningsfunktioner för IPv4.

Fråga 4 - Resultat per leverantörstyp

Används adressöversättning för IPv4 (t.ex. genom Network Address Translation, NAT, eller Carrier Grade NAT, CGN)?



Det är framförallt operatörer som använder adressöversättningsfunktioner, 33 procent, jämfört med 14 procent av tjänsteleverantörerna och 20 procent av kommunikationsoperatörerna.

Leverantörer som angett att de använder adressöversättning för IPv4 har även behövt ange anledning till det. De vanligaste angivna anledningarna är:

- brist på IPv4-adresser,
- hushållning med publika IPv4-adresser samt
- efterfrågan från tjänsteleverantörer, då de har svårt att få tag i IPv4-adresser (dvs. adressöversättning tillhandahålls som tjänst).

Två av de största operatörerna med ett eget fast nät har uppgett att de inte använder NAT i någon form för fast internetanslutningstjänst, däremot i större utsträckning i mobilnäten. Vidare framgår att flera tjänsteleverantörer, i kommunikationsoperatörernas nät, använder NAT mot sina slutkunder.

2.6 Hälften har tillgängliga IPv4-adresser att tilldela medan en knapp sjuandedel saknar IPv4-adresser

Fråga 5 - Har företaget tillgängliga IPv4-adresser att dela ut?

Ja, uppskatta när full beläggning av er IPv4-adresspool uppnås (årtal):

Nej

Kan inte besvara frågan då företaget inte tilldelar IP-adresser

Vet inte

Syftet med den femte frågan har varit att ta reda på om leverantörerna innehar några IPv4-adresser för tilldelning. De som svarat att de har tillgängliga IPv4-adresser att tilldela skulle även uppskatta vilket årtal som de beräknar att deras IPv4-adresser är slut (full beläggning).

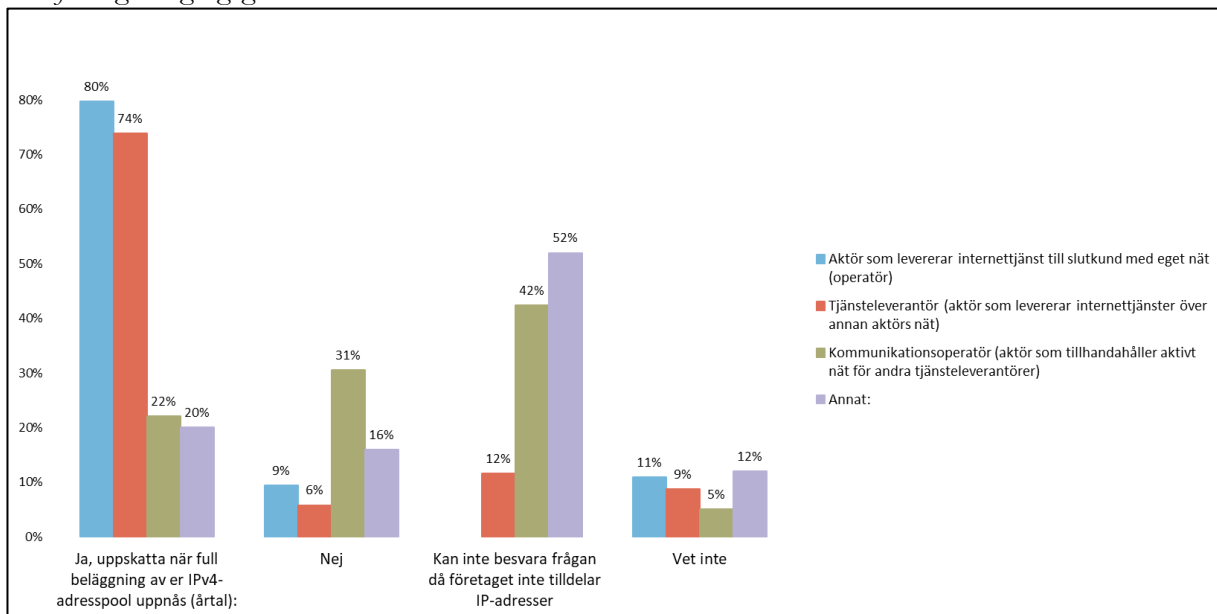
Fråga 5 – Resultat

Har företaget tillgängliga IPv4-adresser att dela ut?

Svarsalternativ	Antal	Procent
Ja, uppskatta när full beläggning av er IPv4-adresspool uppnås	120	55
Nej	32	15
Kan inte besvara frågan då företaget inte tilldelar IP-adresser	46	21
Vet inte	19	9
Totalt	217	100

Som framgår av uppgifter i tabellen, har mer än hälften uppgett att de har IPv4-adresser för tilldelning. 15 procent har uppgett att de inte har några IPv4-adresser att dela ut.

Fråga 5 – Resultat per leverantörstyp
Har företaget tillgängliga IPv4-adresser att dela ut?



Som framgår av stapeldiagrammet ovan har 80 procent av operatörerna, 74 procent av tjänsteleverantörerna tillgängliga IPv4-adresser att dela ut, medan endast knappt en fjärdedel, 22 procent, av kommunikationsoperatörerna har det.

Kommunikationsoperatörerna är vidare den leverantörstyp som i högst utsträckning, 31 procent, saknar IPv4-adresser. Bland tjänsteleverantörerna saknar 6 procent IPv4-adresser. Bland operatörerna saknar 9 procent IPv4-adresser.

De som har tillgängliga IPv4-adresser, har på följdfrågan om när de når full beläggning av IPv4-adresspoolerna, gjort bl.a. följande uppskattningar:

Svarsalternativ	Antal svaranden	Procent
Innan år 2021	27	23
År 2021-2025	63	53
Senare än 2025	16	13
Vet inte	11	9
Annat	3	3
Totalt	120	100

Som framgår i tabellen ovan, har majoriteten, 53 procent, av leverantörerna som har IPv4-adresser att tilldela, svarat att adresserna beräknas ta slut mellan år 2021-2025. 13 procent beräknar ha tillgängliga IPv4-adresser senare än år 2025.

2.7 Drygt en tredjedel avser att införa IPv6 vid en eventuell brist på IPv4-adresser

Fråga 6 - Vid en eventuell brist på IPv4-adresser, hur hanterar eller planerar företaget att hantera den? (flera svarsalternativ möjliga)

Införande av IPv6 genom Dual Stack

Införande av IPv6 genom tunnelteknik

Användning av NAT eller liknande lösningar

Köp/förvärv av IPv4-adresser

Företaget har ingen brist på IPv4-adresser

Kan inte besvara frågan då företaget inte tilldelar IP-adresser

Annat, specificera nedan:

Vet inte

Den sjätte frågan avser att utreda hur leverantörerna har för avsikt att hantera en reell eller kommande brist på IPv4-adresser. Det har varit möjligt att lämna flera svarsalternativ på denna fråga.

