

Tillhandahållande av IPv6 i fasta allmänna kommunikationsnät i Sverige

Kartläggning hösten 2021

Tillhandahållande av IPv6 i fasta nät i Sverige -
Kartläggning hösten 2021

Rapportnummer

PTS-ER-2022:21

Diarienummer

22-4227

ISSN

1650-9862

Författare

Erika Hersaeus, Claes Hultholm

Post- och telestyrelsen

Box 6101

102 32 Stockholm

08-678 55 00

pts@pts.se

www.pts.se

-

Förord

Regeringens övergripande mål för digitaliseringspolitiken är att Sverige ska vara bäst i världen på att tillvarata digitaliseringens möjligheter. En del i den målsättningen handlar om att skapa goda förutsättningar för digital infrastruktur som till exempel för bredband och 5G, och om att skapa goda förutsättningar för utveckling och användning av ny teknik så som data och artificiell intelligens.

Post- och telestyrelsen (PTS) är sektorsmyndighet för området elektronisk kommunikation i Sverige och verkar för att alla i Sverige ska ha tillgång till bra telefoni, bredband och post, liksom för ett globalt, öppet, säkert och tillgängligt internet som kan fortsätta att växa med många nya användare och tillämpningar.

En god tillgång till och användning av IP-adresser är grundläggande och kritiskt för tillhandahållare av elektroniska kommunikationsnät och tjänster i syfte att kunna realisera kostnadseffektiva elektroniska kommunikationstjänster och för att kunna ansluta användare och tjänster till internet. Införande och tillhandahållande av den nyare adresseringsstandarden IPv6, vid sidan av IPv4, i de svenska fasta kommunikationsnäten tar inte fart. PTS kartlägger årligen, sedan 2017, tillhandahållandet av IPv6-adressering i fasta allmänna kommunikationsnät och -tjänster i Sverige.

Kartläggningen syftar till att dels utreda bland annat vilka incitament och eventuella hinder som finns för tillhandahållande och införande av IPv6, dels till att PTS ska kunna bedöma behovet av åtgärder för att öka införandegraden och användningen av IPv6. Målet är att internetanvändare i Sverige ska ha tillgång till ett stort urval av effektiva och säkra kommunikationstjänster och ett globalt publikt internet.

Dan Sjöblom
Generaldirektör

Innehåll

Förord 3

Sammanfattning	6
1. Inledning	8
1.1 Syfte	8
1.2 Om kartläggningen och metod	9
1.3 Målgrupp och svarsfrekvens	9
1.4 Aktörer som tillhandahåller elektroniska kommunikationsnät och -tjänster	10
1.5 Benämningar i denna rapport	10
2. Redovisning av resultat från kartläggningen 2021	11
2.1 Urvalsfråga.....	11
2.2 Fråga 1 - Fördelning av aktörstyper.....	11
2.3 Fråga 2 - Andelen kunder som använder internetaccess med IPv6	13
2.4 Fråga 3 - Andelen aktiv utrustning i nätet med stöd för IPv6	15
2.5 Fråga 4 - Användning av adressöversättning för IPv4	17
2.6 Fråga 5 - Tillgängliga IPv4-adresser.....	21
2.7 Fråga 6 - Åtgärder vid brist på IPv4.....	24
2.8 Fråga 7 - Många har inte fattat beslut om IPv6	28
2.9 Fråga 8 - Skälen för att tillhandahålla IPv6	31
2.10 Fråga 9 - Skälen för att inte tillhandahålla IPv6.....	34
2.11 Fråga 10 - Finns det en fungerande andrahandsmarknad för IPv4?	39
2.12 Fråga 11 - Vidtagna åtgärder det senaste året	41
2.13 Fråga 12 - Hinder mot ett införande av IPv6	41
2.14 Fråga 13 - Vilka åtgärder behöver vidtas för att öka införandet av IPv6?	43
2.15 Fråga 14 - Vad återstår för att kunna tillhandahålla IPv6?	44

3.	Avslutande ord	46
-----------	-----------------------------	-----------

Sammanfattning

Stödet för IPv6 i de fasta näten är fortfarande lågt. Det har inte skett några större förändringar sedan PTS senaste kartläggning. Anledningen till detta är enligt marknadsaktörerna en bristande kundefterfrågan. En glädjande siffra i årets kartläggning är att andelen aktörer som uppger att de infört IPv6 har ökat från 25 procent till 35 procent.

PTS årliga kartläggning redovisar och följer upp de fasta allmänna kommunikationsnätens faktiska stöd för IPv6, tillhandahållarnas eventuella beslut samt skäl för att tillhandahålla, eller att inte tillhandahålla IPv6, samt aktörernas tillgång till IPv4-adresser m.m. på kort och längre sikt.

PTS kan sammanfattningsvis konstatera att det inte skett några större förändringar sedan 2020 års kartläggning. Några av de resultat som framkommit i kartläggningen redovisas i denna sammanfattning.

Det är även hösten 2021 en mycket liten andel fastnätskunder som använder internet över IPv6. Privatkunder, företagskunder och grossistkunder (tjänsteleverantörer som tillhandahåller tjänster över någon annans nät) uppges uppskattningsvis använda fast internetanslutning över IPv6 med 4,5 procent, 5,6 samt 8 procent. Det är låga siffror. Cirka 90 procent av tillhandahållarnas kunder använder fast internet över endast IPv4. Sett till 2020 års kartläggning har IPv6-användningen ökat något, främst vad avser grossistkunderna. 2020 använde 4,2 procent av grossistkunderna så kallad dual stack (dvs. både IPv4 och IPv6), medan hösten 2021 anges 8 procent använda dual stack.

Efterfrågan från kunder är det främsta skälet till att införa IPv6, samtidigt som brist på efterfrågan är det vanligaste skälet till att inte införa IPv6.

En positiv förändring har dock skett när det gäller andelen aktörer som svarat att de infört stöd för IPv6. Under tre år i rad var det ungefär samma andel om cirka en fjärdedel, som uppgav att införande av IPv6 kommer att ske under de kommande två åren, utan att den andel som faktiskt har infört IPv6 ökade. Det är därför glädjande att notera att andelen som i årets kartläggning uppger att de har infört IPv6 faktiskt har ökat med 10 procentenheter.

I genomsnitt hanterar cirka 40 procent av den aktiva utrustningen i kärnnätet dual stack, vilket innebär att majoriteten av aktörernas aktiva utrustning i kärnnätet endast

hanterar IPv4. När det gäller accessnätet hanterar endast knappt 27 procent av utrustningen dual stack, medan drygt 70 procent av den aktiva utrustningen i accessnätet endast hanterar IPv4. Accessnätet har med andra ord dåliga förutsättningar för att kunna hantera IPv6. PTS finner det anmärkningsvärt att endast 40 procent av kärnnätet och endast knappt 27 procent av accessnätet hanterar IPv6.

Adressöversättning, som är ett sätt för tillhandahållare att hantera den bristande tillgången på IPv4-adresser, innebär att flera slutanvändare delar på en publik IPv4-adress istället för att få varsin unik, publik IPv4-adress. I genomsnitt använder 24 procent av aktörerna adressöversättningsfunktioner. Det är en ökning med 4 procentenheter jämfört med 2020. Drygt en tredjedel av både operatörerna och tjänsteleverantörerna använder adressöversättningsfunktioner, vilket är en ökning jämfört med 2020.

Det vanligaste skälet till att aktörerna använder adressöversättningsfunktioner för IPv4 är helt enkelt bristen på IPv4-adresser, och att man därför vill/behöver hushålla med publika IPv4-adresser.

Drygt hälften av de tillfrågade har IPv4-adresser tillgängliga för tilldelning. Endast 3 procent har uppgett att de inte har några IPv4-adresser att dela ut medan 34 procent anger att de inte tilldelar IP-adresser. Det är i princip oförändrade uppgifter sett till den föregående kartläggningen.

PTS avser att fortsätta följa utvecklingen av införandet och tillhandahållandet av IPv6 och genomföra ytterligare en uppföljande kartläggning av införandet och tillhandahållandet av IPv6 under hösten 2022, vars resultat kommer att publiceras under våren 2023.