*Fråga 6 - Resultat**Vid en eventuell brist på IPv4-adresser, hur hanterar eller planerar företaget att hantera den? (flera svarsalternativ möjliga)*

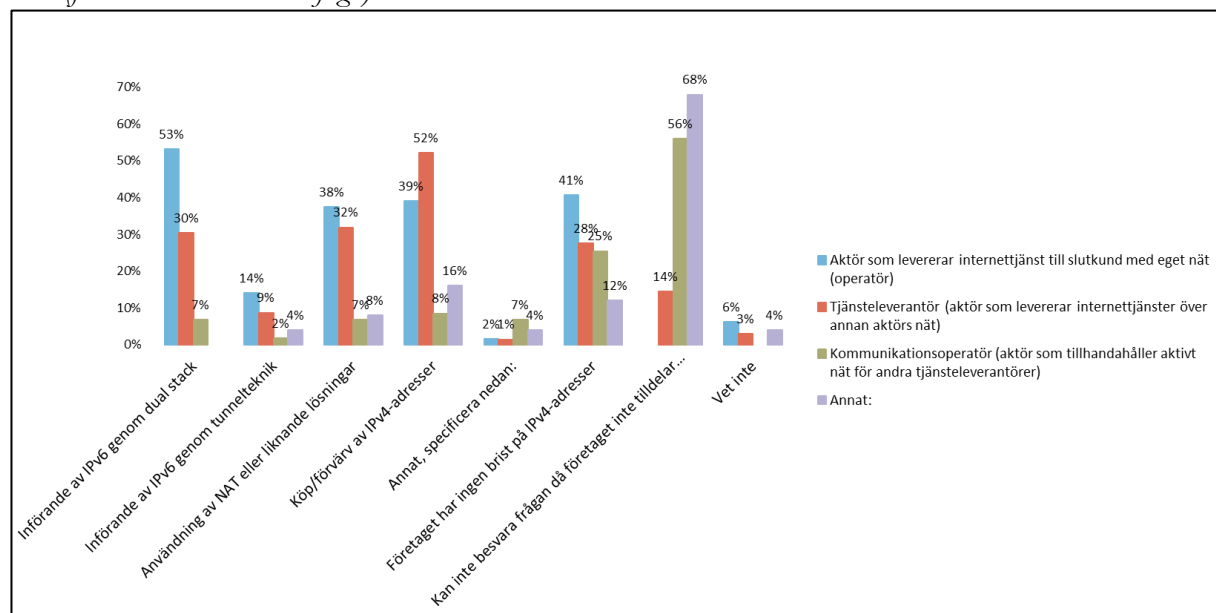
Svarsalternativ	Procent
Införande av IPv6 genom dual stack	27
Införande av IPv6 genom tunnelteknik	8
Användning av NAT eller liknande lösningar	24
Köp/förvärv av IPv4-adresser	32
Företaget har ingen brist på IPv4-adresser	29
Kan inte besvara frågan då företaget inte tilldelar IP-adresser	28
Annat	3
Vet inte	3

Drygt en tredjedel av de svarande har uppgett att de vid en faktisk brist på IPv4-adresser avser att införa IPv6 på olika sätt (35 procent). En majoritet av dessa (27 procent) uppger att de kommer att införa IPv6 genom dual stack, resterande (8 procent) har uppgett att ett införande kommer ske genom tunnelteknik.

Knappt en fjärdedel (24 procent) har uppgett att man planerar att använda NAT eller liknande lösningar. Nästan en tredjedel (32 procent) har därtill uppgett att man planerar att köpa/förvärva fler IPv4-adresser. Dock skiljer det sig ganska mycket mellan de olika typerna av leverantörerna, vilket framgår av tabellen nedan.

Fråga 6 - Resultat per leverantörstyp

Vid en eventuell brist på IPv4-adresser, hur hanterar eller planerar företaget att hantera den? (flera svarsalternativ möjliga)



Vid en eventuell brist på IPv4-adresser har drygt hälften av operatörerna angett att de avser att införa IPv6 genom dual stack, 38 procent har angett att NAT eller liknande lösningar kommer användas och 39 procent har angett köp/förvärv av IPv4-adresser som sin lösning.

När det gäller tjänsteleverantörerna har drygt hälften svarat att köp/förvärv av IPv4-adresser är det sätt man har för avsikt att hantera en eventuell brist på IPv4-adresser. Vidare uppger knappt en tredjedel, 32 procent, av tjänsteleverantörerna att NAT eller liknande lösningar kommer användas och 30 procent har angett att de planerar att införa IPv6 genom dual stack. Det kan således konstateras att en relativt vanlig åtgärd vid en eventuell brist på IPv4-adresser är användning av NAT eller liknande lösningar.

När det gäller kommunikationsoperatörerna har 56 procent, svarat att de inte kan besvara frågan då de inte tilldelar IP-adresser samtidigt som 8 procent av kommunikationsoperatörerna har uppgett att de kan tänka sig att köpa/förvärva IPv4-adresser vid en eventuell brist. Vidare har 7 procent av kommunikationsoperatörerna svarat att IPv6 kommer att införas genom dual stack.

Det framgår även att det är störst andel operatörer som anser sig inte ha någon brist på IPv4-adresser, vilket kompletterar resultatet på föregående fråga 5, se avsnitt 2.6 ovan.

2.8 En fjärdedel har redan infört IPv6 medan en dryg tredjedel inte har fattat något beslut i frågan

Fråga 7 - Har företaget fattat beslut om att införa och/eller tillhandahålla IPv6?

Ja, IPv6 har redan införts

Ja, under innevarande år

Ja, inom de närmaste två åren (2020-2021)

Nej

Vet ej

Den sjunde frågan syftar till att ta reda på om leverantörerna redan har fattat beslut om att införa och eller tillhandahålla IPv6 eller har för avsikt att göra det.

Fråga 7 - Resultat

Har företaget fattat beslut om att införa och/eller tillhandahålla IPv6?