1. Inledning

PTS genomför sedan 2017, och publicerar sedan 2019, årliga kartläggningar om fastnätoperatörernas tillhandahållande av IPv6. Utifrån uppgifterna kan PTS tillämpa olika verktyg inom ramen för sitt bemyndigande – redovisa utvecklingen, eller bristen på utveckling, redovisa och beskriva möjliga hinder på marknaden samt ge förslag på åtgärder till regeringen. Kartläggningen utgör en pusselbit i PTS fortsatta arbete med att följa upp samt främja införandet av IPv6 i Sverige.

Hösten 2021 erhöll PTS ett nytt regeringsuppdrag¹, vilket går ut på att PTS ska inrätta ett forum för IPv6 med deltagare från hela värdekedjan vilket, förutom tillhandahållare av elektroniska kommunikationsnät och -tjänster, även omfattar innehållsleverantörer och tillverkare av slutkundsutrustning. I uppdraget ingår även att redovisa de hinder som återstår för IPv6 i Sverige. Uppdraget ska redovisas till regeringen den 1 september 2022. Dessutom slutredovisades, så sent som i mars 2021², ett annat regeringsuppdrag som handlade om att främja och följa införandet av IPv6 i offentlig sektor

1.1 Syfte

Syftet med kartläggningen är att följa utvecklingen av införandet och tillhandahållandet av IPv6 på den svenska marknaden för fasta allmänna kommunikationsnät och allmänt tillgängliga elektroniska kommunikationstjänster. Ett ytterligare syfte är 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.

¹

<https://www.esv.se/statsliggaren/regleringsbrev/?RBID=22080#:~:text=10.%20Fortsatt%20fr%C3%A4mjan%20av%20inf%C3%B6rande%20av%20IPv6> [2022-03-03]

² PTS (2021). *Koppla upp till internet med framtidssäkra IPv6-adresser*

https://pts.se/globalassets/startpage/dokument/ipv6/slutredovisning---regeringsuppdrag-om-ipv6---2021-02-18---pts-er-2021_11.pdf [2022-03-03]

1.2 Om kartläggningen och metod

Kartläggningen består av fjorton frågor. Frågorna är i huvudsak desamma som i kartläggningen som genomfördes hösten 2020. Vissa omformuleringar har dock skett och på vissa frågor har svarsalternativen justerats och/eller utökats. En ny fråga (fråga 10) har lagts till, och den sista av de avslutande fritextfrågorna (fråga 14) har bytts ut jämfört med förra året. Frågorna handlar exempelvis om:

- faktiskt stöd för IPv6 i nät,
- kunders faktiska användning av IPv6,
- användning av adressöversättningsfunktioner för IPv4,
- uppskattning av när IPv4-adresserna är slut,
- attityder och beslut om införande av IPv6.

Frågorna har ställts till leverantörer av fasta allmänna kommunikationsnät och allmänt tillgängliga elektroniska kommunikationstjänster. Enkäten har skickats ut som en del av PTS mobiltäcknings- och bredbandskartläggning. All statistik som redovisas återspeglar förhållandet per den 1 oktober 2021.

Kartläggningen består i huvudsak av givna svarsalternativ, men det finns även ett svarsalternativ "Annat" i det fall inget av de angivna svarsalternativen stämmer in. För flera av frågorna finns dessutom ett kommentarsfält med möjlighet att lämna kommentarer till lämnade svar i syfte att PTS ska kunna få en kompletterande bild.

I resultatredovisningen (kapitel 2, avsnitt 2.1-2.15) redovisas inledningsvis resultaten sammantaget för aktörstyperna. Därefter följer resultatredovisning per aktörskategori. Till sist genomförs en kortare analys av aktuella resultat jämfört med föregående års kartläggnings resultat.

1.3 Målgrupp och svarsfrekvens

Frågorna har skickats till anmälda leverantörer av fasta allmänna kommunikationsnät och fasta allmänt tillgängliga elektroniska kommunikationstjänster, totalt 371 stycken. Den inledande frågan har haft till syfte att särskilja leverantörer som endast tillhandahåller 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 190 leverantörer angett att de inte råder över någon aktiv utrustning och har därmed inte behövt svara på enkäten i sin helhet. Sammanfattningsvis har 181 leverantörer besvarat samtliga frågor i enkäten, vilket utgör de svarande i den följande redovisningen i kapitel 2.

PTS har 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 jämfört med förra året och att vissa frågor har besvarats med uppskattningar kan det eventuellt föreligga en viss osäkerhet gällande tillförlitligheten i en del svar.

1.4 Aktörer som tillhandahåller elektroniska kommunikationsnät och -tjänster

Aktörer som tillhandahåller elektroniska kommunikationsnät och -tjänster verkar i en så kallad värdekedja för elektroniska kommunikationsnät och -tjänster. Vissa aktörer erbjuder grossisttjänster, andra slutkundstjänster och ytterligare några erbjuder både grossist- och slutkundstjänster. Vissa erbjuder således tjänster på en nivå i värdekedjan, andra på flera nivåer i värdekedjan. Ytterligare några verkar på alla nivåer i värdekedjan (så kallade vertikalt integrerade aktörer). På den översta nivån i värdekedjan tillhandahålls slutkundstjänster, till exempel fast internetanslutningstjänst, IP-baserad telefoni eller mobiltelefoni. På de lägre nivåerna erbjuds olika typer av grossisttjänster (till exempel förläggning av svartfiber eller erbjudande av virtuella accessförbindelser).

1.5 Benämningar i denna rapport

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

- Operatör – aktör som i/med eget nät bestående av egen aktiv utrustning, levererar internetaccess till slutkund
- Tjänsteleverantör – aktör som levererar internetaccess över annan aktörs nät, det vill säga där annan aktör hanterar den aktiva utrustningen
- Kommunikationsoperatör – aktör som tillhandahåller nät med aktiv utrustning för tjänsteleverantörer

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

2. Redovisning av resultat från kartläggningen 2021

2.1 Urvalsfråga

*Förfogar eller råder ni över aktiv utrustning i kommunikationsnätet?
(Om ni endast tillhandahåller svartfiber och/eller passiv utrustning svara nej)*

1. Ja
2. Nej

Den inledande frågan, 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. Frågan är i sak samma som tidigare år, men har omformulerats.

Resultat

Totalt har 371 aktörer svarat på urvalsfrågan. Av dessa har **181 aktörer** angett att de förfogar eller råder över aktiv utrustning i kommunikationsnätet. Dessa utgör således de svarande (basen) i den följande redovisningen. Detta innebär att det är 80 färre svarande i 2021 års kartläggning i förhållande till 2020 års kartläggning.

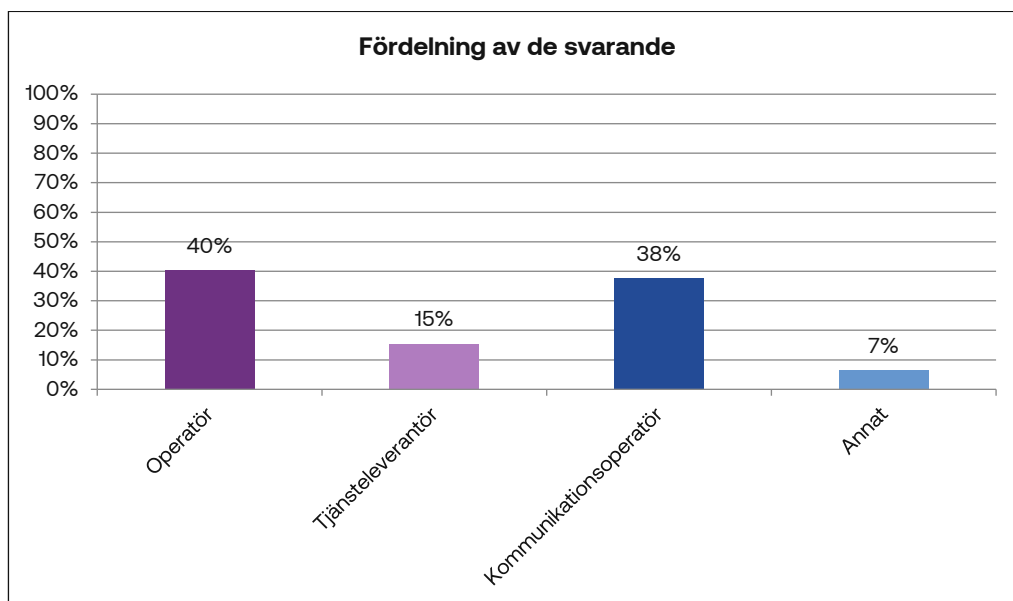
2.2 Fråga 1 - Fördelning av aktörstyper

Ange vilken typ av verksamhet ni bedriver:

- *Operatör (aktör som i/med eget nät bestående av egen aktiv utrustning, levererar internetaccess till slutkund)*
- *Tjänsteleverantör (aktör som levererar internetaccess över annan aktörs nät, dvs. där annan aktör hanterar den aktiva utrustningen)*
- *Kommunikationsoperatör (aktör som tillhandahåller nät med aktiv utrustning för tjänsteleverantörer)*
- *Annat:*

I den första enkätfrågan har aktörerna fått svara på vilken typ av verksamhet som företaget bedriver. I det fall aktören 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 innebär att en aktör som, till exempel, angett kommunikationsoperatör för att det är den huvudsakliga sysselsättningen med störst möjlighet till påverkan på IPv6, samtidigt kan ha en verksamhet som innebär att leverera internetaccess till slutkund. Det har även funnits ett svarsalternativ "Annat", där de har haft möjlighet att beskriva sin verksamhet. Resultatet redovisas i Figur 1. Syftet med frågan har förutom att få reda på hur fördelningen av de svarande ser ut också varit att kunna redovisa vilken aktörstyp som har svarat vad i enkätfrågorna.



Figur 1 Diagram som visar fördelningen mellan aktörstyperna som har besvarat enkäten.

Fördelningen bland de svarande varierar något. Det är flest operatörer och kommunikationsoperatörer som besvarat enkäten. 40 procent (73 stycken) har angett att de besvarar frågorna som operatörer. Nästan lika många, 38 procent (68 stycken), har angett kommunikationsoperatör, medan 15 procent (28 stycken) har angett tjänsteleverantör. Vidare har 7 procent (12 stycken) angett svarsalternativet annat. Av kommentarer till detta svarsalternativ framgår till exempel att vissa aktörer valt detta svarsalternativ då de är en kombination av de andra alternativen. Några av de stora aktörerna har angett alternativet annat.

I 2020 års kartläggning var det en något jämnare fördelning mellan aktörstyperna. I denna kartläggning är det, i förhållande till 2020 års kartläggning, 4 procentenheter fler operatörer, och 12 procentenheter fler kommunikationsoperatörer, medan tjänsteleverantörer minskat med 12 procentenheter. Andelen svarande som angett annat har minskat med 4 procentenheter.

2.3 Fråga 2 - Andelen kunder som använder internetaccess med IPv6

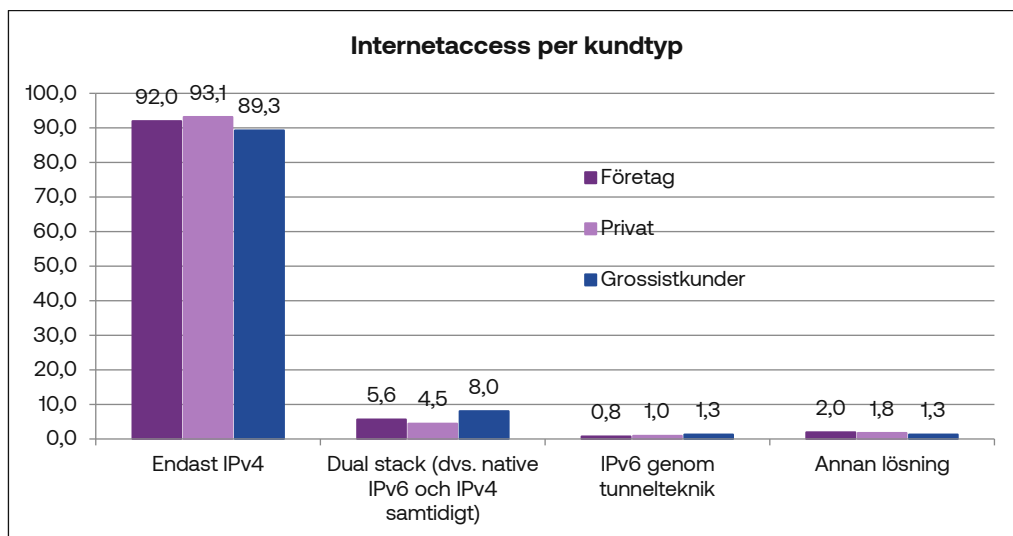
Ange hur stor andel av era kunder (för respektive kategori – företag, privat och grossist) som faktiskt använder internetaccess med följande alternativ (ange andelen i procent):

- *Endast IPv4*
- *Dual stack (dvs. native IPv6 och IPv4 samtidigt)*
- *IPv6 genom tunnelteknik*
- *Annan lösning*

Den andra frågan har haft flera syften. Ett har varit att undersöka hur stor andel av aktörernas kunder som faktiskt använder internet med IPv6 samt om det finns en särskild kundkategori som efterfrågar IPv6 i högre utsträckning. Ett annat syfte har varit att undersöka om grossistkunder använder IPv6. Ett fjärde syfte har varit att få information om på vilket sätt IPv6 tillhandahålls till kunderna, vilket säger något om aktörernas och infrastrukturens mognad avseende IPv6.

Kunderna som PTS frågar om i denna fråga delas in i privatkunder, företagskunder och grossistkunder. Med grossistkunder avses tjänsteleverantörer som tillhandahåller tjänster i någon annans nät.

Dual stack innebär att utrustning och mjukvara har tekniskt stöd för och kan hantera både IPv4 och IPv6. Med IPv6 med tunnelteknik menas förenklat att utrustning överför IPv6-trafik i ett IPv4-nät genom en ”virtuell tunnel”.



Figur 2 - Diagrammet visar fördelningen mellan olika typer av internetaccess fördelat per kundtyp i procent. Dvs. hur många som har internetaccess med endast IPv4, hur många som har internetaccess med dual stack osv.

Som framgår av Figur 2 använder cirka 90 procent av tillhandahållarnas kunder internetaccess med endast IPv4, vare sig det gäller privat-, företagskunder eller grossistkunder. När det gäller fast internetaccess med IPv6 tycks grossistkunder använda det i något högre utsträckning än företags- och privatkunder.

Det råder ingen större skillnad mellan de olika aktörstyperna, med undantag för operatörer, som i högre utsträckning uppgett att de tillhandahåller IPv6 till grossistkunder.

Trots att det totalt sett är fråga om mycket låga nivåer av IPv6-användning, tillhandahålls IPv6 såvitt framgår i störst utsträckning som dual stack.

PTS kommentar:

Sett till 2020 års kartläggning har IPv6-användningen ökat något, främst vad avser grossistkunder. 2020 använde 4,2 procent av grossistkunderna IPv6 med dual stack, hösten 2021 anges 8 procent använda IPv6 dual stack. Utifrån svaren synes en förflyttning ha skett främst från alternativet ”Annan lösning” till ”Dual stack”. För företags- och privatkunder har ”Dual stack” ökat marginellt, men det är ingen stor skillnad, och givet skillnaden i antalet svarande i undersökningarna är det svårt att dra några slutsatser.

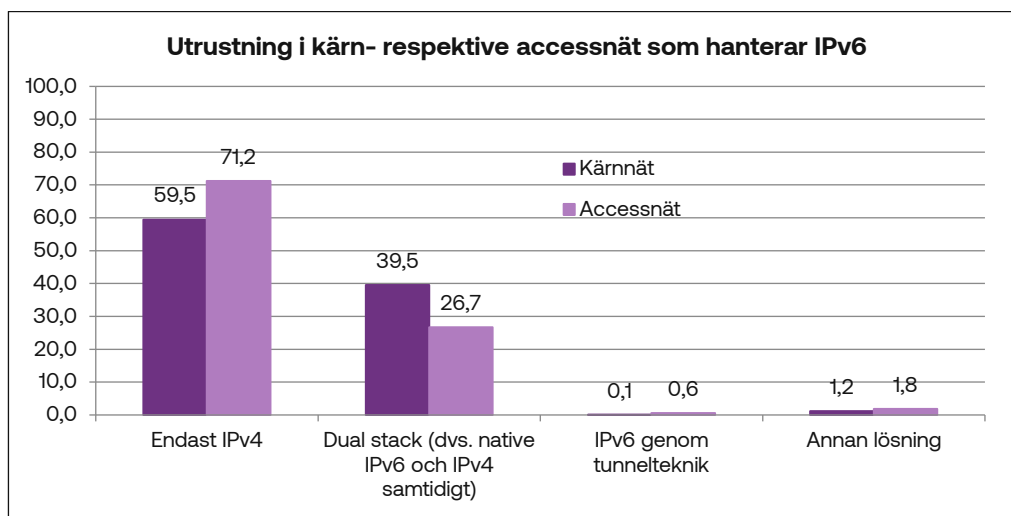
2.4 Fråga 3 - Andelen aktiv utrustning i nätet med stöd för IPv6

För respektive nättyp, ange hur stor andel av den aktiva utrustningen som faktiskt hanterar* internettrafik med följande tekniska lösningar idag (ange andelen i procent):

* Med ”hanterar” avses hur stor andel av er utrustning som skickar/bearbetar trafik i praktiken.