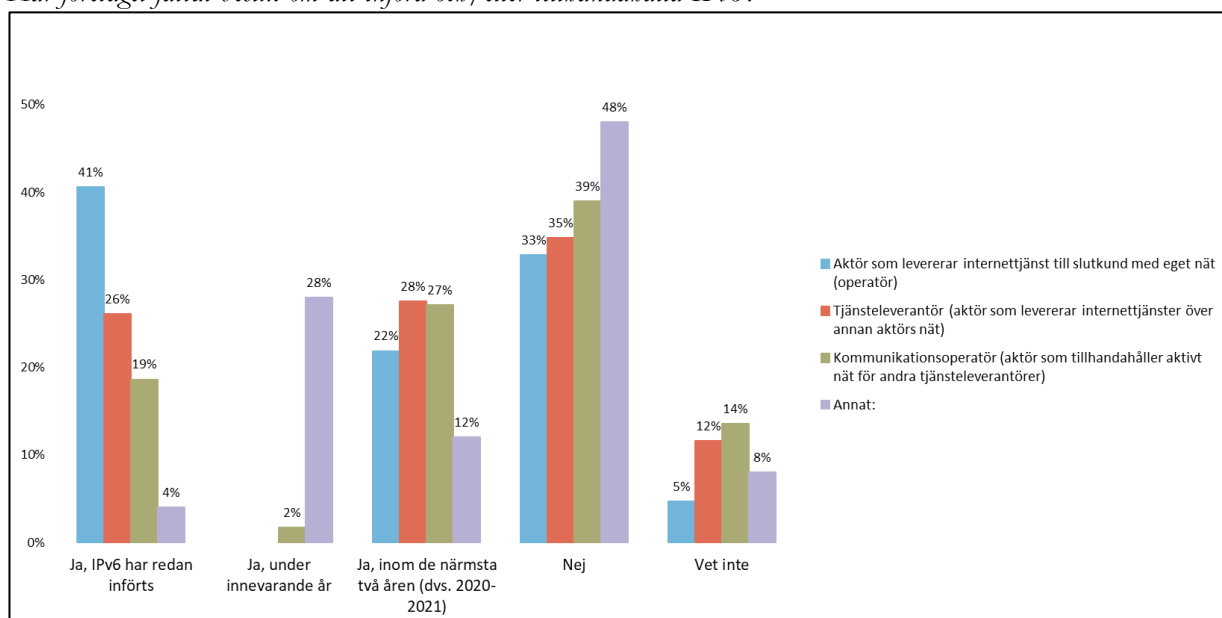
Svarsalternativ	Antal	Procent
Ja, IPv6 har redan införts	56	26
Ja, under innevarande år	8	3,5
Ja, inom de närmaste två åren (2020-2021)	52	24
Nej	80	37
Vet ej	21	9,5
Totalt	217	100

Drygt en fjärdedel av de svarande har uppgett att IPv6 redan har införts. Därtill har nästan en tredjedel (28 procent) uppgett att IPv6 kommer att införas och/eller tillhandahållas inom de närmsta två åren, dvs. under åren 2020-2021. Till år 2021 kan således över hälften (54 procent) av leverantörerna förväntas ha infört IPv6. Drygt en tredjedel (37 procent) har uppgett att de inte

har fattat något beslut om införande av IPv6. Det framkommer att i de fall IPv6 redan har införts, har detta i huvudsak tillhandahållits företagskunder eller i enstaka fall på förfrågan från enskilda slutkunder. Vidare framgår att kärnnätet hos operatörer som har egna sådana nät är förberett för IPv6, men att man väntar på att kommunikationsoperatören eller stadsnätet ska stödja IPv6 så att det kan tillhandahållas hela vägen ut till slutkunderna. Vare sig beslut har fattats om att införa IPv6 eller inte, uppger ett flertal aktörer att det saknas efterfrågan, från såväl slutkunder som grossistkunder (tjänsteleverantörer).

Fråga 7 - Resultat per leverantörstyp

Har företaget fattat beslut om att införa och/eller tillhandahålla IPv6?



Av de som har svarat att IPv6 har införts, har den största andelen, 41 procent, av operatörerna svarat att IPv6 redan har införts, dock framgår enligt ovan att IPv6 i de flesta fall endast rent tekniskt har införts i kärnnätet men inte tillhandahålls fullt ut (t.ex. på grund av att andra aktörer i värdekedjan saknar stöd för IPv6 eller att det inte efterfrågas från slutkund/grossistkund). En fjärdedel av tjänsteleverantörerna uppger att de redan har infört IPv6, men endast knappt en femtedel av kommunikationsoperatörerna uppger att IPv6 har införts. Knappt en fjärdedel av operatörerna och drygt en fjärdedel av tjänsteleverantörerna och kommunikationsoperatörerna har angett att de planerar att införa IPv6 inom de kommande två åren.

2.9 Kundefterfrågan är det främsta skälet för att införa och tillhandahålla IPv6

Fråga 8 - Om företaget har fattat beslut att införa eller tillhandahålla IPv6, ange av vilka anledningar? (flera svarsalternativ är möjliga)

Brist på IPv4-adresser

Affärsmässiga skäl (t.ex. Internet of Things)

Driftsäkerhets- och kvalitets-skäl

Efterfrågan hos våra kunder

Annat

Fråga 8 avser att ta reda på av vilka anledningar som leverantörerna i förekommande fall har fattat beslut om att införa IPv6. Det har således varit möjligt att lämna flera svarsalternativ på denna fråga.