- Endast IPv4
- Dual stack (dvs. native IPv6 och IPv4 samtidigt)
- IPv6 genom tunnelteknik
- Annan lösning

Syftet med den tredje frågan har varit att ta reda på införandet av IPv6 i kärnnät respektive accessnät samt med vilken teknik IPv6 tillhandahålls. Jämfört med föregående års kartläggning har det lagts till en förklaring om vad som avses med ”hanterar” internettrafik.



Figur 3 - Diagram som visar stöd för IPv6 i kärnnät respektive accessnät. Siffrorna anges i procent.

Som framgår av Figur 3 hanterar i genomsnitt knappt 40 procent av den aktiva utrustningen i kärnnätet i praktiken dual stack, vilket innebär att majoriteten, knappt 60 procent, av aktörernas aktiva utrustning i kärnnätet hanterar endast IPv4.

Accessnätet hanterar IPv6 i mindre utsträckning än kärnnätet. Drygt 70 procent av den aktiva utrustningen i accessnätet hanterar endast IPv4, medan endast knappt 27 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 och inte via tunnelteknik.

IPv6 Dual stack och tunnelteknik	Operatörer	Tjänsteleverantörer	Kommunikationsoperatörer	Annat
Kärnnät	51,1 %	38,7 %	22,3 %	71 %
Accessnät	33,5 %	18,9 %	17,5 %	61 %

Tabell 1 - Stöd för IPv6 i kärnnät och accessnät redovisas i procent och fördelat per aktörstyp

Bland det fåtal svarande, däribland några av de större aktörerna på marknaden, som för sin verksamhet angett alternativet annat framgår att hanteringen av IPv6 i både kärn- och accessnät i praktiken är förhållandevis hög. I övrigt, för majoriteten av de svarande, är det dock operatörerna och tjänsteleverantörerna som i störst utsträckning har utrustning i kärnnätet som i praktiken hanterar IPv6 - operatörerna med drygt 51 procent och tjänsteleverantörerna med knappt 39 procent. Kommunikationsoperatörerna anger att endast cirka 22 procent av utrustningen i kärnnätet hanterar IPv6 i praktiken.

När det gäller stöd för IPv6 i accessnätet är det, återigen bortsett från de aktörer som angett alternativet annat som verksamhet, operatörerna som i störst utsträckning hanterar IPv6 i praktiken genom dual stack med drygt 33 procent. Därefter följer tjänsteleverantörerna om knappt 19 procent och kommunikationsoperatörerna om drygt 17 procent.

I förhållande till den föregående kartläggningen från 2020 är det totalt sett inga stora skillnader i kärnnätets och accessnätets hantering av IPv6. Den genomsnittliga ökningen (Figur 3) uppgår till drygt 2,5 procentenheter i både kärn- och accessnät. Nedbrutet per aktörstyp (Tabell 1) är det dock operatörerna som står för det mesta av ökningen. Hanteringen av IPv6 hos operatörerna har ökat med knappt nio procentenheter i kärnnätet och tre procentenheter i accessnätet. För tjänsteleverantörer har det endast skett en marginell ökning i näten (med 1 respektive 2 procentenheter). För kommunikationsoperatörerna har en något lägre hantering i både kärn- och accessnät (2,5 respektive 2 procentenheter).

PTS kommentar:

PTS kan utifrån ovanstående uppgifter konstatera att det är en fortsatt låg andel av utrustningen i kärnnätet respektive accessnätet som faktiskt hanterar internettrafik med IPv6. Angående det faktum att andelen för aktörerna inom kategorin annat är så

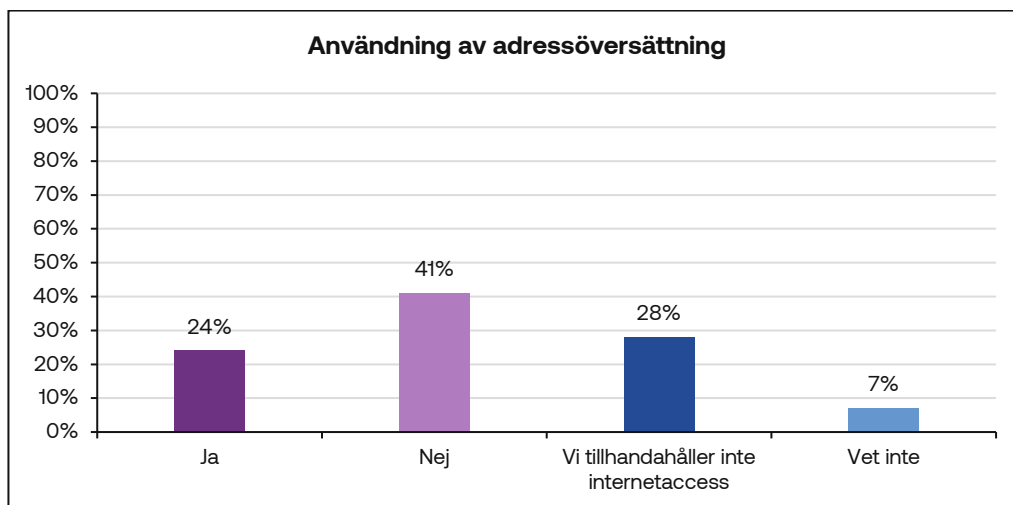
pass höga, så ser PTS givetvis positivt på detta men antar att den höga andelen kan förklaras av att det endast är ett fåtal aktörer i denna kategori och att det därför räcker med att endast någon eller några aktörer har höga siffror. PTS finner det anmärkningsvärt att *i genomsnitt* endast 40 procent av kärnnätet och endast knappt 27 procent av accessnätet hanterar IPv6. PTS uppfattning är att den aktiva utrustningen, såväl i kärnnät som accessnät, bör hantera IPv6 i högre utsträckning än vad som är fallet hösten 2021. Även om det sker en succesiv ökning över tid från 2019, 2020 och fram till 2021, så framstår det som att det är operatörerna som står för merparten av ökningen. Både tjänsteleverantörer och kommunikationsoperatörer behöver också få fart på sitt införande eftersom samtliga aktörer i värdekedjan behöver göra sin del för att IPv6 ska fungera i nät och tjänster.

2.5 Fråga 4 - Användning av adressöversättning för IPv4

Om ni tillhandahåller internetaccess, använder ni adressöversättning för IPv4 (t.ex. Network Address Translation (NAT), Carrier Grade NAT (CGN)? Motivera gärna varför.

- Ja, ange anledning
- Nej, ange anledning
- Vi tillhandahåller inte internetaccess
- Vet inte

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



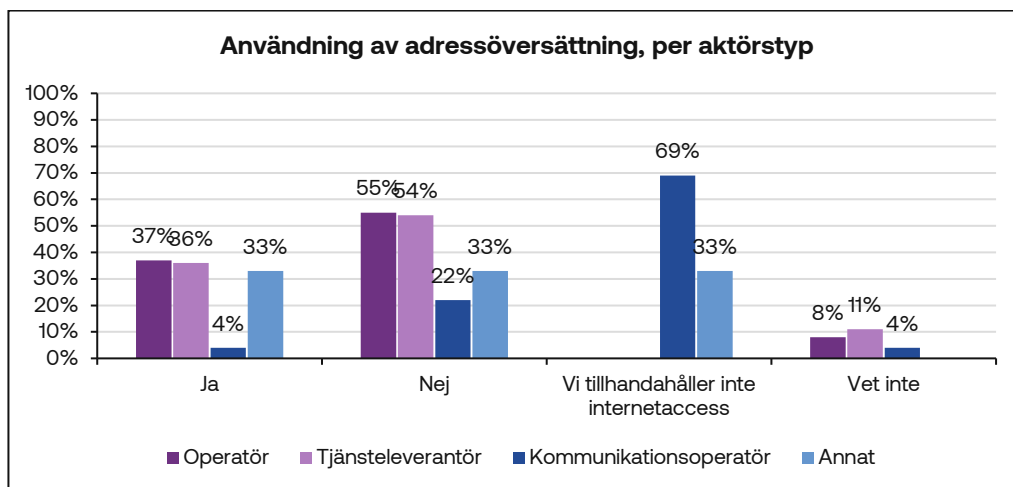
Figur 4 - Diagrammet visar hur stor andel av aktörerna som använder adressöversättning.

Som framgår av Figur 4, uppger i genomsnitt 24 procent av aktörerna att de använder adressöversättningsfunktioner. Det är en ökning med 4 procentenheter jämfört med 2020, vilket korresponderar väl med att andelen aktörer som inte använder adressöversättningsfunktioner har minskat med 4 procentenheter.

PTS kommentar:

Det är inte en särskilt stor ökning, men givet bristen på IPv4-adresser är det inte förvånande att andelen aktörer som använder adressöversättningsfunktioner för IPv4 har ökat. Däremot är det beklagligt att andelen tycks öka eftersom NAT-användning³ sannolikt kan innebära att införandet av IPv6 fördröjs.

³ Förklaring av förkortningen/begreppet NAT: Ett vedertaget sätt för aktörerna att hantera en förekommande brist på IPv4-adresser är att använda adressöversättningsfunktioner som t.ex. Network Address Translation (NAT) eller Carrier Grade NAT (CGN). 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 så många som 60 000 slutkunder dela på en enda publik IPv4-adress.



Figur 5 - Diagrammet visar användningen av adressöversättning fördelat per aktörstyp

Som framgår av Figur 5 är det framförallt operatörer, 37 procent, och tjänsteleverantörer, 36 procent, som använder adressöversättningsfunktioner. Endast 4 procent av kommunikationsoperatörerna använder adressöversättningsfunktioner för IPv4.

Sett till 2020 års kartläggning har både operatörer och tjänsteleverantörer ökat sin användning av adressöversättning. 2020 svarade 29 procent ja på frågan. För kommunikationsoperatörerna har andelen som svarat nej minskat med 11 procentenheter, samtidigt som andelen som svarat att det inte tillhandahåller internetaccess ökat med 12 procentenheter.

Det vanligaste skälet till att aktörerna använder adressöversättningsfunktioner för IPv4 är helt enkelt bristen på IPv4-adresser, och att man därför vill/behöver hushålla med publika IPv4-adresser.

Exempel på andra skäl som angetts är:

- Kommunikationsoperatören/stadsnätet kan inte hantera IPv6,
- Efterfrågan från tjänsteleverantörer, då de har svårt att få tag i IPv4-adresser (dvs. adressöversättning tillhandahålls som tjänst),
- För att förenkla vissa typer av tjänsteleveranser där brandväggstjänst ingår,
- Utöver brist på IPv4 anför några också säkerhetsskäl

Bland dem som har angett att de inte använder adressöversättningsfunktioner för IPv4 är det vanligaste skälet att de har tillräckligt med publika IPv4-adresser och därmed inte har ett akut behov av att hushålla med dem. Det finns däremot några

som ser att de förmodligen kommer behöva börja använda adressöversättningsfunktioner i framtiden.

Exempel på andra skäl som aktörer angett för att inte använda adressöversättningsfunktioner för IPv4 är:

- Framförallt företagskunder har behov av publika IPv4-adresser,
- Spårbarheten förenklas utan NAT, och det blir därmed lättare att uppfylla datalagringskrav,
- Kunderna ska ha full funktion och CGN utgör en ej fullvärdig uppkoppling för slutkunderna.

PTS kommentar:

PTS finner resultatet om att det framförallt är tjänsteleverantörer och operatörer som använder adressöversättningsfunktioner är rimligt, eftersom dessa i högre utsträckning tillhandahåller internetaccess till slutkund jämfört med kommunikationsoperatörer. Däremot är det ur ett IPv6-perspektiv, och som nämnts ovan, beklagligt att andelen aktörer som använder adressöversättningsfunktioner ökar, då det pekar på att det finns en brist på IPv4-adresser och att det kan fördröja införandet av IPv6. Hösten 2021 är det drygt en tredjedel av både operatörerna och tjänsteleverantörerna som uppger att de använder adressöversättningsfunktioner.

Det är naturligt att en stor andel av dem som använder adressöversättningsfunktioner gör det på grund av en brist på IPv4-adresser och att de som inte använder adressöversättningsfunktioner anger att de än så länge har tillräckligt med IPv4-adresser. Däremot är det intressant att notera att synen på adressöversättningsfunktioner såsom NAT/CGN skiljer sig åt en del. Där vissa menar att adressöversättningsfunktioner innebär en försämrad eller inte fullvärdig uppkoppling och att det också är enklare att uppfylla datalagringskraven om man inte använder adressöversättning.

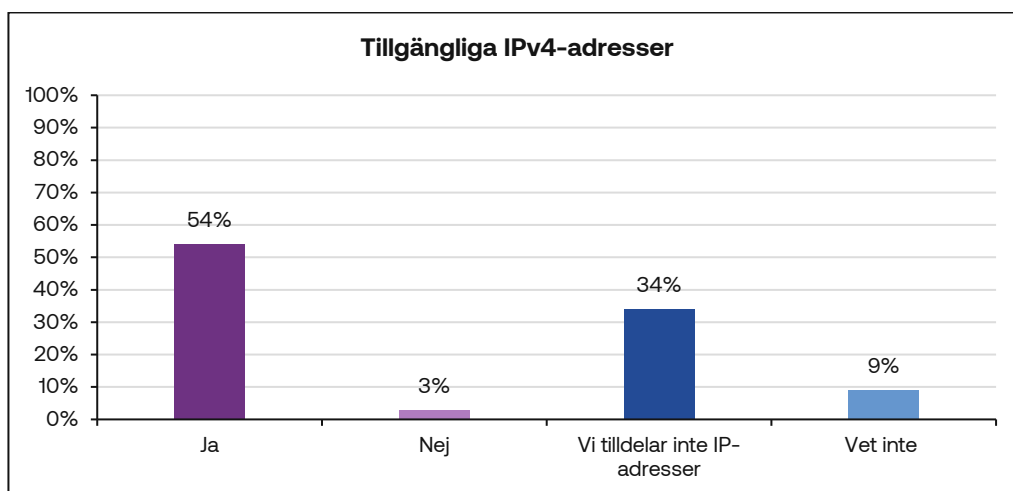
2.6 Fråga 5 - Tillgängliga IPv4-adresser

Om ni tillhandahåller IPv4-adresser, har ni tillgängliga IPv4-adresser för tilldelning?

- Ja, uppskatta när full beläggning av er IPv4-adresspool uppnås (årtal):
- Nej, ange i så fall hur er verksamhet påverkas av det:
- Vi tillhandahåller inte IP-adresser
- Vet inte

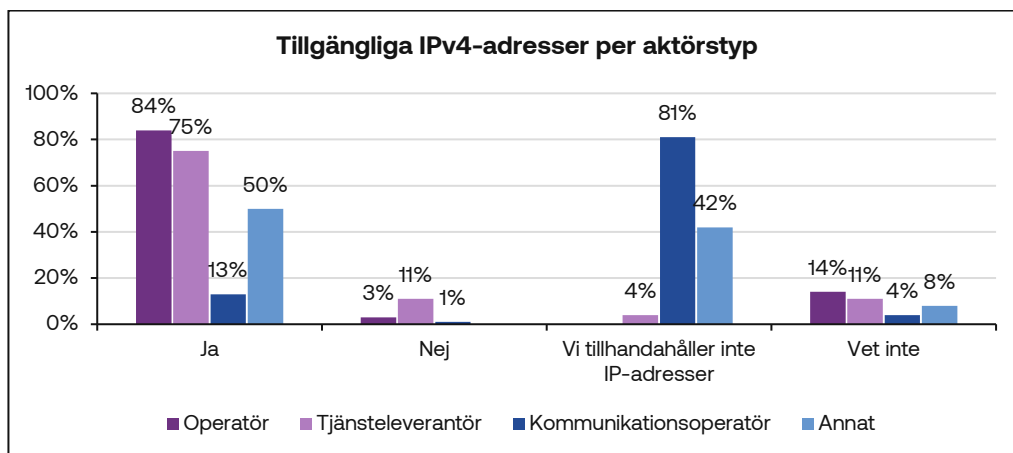
Syftet med den femte frågan har varit att ta reda på om aktörerna innehar några IPv4-adresser för tilldelning. De som svarat att de har tillgängliga IPv4-adresser att tilldela skulle även uppskatta vilket årtal som de beräknar att deras IPv4-adresser är slut (full beläggning).