Resultat

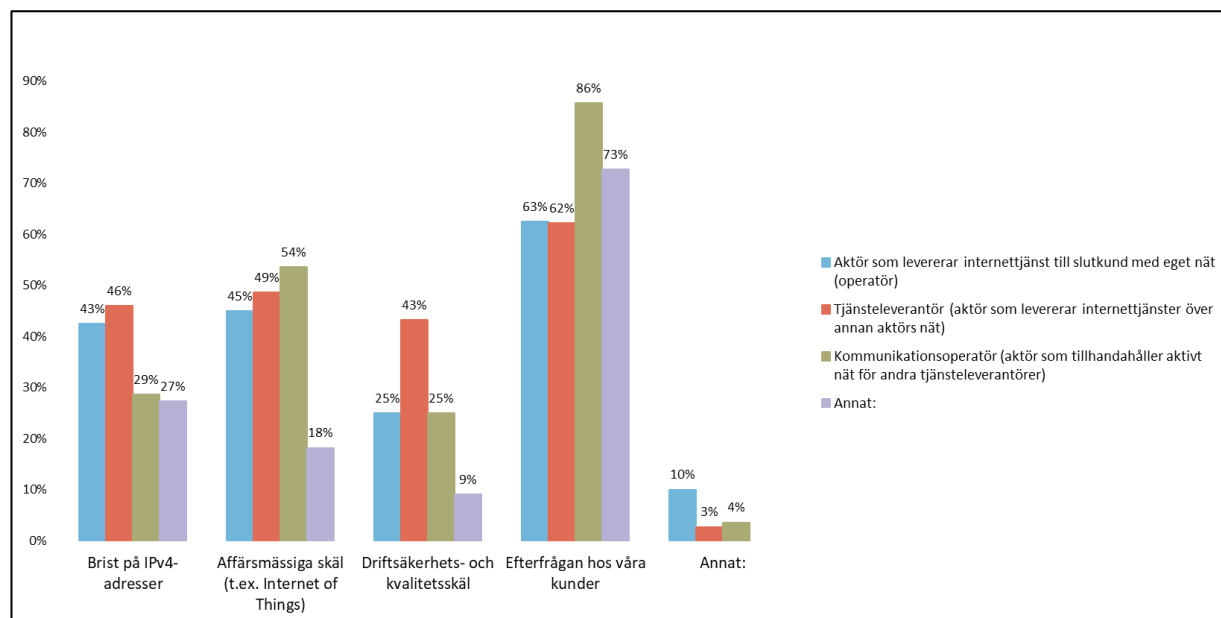
Om företaget har fattat beslut att införa eller tillhandahålla IPv6, ange av vilka anledningar? (flera svarsalternativ är möjliga)

Svarsalternativ	Procent
Brist på IPv4-adresser	39
Affärsmässiga skäl (t.ex. Internet of Things)	46
Driftsäkerhets- och kvalitets-skäl	29
Efterfrågan hos våra kunder	69
Annat	5

Den främsta anledningen till att leverantörerna har fattat beslut om att införa och/eller tillhandahålla IPv6 uppges vara efterfrågan från kunderna (69 procent). Därefter följer affärsmässiga skäl, t.ex. Internet of Things (46 procent) och brist på IPv4-adresser (39 procent).

Fråga 8 - Resultat per leverantörstyp

Om företaget har fattat beslut att införa eller tillhandahålla IPv6, ange av vilka anledningar? (flera svarsalternativ är möjliga)



För tjänsteleverantörerna är efterfrågan hos kunderna (62 procent) det främsta skälet till beslut om att införa IPv6, som därefter har angett affärsmässiga skäl (49 procent), brist på IPv4-adresser (46 procent) och slutligen driftsäkerhets- och kvalitetsskäl (43 procent).

Kommunikationsoperatörerna har däremot i störst utsträckning angett att *efterfrågan hos kunderna* är den främsta anledningen till att företaget har fattat beslut om att införa IPv6 (86 procent). För dessa kommer efterfrågan främst från andra tjänsteleverantörer och inte från slutkunder. Affärsmässiga skäl är också en vanlig anledning för kommunikationsoperatörerna att införa IPv6.

För operatörerna är kundefterfrågan också den främsta anledningen till att dessa har fattat beslut om IPv6, där nästan två tredjedelar (63 procent) har uppgett detta.

Noterbart är att tjänsteleverantörerna i störst utsträckning (43 procent) har angett driftsäkerhets- och kvalitetsskäl som anledning till att införa IPv6. Endast 25 procent av operatörerna och kommunikationsoperatörerna har uppgett detta som en anledning.

2.10 Avsaknad av kundefterfrågan och behov är de vanligaste skälen till att beslut om tillhandahållande av IPv6 inte har fattats

Fråga 9 - Om företaget inte har fattat beslut att införa eller tillhandahålla IPv6, ange av vilka anledningar? (flera svarsalternativ är möjliga)

Den nionde frågan avser att ta reda på av vilka anledningar som leverantörerna i förekommande fall **inte** har fattat beslut om att införa IPv6. Det har varit möjligt att lämna flera svarsalternativ på denna fråga.

Fråga 9 – Resultat

Anledningar till att företaget inte har fattat beslut om att införa/tillhandahålla IPv6 (flera svarsalternativ möjliga)

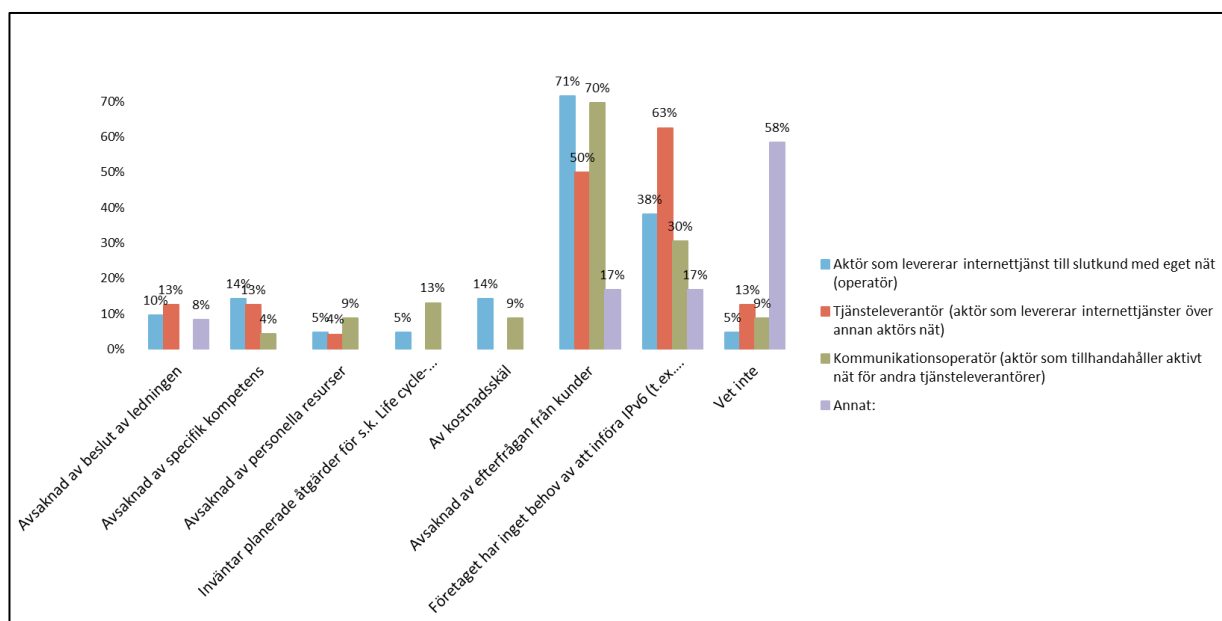
Svarsalternativ	Procent
Avsaknad av beslut av ledningen	8
Avsaknad av specifik kompetens	9
Avsaknad av personella resurser	5
Inväntar planerade åtgärder för s.k. Life cycle-management avseende aktiv utrustning	5
Av kostnadsskäl	6
Avsaknad av efterfrågan från kunder	56
Företaget har inget behov av att införa IPv6 (t.ex. företaget använder adressöversättning eller företaget har tillräckligt med IPv4-adresser)	40
Vet inte	16

Den främsta anledningen till att företagen inte har infört IPv6 är även det efterfrågan hos kunderna (56 procent), jämför med avsnitt 2.9 varav framgår att efterfrågan hos kunderna är den främsta anledningen till att IPv6 har införts. Vidare har svarandena uppgett att det inte finns något behov av att

införa IPv6 (40 procent). Värt att notera är att endast 6 procent har uppgett att man inte har infört IPv6 på grund av kostnadsskäl.

Fråga 9 - Resultat per leverantörstyp

Om företaget inte har fattat beslut att införa eller tillhandahålla IPv6, ange av vilka anledningar? (flera svarsalternativ är möjliga)



Tjänsteleverantörerna anger som främsta anledning (63 procent) till att de inte fattat beslut om IPv6 att de har inget behov av att införa IPv6 (t.ex. användes adressöversättning eller man har tillräckligt med IPv4-adresser), som därefter har angett avsaknad av efterfrågan från slutkunder som en vanlig orsak (50 procent).

Kommunikationsoperatörerna har däremot i störst utsträckning angett att efterfrågan hos kunderna är den främsta anledningen till att företaget inte har fattat beslut om att införa IPv6 (70 procent). Att behov saknas är också en vanlig anledning till att kommunikationsoperatörerna inte har beslutat införa IPv6.

För operatörerna är avsaknad av kundefterfrågan också den främsta anledningen till att dessa inte har fattat beslut om IPv6, där mer än två tredjedelar (71 procent) har uppgett detta. Att behov saknas är även för operatörerna en vanlig anledning till att beslut om införande inte har fattats

Noterbart är att tjänsteleverantörerna i störst utsträckning (63 procent) har angett att behov saknas som anledning till att beslut om att införa IPv6 inte har fattats, medan endast 38 respektive 30 procent av operatörerna och kommunikationsoperatörerna har uppgett detta som en anledning. Samtidigt uppger tjänsteleverantörerna i mindre utsträckning (50 procent) avsaknad av kundefterfrågan som anledning jämfört med ca 70 procent för både operatörer och kommunikationsoperatörer).

2.11 Vidtagna åtgärder det senaste året

Fråga 10 - Redogör för företagets ev. genomförda åtgärder som har haft betydande påverkan på IPv6-tillhandahållandet sedan ifjol, dvs. hösten 2018.

I den första av tre avslutande frågor har svarandena getts möjlighet att uppge vilka eventuella åtgärder de har vidtagit som har haft en betydande påverkan på tillhandahållandet av IPv6 sedan hösten 2018, dvs. det senaste året. 119 leverantörer har svarat på denna fråga.

De flesta svaren kan kategoriseras i de tre följande kategorier:

- *Inga åtgärder har vidtagits*; de flesta (45 st.) som svarat på frågan har svarat att inga åtgärder har vidtagits.
- *Byte av utrustning m.m.*; flera har svarat att de vid byte av ev. utrustning eller ev. mjukvara ser till att de nya produkterna har stöd för IPv6, vidare har ett fåtal också uppgett att de genomfört kompetenshöjande åtgärder på viss personal, eller blivit tilldelade IPv6-adresser
- *Redan klart eller nästan klart*; några har uppgett att de redan har stöd för IPv6, eller att de kommit så långt att tester/pilotprojekt pågår.

2.12 Hinder mot ett införande av IPv6

Fråga 11 - Vilka eventuella hinder ser företaget mot att införa IPv6?

I den andra av de tre avslutande frågorna har svarandena getts möjlighet att uppge vilka eventuella hinder som de ser mot ett införande av IPv6. 140 leverantörer valt att svara på denna fråga. Flera samstämmiga svar har lämnats på frågan, varav några av de vanligaste svaren redovisas nedan.

It-utrustning stödjer inte IPv6

Ett flertal har uppgett att slutkundsutrustning (t.ex. en hemmarouter) eller annan it-utrustning saknar stöd för IPv6.

En avvaktande och omogen marknad

Flera leverantörer har även uppgett att det är svårt att få IPv6 att fungera fullt ut i praktiken på grund av komplexiteten och att "alla" i värdekedjan måste med, bl.a. när det gäller investeringar och uppgraderingar av nät och hårdvara. Marknaden uppfattas därför som avvaktande, och stora delar av internet är fortfarande baserat på IPv4.

Tröghet i införandet av IPv6 hos stadsnät och kommunikationsoperatörer

Flera leverantörer har uppgett att införandet går sakta på grund av att det finns en tröghet hos framförallt stadsnät och kommunikationsoperatörer. För att IPv6 ska kunna tillhandahållas hela vägen till slutkund krävs att samtliga leverantörstyper i värdekedjan inför IPv6.

Ingen efterfrågan

Ett stort antal har uppgett att det inte finns någon efterfrågan på IPv6 på olika nivåer, dvs. hos såväl slutkunder (privat- och företagskunder) som hos grossistkunder (tjänsteleverantörer) i värdekedjan.

Kostnader

Ett argument som framhålls är kostnader för ett införande av IPv6 och då framförallt kostnader för resurser i form av både tid, personal och kompetens att underhålla IPv6, särskilt i ljuset av en bristande efterfrågan. Eftersom IPv6 inte är bakåtkompatibelt med IPv4, innebär det att man behöver hantera två internetprotokoll gällande t.ex. förvaltning, övervakning, incidenthantering och kravställning under en viss period. Det innebär ökade kostnader jämfört med att göra detsamma för ett enda protokoll.

Egentligen finns inga tekniska hinder mot ett införande av IPv6

Något som ett flertal har framhållit är att det egentligen inte finns några tekniska hinder mot ett införande av IPv6 men att det saknas incitament och efterfrågan.

2.13 Vilka åtgärder behöver vidtas för att öka införandet av IPv6?

Fråga 12 - Vad skulle få fart på IPv6-införandet i er verksamhet och/ eller på marknaden t.ex. regulatoriska krav på tillhandahållande av IPv6, informations- och utbildningsinsatser om IPv6, annat?