Först redovisas resultatet sammantaget, oaktat aktörstyp. Därefter följer en redovisning om det egna innehavandet av IPv4-adresser per aktörstyp.



Figur 6 - Diagram som visar hur många aktörer som har tillgängliga IPv4-adresser att dela ut

Som framgår av figur 6 har drygt hälften uppgett att de har IPv4-adresser tillgängliga för tilldelning. Endast 3 procent har uppgett att de inte har några IPv4-adresser att dela ut. 34 procent anger att de inte tilldelar IP-adresser. Det är ungefär samma siffror som förra året då 51 procent svarade ja, och 4 procent svarade nej. Bland det fåtal som har svarat nej, så har de kommenterat att bristen kan bli problem med kunder och/eller ökad administration. Vidare anges att man måste köpa/hyra fler IPv4-adresser och/eller tvingas använda NAT.



Figur 7 - Diagram som per aktörstyp visar hur många som har tillgängliga IPv4-adresser

Drygt hälften av aktörerna på fastnätmarknaden har alltså angett att de har tillgängliga IPv4-adresser. Siffrorna skiljer sig dock mellan de olika aktörstyperna. Av figur 7 framgår att 84 procent av operatörerna och 75 procent av tjänsteleverantörerna har tillgängliga IPv4-adresser att dela ut, medan 13 procent av kommunikationsoperatörerna har det.

Det är tjänsteleverantörerna som i högst utsträckning har angett att de saknar IPv4-adresser (11 procent). Bland operatörerna och kommunikationsoperatörerna saknar endast 3 respektive 1 procent IPv4-adresser. 81 procent av kommunikationsoperatörerna har dock angett att de inte tilldelar IP-adresser.

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

När nås full beläggning av er IPv4-adresspool	Antal svarande	Andel svarande i procent
Innan år 2023	20 st	21 %
2023–2026	51 st	53 %
Senare än 2026	25 st	26 %
Vet inte	1 st	1 %
Totalt	97 st	100 %

Tabell 2 - Tabell som visar de svarandes uppskattning på hur länge deras IPv4-adresser räcker

Som framgår av tabell 2, har 21 procent av de aktörer som har IPv4-adresser kvar att tilldela, svarat att deras IPv4-adresser är slut innan år 2023. Totalt är det nästan tre

fjärdedelar (74 procent) av aktörerna som svarat att adresserna beräknas ta slut senast år 2026, det vill säga inom en ganska snar framtid. Drygt 26 procent beräknar ha tillgängliga IPv4-adresser senare än år 2026.

PTS kommentar:

Drygt hälften av aktörerna har angett att de har IPv4-adresser. Bland dem som har IPv4-adresser kvar anger 53 procent att de beräknar att IPv4-adresserna tar slut mellan 2023–2026, och ytterligare 21 procent beräknar/bedömer att deras IPv4-adresser är slut innan 2023; det vill säga att totalt tre fjärdedelar beräknar att IPv4-adresserna är slut innan 2026. 26 procent uppskattar att de har IPv4-adresser efter 2026. Jämfört med förra året så har det främst skett en skiftning från svarsalternativet att adresserna beräknas ta slut mellan 2022–2025 (i denna kartläggning motsvarat av 2023–2026), och svarsalternativet senare än 2025 (här 2026) där det förra minskat med cirka 8 procentenheter och det senare ökat med cirka 8 procentenheter. Orsaken till detta är svårt att svara på, det kan delvis bero på skillnaden i antal svarande, men det kan också bero på att användningen av NAT har ökat (se fråga 4, avsnitt 2.5) och att aktörerna därmed i större utsträckning kan se att adresserna räcker längre. Det kan också bero på det faktum att det helt enkelt är svårt att uppskatta.

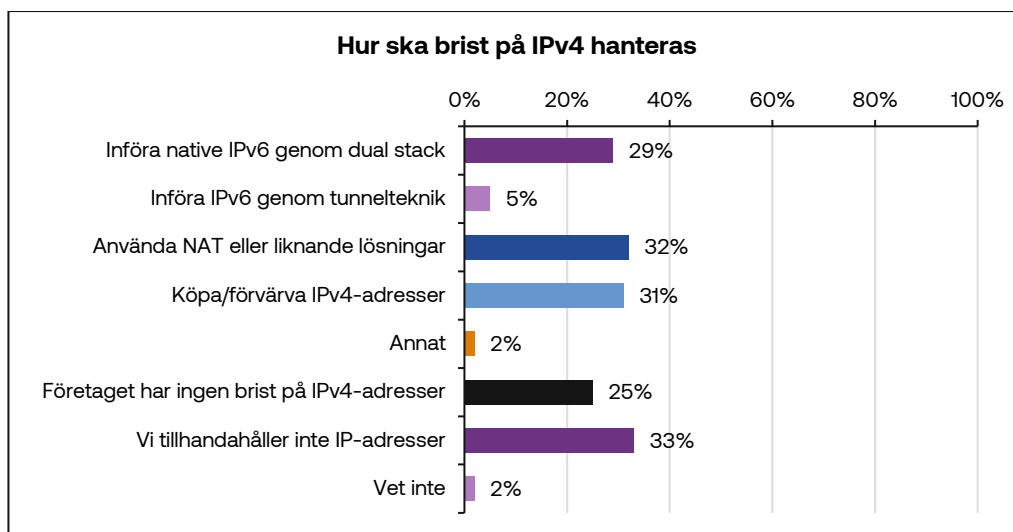
Det är än så länge endast 3 procent som angett att de helt saknar IPv4-adresser. Detta bör dock sättas i relation till svaret på fråga 4, där 24 procent av aktörerna uppgett att de använder NAT. Hur aktörerna avser att hantera IPv4-bristen framgår av svaren på fråga 6.

2.7 Fråga 6 - Åtgärder vid brist på IPv4

Om ni tillhandahåller IPv4-adresser och det uppstår en brist på dessa, hur planerar ni att hantera den bristen? (flera svarsalternativ möjliga)

- Införa native IPv6 genom dual stack
- Införa IPv6 genom tunnelteknik
- Använda NAT eller liknande lösningar
- Köpa/förvärva IPv4-adresser
- Annat, specificera nedan
- Företaget har ingen brist på IPv4-adresser
- Vi tillhandahåller inte IP-adresser
- Vet inte

Frågan avser att utreda hur aktörerna har för avsikt att hantera en reell eller kommande brist på IPv4-adresser.



Figur 8 - Diagram som visar hur aktörerna avser att lösa en eventuell brist på IPv4-adresser, flera svarsalternativ har kunnat anges

Som framgår av figur 8 har drygt en tredjedel av de svarande uppgett att de vid en faktisk brist på IPv4-adresser avser att införa IPv6 på olika sätt (34 procent), vilket är en ökning med fyra procentenheter sedan förra året. En majoritet (29 procent) av dem som avser att införa IPv6 i händelse av adressbrist uppger att de kommer att