I den sista av de avslutande frågorna har svarandena getts möjlighet att uppge vad som skulle få fart på införandet av IPv6 i sin egen verksamhet och/eller på marknaden i övrigt. 136 leverantörer har svarat på denna fråga. Flera samstämmiga svar har lämnats på frågan, varav de vanligaste redovisas nedan.

Efterfrågan från kunder

Med efterfrågan har avsetts dels efterfrågan från slutkunder, men dels också om att tjänsteleverantörer, i sin roll som grossistkund, ska ställa det som krav. Det kan noteras att det främst är stadsnät/kommunikationsoperatörer som angett det senare.

Regulatoriska krav

Många har också svarat att någon form av regulatoriskt krav på att införa och tillhandahålla IPv6 är en åtgärd som behövs för att få fart på införandet av IPv6. T.ex. regulatoriska krav på tillhandahållande i allmänhet eller specifika krav på kommunikationsoperatörer/stadsnät eller krav på IPv6 till privata slutkunder. Förbud mot CGN har också nämnts som en tänkbar åtgärd.

Tjänster som endast tillhandahålls via IPv6

Några har svarat att det behövs att tjänster som t.ex. större streamingtjänster, sociala medier eller svenska nyhetssajter går över till endast IPv6, då kommer slutkunderna ”vakna”. Till det, att hela den offentliga sektorn, från kommunal till statlig nivå, tillgängliggör samtliga sina tjänster via IPv6.

Information och utbildningsinsatser

Satsningar på informations- och utbildningsinsatser för att på så sätt höja medvetenheten och skapa kunskap och intresse inom området, har också framförts som nödvändiga åtgärder.

Ekonomiska bidrag

Ett tiotal, varav främst kommuner/stadsnät, har också framfört ekonomiska bidrag som nödvändiga åtgärder för att gå över till IPv6.

Övrigt

Några har nämnt att införandet av IPv6 kommer ta fart när IPv4-adresserna tar slut eller blir dyrare. Och med att de tar slut avses förmodligen att den tillgängliga IPv4-pool som fortfarande finns hos många leverantörer tar slut.. D.v.s. även om adresserna tagit slut hos RIPE NCC¹, som är den organisation som bl.a. sköter tilldelning av IP-adresser i Europa, så finns det ett "lager" kvar hos många leverantörer. Och det är möjligen delvis detta som legat bakom att ytterligare ett fåtal angett att det helt enkelt inte finns behov av att gå över då det fungerar med IPv4 idag, och som någon uttryckt det; NAT fungerar bra nog.

Det kan nämnas att endast knappt en handfull uttryckligen nämnt IoT som en pådrivande faktor.

Precis som på föregående fråga har det även framförts att hela marknaden och infrastrukturen måste med.

¹ Adresser för nytilldelning har tagit slut per den 25 november 2019. Dock finns det fortfarande under vissa förutsättningar möjlighet att erhålla små mängder av återlämnade IPv4-adresser.

3 Jämförelser med kartläggningarna 2017, 2018 och kommentarer

PTS genomförde en kartläggning om IPv6 för fasta elektroniska kommunikationsnät och -tjänster för första gången hösten 2017. Frågorna som ställdes 2017 var förhållandevis tekniskt detaljerade. PTS såg därför över och förenklade frågorna inför kartläggningen som genomfördes under hösten 2018. I 2019 års kartläggning har PTS ställt samma frågor som 2018, dock har två avslutande frågor tillkommit. Förändringarna i kartläggningarna mellan 2017 och 2018 innebär att det är svårt att dra några direkta slutsatser från 2018 och 2019 års kartläggningar jämfört med kartläggningen 2017. PTS anser dock att det går att dra några slutsatser om utvecklingen sedan den första kartläggningen 2017, främst mot bakgrund av de frågor som fortfarande är likalydande. Om inget annat uttryckligen sägs så avser de siffror som anges i det följande de siffror som erhållits genom 2019 års kartläggning.

3.1 Oförändrad andel kunder som har tillgång till fast internet över IPv6

I samtliga kartläggningar har det ställts en likalydande fråga om *hur långt införandet av IPv6 har kommit, respektive hur stor andel privat- och företagskunder som faktiskt använder internet med IPv4 och IPv6* (se fråga 2, avsnitt 2.3).

Det är i princip oförändrad andel kunder som använder fast internet med IPv6 sedan kartläggningen från 2017 med cirka 3 procent företagskunder samt cirka 2 procent privatkunder. Mot denna bakgrund kan vi därför konstatera att införandet i Sverige går väldigt trögt och införandet har inte ökat vare sig nämnvärt eller önskvärt.

3.2 Beslut om införande av IPv6 bland leverantörerna har ökat sedan 2017, men oförändrat mellan 2018 och 2019

I kartläggningen för 2017 ställdes en fråga om *status på införandet av IPv6* och i kartläggningarna 2018 och 2019 ställdes frågan om *företaget har fattat beslut om att införa och/ eller tillhandahålla IPv6* (se fråga 7, avsnitt 2.8).

2017 års fråga gav en ögonblicksbild, dvs. antingen var det klart, eller så höll man på att införa, eller så hade man inte påbörjat införande av IPv6. Medan 2018 och 2019 års fråga också gav framåtsyftande svarsalternativ som att det är planerat att göras de kommande två åren. Jämförelserna nedan med siffrorna för 2017 bör därför behandlas med viss försiktighet.

När det gäller beslut om att införa och/eller tillhandahålla IPv6 uppger 26 procent av leverantörerna att de redan har infört/kan tillhandahålla IPv6. Det är en markant ökning jämfört med 5 procent i kartläggningen 2017. Vidare uppger 28 procent att de har för avsikt att göra det inom de närmaste två åren, vilket även det är en rejäl ökning jämfört med 17 procent i kartläggningen 2017. Mellan 2018 och 2019 är det i princip inte skett någon förändring, vilket kan bero på att frågan avser en tvåårshorisont, men att det bara har gått ett år mellan kartläggningarna. Av denna anledning kan det bli intressant att se resultatet i nästa kartläggning.

Även om en leverantör infört stöd för tillhandahållande av IPv6 så erbjuds det i huvudsak inte som standard, utan endast på förfrågan och då främst till företagskunder, vilket statistiken också visar när det gäller hur stor andel kunder som faktiskt använder internet med IPv6 respektive med IPv4, se föregående avsnitt.