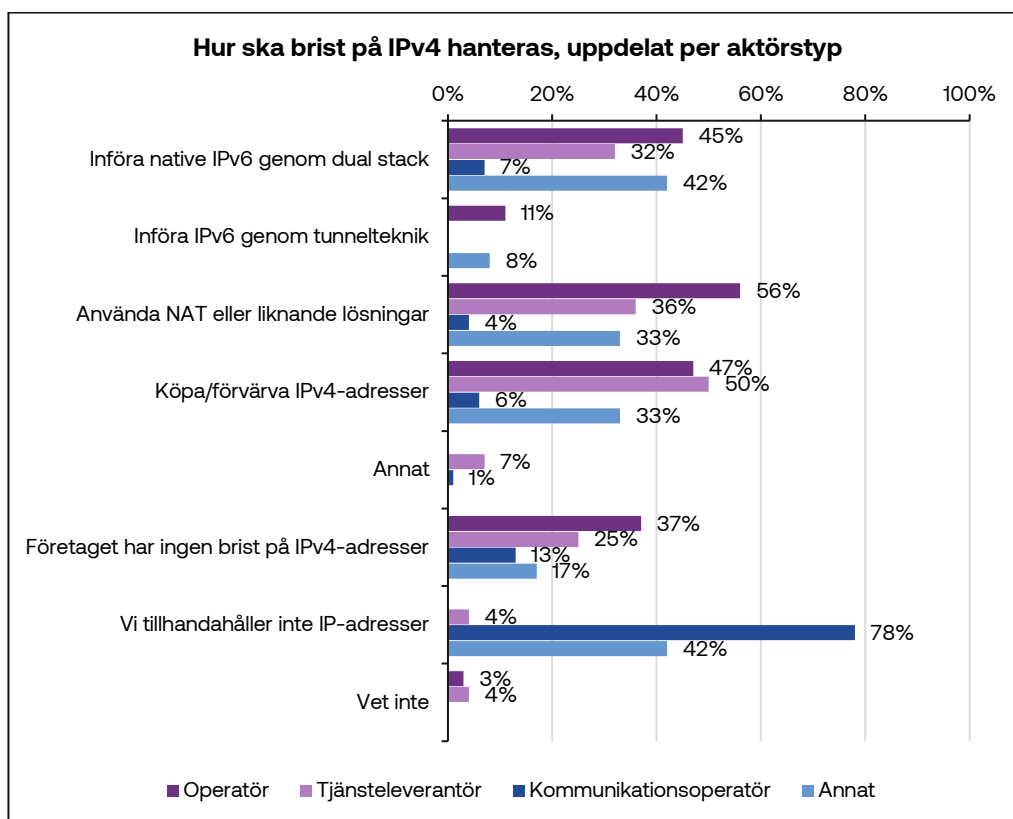
införa IPv6 genom dual stack, resterande (5 procent) har uppgett att ett införande kommer ske genom tunnelteknik.

Knappt en tredjedel (32 procent) har uppgett att man planerar att använda NAT eller liknande lösningar, vilket är en ökning om 4 procentenheter sedan förra året, och 8 procentenheters ökning jämfört med för två år sedan. Nästan en tredjedel (31 procent) har därtill uppgett att man planerar att köpa/förvärva fler IPv4-adresser. Dock skiljer det sig ganska mycket mellan de olika aktörstyperna, vilket framgår av diagrammet nedan.

PTS kommentar:

PTS kan notera att det är förhållandevis få aktörer på marknaden som avser att införa IPv6 vid en faktisk brist på IPv4-adresser. Att andelen som avser införa IPv6 vid brist på IPv4 har ökat med 4 procentenheter ska ses i ljuset av att det förra året skett en minskning med fem procentenheter jämfört med för två år sedan. Samtidigt har alltså andelen som avser använda NAT ökat med 4 procentenheter för andra året i rad. Det ska dock tilläggas att det är 80 stycken färre svarande i år jämfört med förra året (2020), och 36 färre jämfört med 2019. Tendensen är dock inte särskilt positiv ur ett IPv6-perspektiv.

Det faktum att det är en flervalsfråga, kan innebära att en aktör valt att ange såväl NAT, som införande av IPv6, för att t.ex. kunna hantera övergången till IPv6 över tid. Trots det, och särskilt i ljuset av den pågående digitaliseringen och regeringens mål om att Sverige ska vara bäst i världen på att tillvarata digitaliseringens möjligheter, anser PTS att det är en otillfredsställande utveckling om det är en ökande andel som avser att lösa adressbristen genom att använda NAT eller liknande.



Figur 9 - Diagram som visar hur eventuell brist på IPv4-adresser kommer hanteras uppdelat per aktörstyp, flera svarsalternativ har kunnat anges.

Uppdelat per aktörstyp har 45 procent av operatörerna angett att de vid brist på IPv4 avser att införa IPv6 genom dual stack, 56 procent har angett att NAT eller liknande lösningar kommer användas och 47 procent har angett köp/förvärv av IPv4-adresser som sin lösning, vilket framgår av figur 9. Det är en ökning för samtliga dessa tre svarsalternativ jämfört med förra året, men den största skillnaden syns på alternativet ”använda NAT eller liknande lösningar” som ökat med 15 procentenheter.

När det gäller tjänsteleverantörerna har 50 procent svarat att köp/förvärv av IPv4-adresser är det sätt man har för avsikt att hantera en eventuell brist på IPv4-adresser. Vidare uppger 36 procent av tjänsteleverantörerna att NAT eller liknande lösningar kommer användas och 32 procent har angett att de planerar att införa IPv6 genom dual stack. Det kan således konstateras att tjänsteleverantörerna i störst utsträckning tänker sig köp av IPv4-adresser som lösning vid en eventuell brist av IPv4-adresser. Och jämfört med förra året så har det hos tjänsteleverantörerna skett en viss skiftning från NAT eller liknande lösningar till köp/förvärv av IPv4-adresser, vilket är tvärt emot förra årets trend.

När det gäller kommunikationsoperatörerna har 78 procent svarat att de inte kan besvara frågan då de inte tilldelar IP-adresser. Samtidigt har 6 procent av kommunikationsoperatörerna 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 (37 procent) som anser sig inte ha någon brist på IPv4-adresser.

PTS kommentar:

Det är intressant att notera att operatörer inte redovisar brist på IPv4-adresser i lika hög utsträckning som tjänsteleverantörer på svarsalternativet "Företaget har ingen brist på IPv4-adresser". Det kan innebära att dessa aktörstyper inte har samma förutsättningar att verka på marknaden.

Det är en väldigt låg andel kommunikationsoperatörer som avser att införa IPv6 vid en eventuell brist på IPv4-adresser. Dock bör kommunikationsoperatörernas utrustning i sina nät stödja IPv6 (se fråga 2), så att tjänsteleverantörer kan leverera sina tjänster med "native" IPv6 i kommunikationsoperatörernas nät.

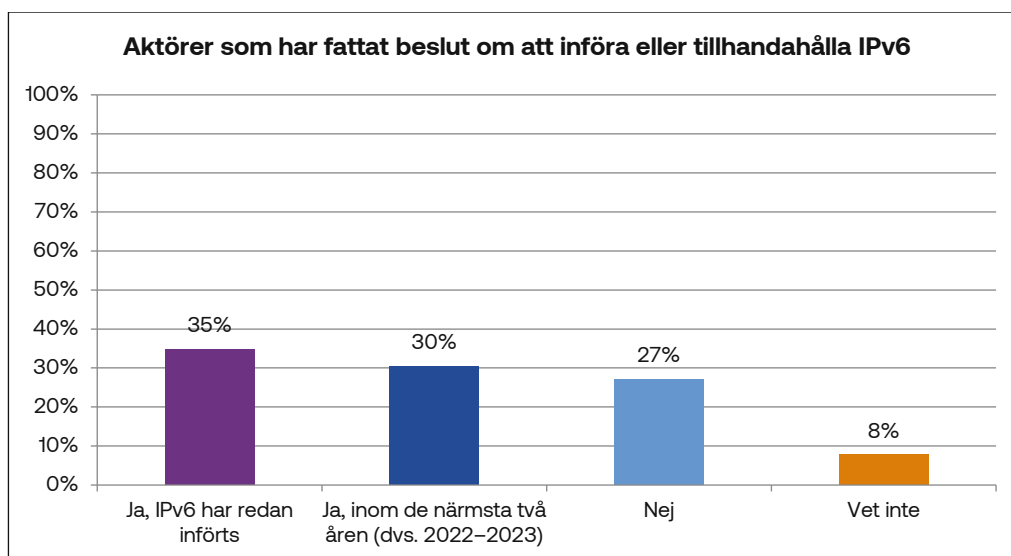
2.8 Fråga 7 - Många har inte fattat beslut om IPv6

Har ni redan infört eller fattat beslut om att införa eller tillhandahålla stöd* för IPv6?

* Om ni t.ex. inte tillhandahåller internetaccess/ IP-adresser utan endast tillhandahåller nät med aktiv utrustning för andra aktörer, svara utifrån om er aktiva utrustning och/eller mjukvara kan hantera IPv6 för de tjänsteleverantörer som använder ert nät.