Det framgår vidare att 37 procent av leverantörerna inte har fattat något beslut om IPv6, vilket är en rejäl minskning jämfört med 77 procent i kartläggningen 2017 och ungefär detsamma som 2018. En av de främsta anledningarna till att ett beslut om IPv6 ännu inte har fattats uppges vara att det inte finns någon efterfrågan hos kunderna, d.v.s. från såväl tjänsteleverantörer som slutkunder. När det gäller slutkunder beror den bristande efterfrågan förmodligen på att medvetenheten om behovet av IPv6 förmodligen är ganska lågt. Så länge slutkunden har en fungerande internetuppkoppling över IPv4 så väcks inte intresset eller medvetenheten för IPv6 hos den genomsnittliga internetanvändaren.

Även om fler leverantörer har beslutat om att införa IPv6 är det värt att poängtera att stöd för IPv6 förekommer i varierande utsträckning hos olika typer av aktörer i värdekedjan; 41 procent av operatörerna har svarat att stöd för IPv6 redan har införts jämfört med endast 19 procent av kommunikationsoperatörerna. Dock är det en något större andel av kommunikationsoperatörerna som har svarat att de har för avsikt att införa IPv6 de närmaste två åren 2020-2021.

Sammanfattningsvis kan konstateras att det finns stöd för IPv6 till viss del i infrastrukturen, även om det i dagsläget tillhandahålls till slutkunder huvudsakligen på förfrågan, och då främst till företag samt i de fall det är tekniskt möjligt även i accessnätet och i nödvändig utrustning hela vägen till slutkund.

Även om det inte skett någon större förändring mellan 2018 och 2019 vad avser att stöd för IPv6 införts eller planerat att införas de kommande två åren, ser PTS positivt på att aktörerna i större utsträckning nu, jämfört med 2017, har fattat beslut om att införa IPv6, något som tyder på att medvetenheten hos aktörerna om behovet av införandet av IPv6 ökat. Men det ska samtidigt påpekas att det både 2018 och 2019 finns en stor andel aktörer på marknaden som ännu inte fatta något beslut om att införa stöd för IPv6.

3.3 Användning av adressöversättningsteknik och ojämn fördelning av IPv4-adresser

Drygt en femtedel (21 procent) uppger att de använder någon form av adressöversättning, vilket är en knapp ökning mot 2018 då siffran var 18 procent. Det framgår även av fråga 6 (se avsnitt 2.7) att adressöversättning är en av de vanligaste lösningarna vid en eventuell brist på IPv4-adresser. PTS menar att leverantörernas NAT-/CGN-användning kan innebära att införandet och tillhandahållandet av IPv6 fördröjs. I 2017 års kartläggning ställdes en fråga om hur stor andel av respektive svarandes anslutningar som använde adressöversättning i nätet (CGN), och då blev svaret att 8 procent av anslutningarna använde det.

Såvitt framgår av redovisningen i avsnitt 2.6, har hälften av leverantörerna dessutom gott om IPv4-adresser kvar i sina tilldelade adresspooler som uppskattningsvis räcker fram till år 2025. Vidare uppskattar 13 procent av leverantörerna att dessa räcker minst fem år eller längre. Såvitt framkommit synes både operatörer och tjänsteleverantörer ha de största tillgängliga IPv4-adresspoolerna. Det är dock viktigt att påpeka att 15 procent av leverantörerna enligt kartläggningen 2019 svarat att de inte har tillgängliga IPv4-adresser att tilldela, och det är främst kommunikationsoperatörer som svarat detta. I kartläggningen 2018 var det tre procent som uppgav att deras adresspool av IPv4 aldrig kommer att ta slut. I kartläggningen 2018 var det dessutom, såvitt framgick, främst de tre största operatörerna som uppgav att de har relativt gott om IPv4-adresser för en lång tid framöver.

PTS gör bedömningen att det kan finnas en risk att de som har många IPv4-adresser kvar kan komma att få konkurrensfördelar genom att t.ex. kunna styra över priser och tillgänglighet. Dessutom kan den andrahandsmarknad som har uppstått för IPv4-adresser, både regionalt och globalt komma att ytterligare påverka konkurrenssituationen mellan olika leverantörer. PTS bedömer att det därför kan krävas ett starkt incitament för att aktörer med en stor mängd IPv4-adresser ska motiveras att införa IPv6. I linje med detta kan en tolkning av svaren på fråga 4 (avsnitt 2.5) vara att skillnaden i NAT-användning i vart fall delvis kan bero på leverantörernas skiftande tillgång till IPv4-adresser.

Slutligen kan det faktum att IPv4-adresserna hos RIPE tog slut den 25 november 2019 och att det därmed inte längre går att vända sig dit vid behov av fler IPv4-adresser², innebära att leverantörer på marknaden för elektronisk kommunikation, såväl befintliga som eventuellt nya, kommer att ha olika förutsättningar och villkor exempelvis när det gäller att etablera sig på marknaden samt tillväxt avseende slutkunder. Särskilt torde bristande stöd för IPv6 försvåra för nya leverantörer att etablera sig på marknaden, eftersom de i stor utsträckning torde vilja använda IPv6-adresser som de utan svårigheter kan få tilldelade från RIPE NCC.

3.4 Inga tekniska hinder mot ett införande av IPv6 och positiv utveckling i näten

Som framgått av den frivilliga frågan om ev. upplevda hinder mot införande av IPv6 (avsnitt 2.12) framhåller flera av de svarande att det inte föreligger några egentliga tekniska hinder för införande av IPv6. Stöd för IPv6 finns i viss utsträckning i det fasta nätet och då framförallt i kärnnätet, samt även i nyare slutkundsutrustning. Det krävs dock att IPv6 införs av samtliga leverantörer i värdekedjan, vilket inbegriper exempelvis ytterligare utbyggt stöd i accessnäten och slutkundsutrustning.

En positiv utveckling mellan 2018 och 2019 års kartläggningar framkommer dock i fråga 3, som avser hur stor andel av utrustningen som har stöd för IPv6 i kärnnät respektive accessnät (se avsnitt 2.4). Siffrorna för operatörerna är ungefärligen de samma, men för både tjänsteleverantörer och kommunikationsoperatörer har det skett en ökning av hur stor andel av utrustningen som har stöd för IPv6. Ökningen mellan 2018 och 2019 framkommer av nedanstående tabell. Orsaken till denna ökning framkommer inte, men det kan delvis bero på att när utrustning bytts ut så har den bytts mot utrustning som har stöd för IPv6 (se avsnitt 2.11) där uppgradering/utbyte anges som den vanligaste vidtagna åtgärden under föregående år. Delvis kan det också vara fråga om en åtgärd till följd av beslut om att införa stöd för IPv6.

² Det finns en väntelista för ”återlämnade” adresser, där det finns möjlighet att erhålla små block om 256 IPv4-adresser för nya medlemmar.

IPv6 (procent) Dual stack och Tunnelteknik	Tjänste- leverantörer 2018	Tjänste- leverantörer 2019	KO 2018	KO 2019
Kärnnät	21,9	35,5	12,2	30,8
Accessnät	12,9	22,3	10,6	21,2

Det ska framhållas att om internetkommunikation och -tjänster över IPv6 mellan användare ska kunna fungera räcker det inte med att en viss andel av utrustningen i näten har stöd för IPv6. Det krävs även att alla inblandade aktörer på vägen, såsom operatörer, tjänsteleverantörer och kommunikationsoperatörer sig emellan har stöd för IPv6, såväl avtalsmässigt som i teknisk infrastruktur och mjukvara.

3.5 Kostnader för införande av IPv6

Något som bör beaktas är kostnader för att införa IPv6 vid sidan av IPv4. När det gäller skäl för varför beslut om att införa IPv6 inte har fattats, är kostnadsskäl ett av de minst angivna skälen, se avsnitt 2.10. Dock framkommer kostnadsaspekten i svaren på frågorna om vilka hinder som eventuellt föreligger mot, eller vilka åtgärder som krävs för ett införande av IPv6 (se avsnitt 2.12 respektive 2.13). Det främsta kostnadsskålet härrör sig dock inte till kostnader för investering i ny utrustning och liknande, utan avser kostnader för resurser i form av tid, personal och kompetens samt kostnader för underhåll och förvaltning av dubbla protokoll.

3.5.1 PTS bedömning avseende kostnader för införande av IPv6

Kostnaderna för ett införande av IPv6 bör dock enligt PTS vägas mot de kostnader som är förenade med användning av de olika tekniker för adressöversättning som är nödvändiga för en fortsatt användning av IPv4, som NAT/CGN eller liknande. Därtill bör även läggas kostnader för den riskhantering som det innebär att använda IPv4 i en mer komplicerad nätstruktur. På längre sikt, vid en övergång till mer eller mindre enbart IPv6 torde det dessutom finnas andra effektivitetsvinster att hämta.

3.6 IPv6-införandet – vems ansvar?

Även om det vanligaste skälet till att leverantörerna har infört stöd för IPv6 är kundefterfrågan, (se avsnitt 2.9), så är samtidigt bristen på kundefterfrågan det vanligaste skälet till att man inte fattat beslut om IPv6. På frågan om vilka hinder som finns mot införande av IPv6 (avsnitt 2.12) anges där också bristande efterfrågan, både hos slutkunder och hos grossistkunder (tjänsteleverantörer) i värdekedjan. Vidare, på frågan om vilka åtgärder som krävs (avsnitt 2.13) är det vanligaste svaret att efterfrågan måste öka, både från slutkunder och från tjänsteleverantörer. PTS noterar att många operatörer och tjänsteleverantörer anger att ett hinder mot IPv6 är tröghet hos kommunikationsoperatörer/stadsnät (avsnitt 2.12), samtidigt som kommunikationsoperatörer/stadsnät har angett att det saknas efterfrågan från tjänsteleverantörer (se avsnitt 2.13).

Det har under en längre tid spekulerats i vad som kommer att bli en ”killer app” dvs. en efterfrågad app eller innehållstjänst som endast tillhandahålls över IPv6 och som blir den avgörande drivkraften för ett införande av IPv6. Dock torde internet självt vara denna ”killer app”, då framtidens robusta internet bygger på IPv6 och den konnektivitet som det medger med den enorma mängden av IPv6-adresser.

Att slutkunder, i vart fall privata slutkunder (men förmodligen också merparten av företagskunderna), ska stå för efterfrågan som ska driva på införandet av IPv6 är tveksamt, eftersom medvetenheten om underliggande protokoll och dylikt som får trafiken på internet att fungera torde vara tämligen låg. Införandet av IPv6 torde snarare vara en infrastrukturfråga, vilken i hög grad styrs av marknadens aktörer. Att slutanvändarna får tillgång till en internetanslutningstjänst som medger tillgång till hela internet är således den samlade marknadens ansvar. Offentlig sektor kan troligen också spela en stor roll som kravställare och upphandlare av tjänster.

3.7 PTS övriga kommentarer om införandet av IPv6 i fasta nät i Sverige

PTS kan konstatera att det finns såväl olika marknadsmässiga som tekniska förutsättningar, incitament och hinder, att införa och erbjuda IPv6 hos olika typer av leverantörer i värdekedjan; d.v.s. operatörer, kommunikationsoperatörer och tjänsteleverantörer. En leverantör som enbart tillhandahåller s.k. svartfiber har däremot ingen direkt påverkan på IPv6-införandet.

Samtliga aktörer som förfogar över aktiv utrustning spelar roll i införandet av IPv6 då rena tjänsteleverantörer är beroende av att stöd för IPv6 finns i den

aktiva utrustning som någon annan har kontrollen över. Alla behöver bidra till utvecklingen av internet och en del av detta är att införa stöd för IPv6.

Ett införande och tillhandahållande av IPv6 har börjat ta fart runt om i världen, framförallt i USA och länder i Asien såsom Vietnam och Indien, men också i en del europeiska länder såsom Belgien, Grekland, Tyskland och Finland. Sverige behöver följa med i denna utveckling för att inte hamna längre ifrån sin tidigare position som ett framstående it-land. IPv6 behöver införas vid sidan av IPv4 och tillhandahållas slutkunder för att säkerställa att vi i Sverige har en digital infrastruktur som möjliggör, och med internetanslutningstjänster som innebär, att allt och alla kan kommunicera över ett globalt publikt internet på lång sikt.

4 Uppföljande årliga kartläggningar kommer genomföras 2020 och 2021

I enlighet med och som en del av det uppdrag som PTS har fått av regeringen i juni 2019 om att främja och följa införandet av standarden IPv6 genom insatser riktade till statliga myndigheter, kommuner och regioner (I2019/01833/D), kommer PTS att genomföra uppföljande kartläggningar av tillhandahållandet av IPv6 i det fasta nätet för att se om och i vilken utsträckning det utvecklas över tid, dels för hösten 2020, dels för hösten 2021.