- Ja, IPv6 har redan införts
- Ja, under innevarande år
- Ja, inom de närmsta två åren (dvs. 2022–2023)
- Nej
- Vet inte

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



Figur 10 - Diagram som visar hur många av aktörerna som har fattat beslut om att införa eller tillhandahålla stöd för IPv6

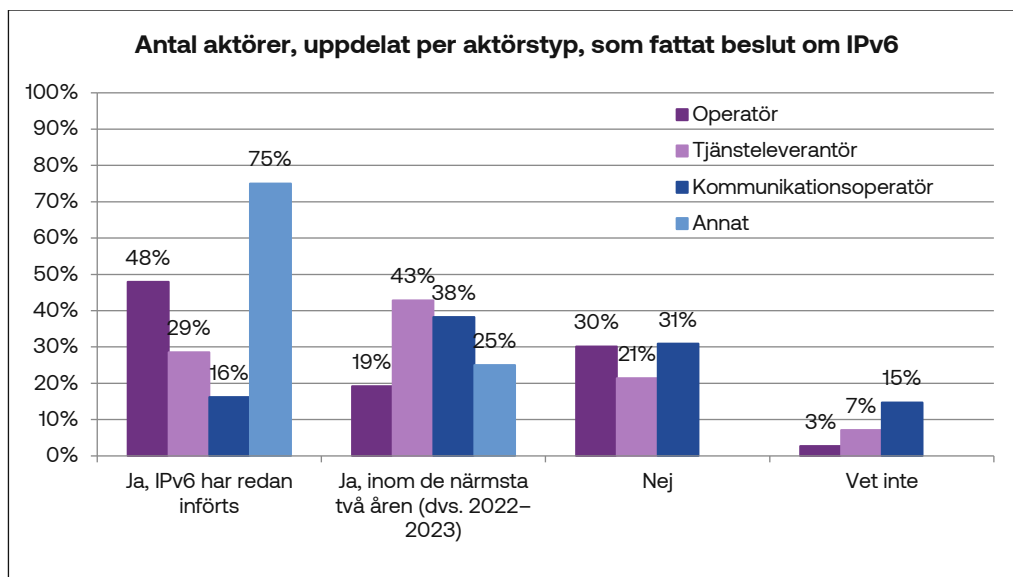
En dryg tredjedel (35 procent) har uppgett att IPv6 redan har införts, vilket är en ökning med 10 procentenheter jämfört med 2020. Ingen har svarat att det kommer införas under innevarande år. Däremot har 30 procent uppgett att IPv6 kommer att införas inom de närmsta två åren, se figur 10. Det är en ökning med 6 procentenheter

jämfört med 2020. Samtidigt har också andelen som svarat ”nej” eller ”vet inte” minskat med 6 procentenheter vardera.

PTS kommentar:

Tre år i rad har det varit ungefär samma andel om cirka en fjärdedel, som uppgav att införande av IPv6 kommer att ske under de kommande två åren, utan att den andel som faktiskt har infört IPv6 har ökat. Det är därför glädjande att notera att andelen som i årets kartläggning uppger att de har infört IPv6 faktiskt har ökat med 10 procentenheter.

När det gäller de som inte har fattat beslut om att införa eller tillhandahålla IPv6, så har det skett en minskning jämfört med föregående år, men det fortfarande en dryg fjärdedel av aktörerna som inte har fattat beslut alls i frågan.



Figur 11 - Diagram som, uppdelat per aktörstyp, visar hur många som fattat beslut om att införa IPv6

Av Figur 11 framgår det, uppdelat per aktörskategori, vilka som har eller inte har fattat beslut om att införa eller tillhandahålla IPv6. Av resultaten framgår att det, bortsett från det fåtal aktörer som angett kategorin annat, att det främst är operatörer som har svarat att IPv6 har införts (48 procent). 29 procent av tjänsteleverantörerna uppger att de redan har infört IPv6, medan en något mindre andel har fattat beslut om IPv6 bland kommunikationsoperatörerna (16 procent).

Av figur 11 framgår vidare att knappt en femtedel av operatörerna och drygt 2 femtedelar av tjänsteleverantörerna har angett att de planerar att införa IPv6 inom de kommande två åren. 38 procent av kommunikationsoperatörerna, vilket är en nästan lika hög andel som tjänsteleverantörerna, har angett att de kommer att införa IPv6 under de kommande två åren.

PTS kommentar:

Nedbrutet per aktörstyp framkommer att ökningen, som noterats under Figur 10, kan hänföras till operatörer och tjänsteleverantörer. För kommunikationsoperatörerna har det skett en viss minskning (2 procentenheter). Det är dock positivt att andelen kommunikationsoperatörer som planerat att införa IPv6 har ökat med 8 procentenheter. Vidare är det positivt att såväl andelen tjänsteleverantörer som kommunikationsoperatörer som fattat beslut om att införa, eller tillhandahålla IPv6, inom de närmaste två åren är en förhållandevis hög andel om cirka 40 procent vardera.

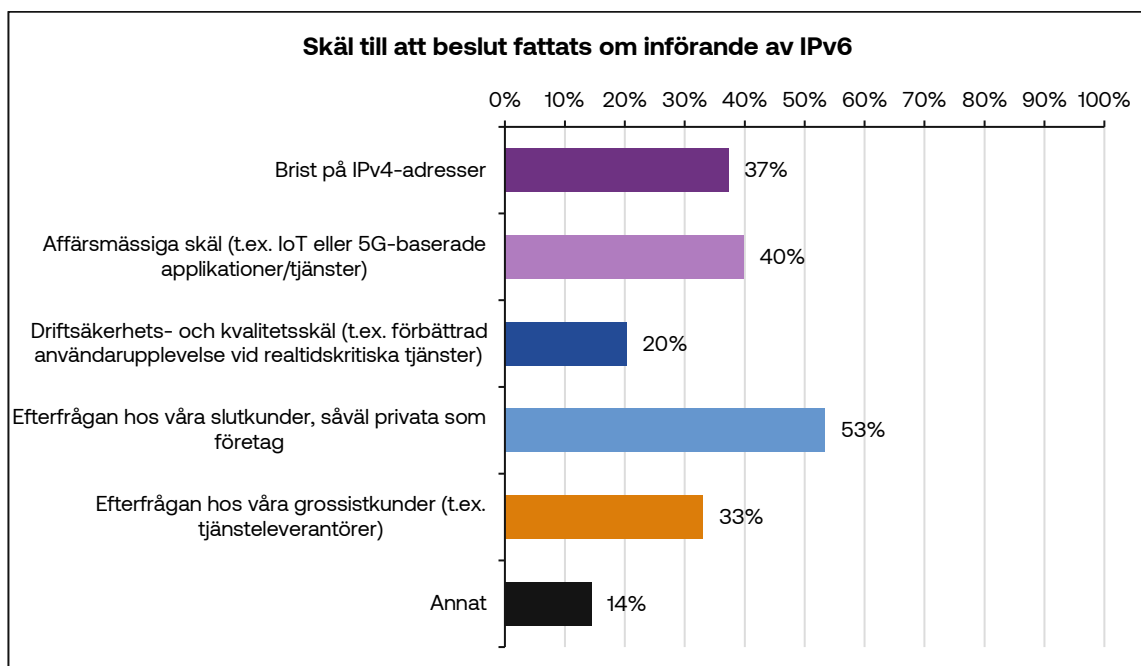
Att det däremot endast är en knapp femtedel av kommunikationsoperatörerna som uppger att de har stöd för IPv6 kan dock innebära ett problem för t.ex. tjänsteleverantörer att tillhandahålla och leverera IPv6 över kommunikationsoperatörernas nät. I sammanhanget bör återigen noteras att bland det fåtal aktörer som angett "annat" återfinns några av de större aktörerna på marknaden.

2.9 Fråga 8 - Skälen för att tillhandahålla IPv6

Om ni redan infört eller fattat beslut att införa eller tillhandahålla stöd för IPv6, ange av vilka anledningar? (Flera svarsalternativ är möjliga)

- Brist på IPv4-adresser
- Affärsmässiga skäl (t.ex. Internet of Things eller 5G-baserade applikationer/tjänster)
- Driftsäkerhets- och kvalitets-skäl (t.ex. förbättrad användarupplevelse vid realtidskritiska tjänster)
- Efterfrågan hos våra slutkunder, såväl privata som företag
- Efterfrågan hos våra grossistkunder (t.ex. tjänsteleverantörer)
- Annat:

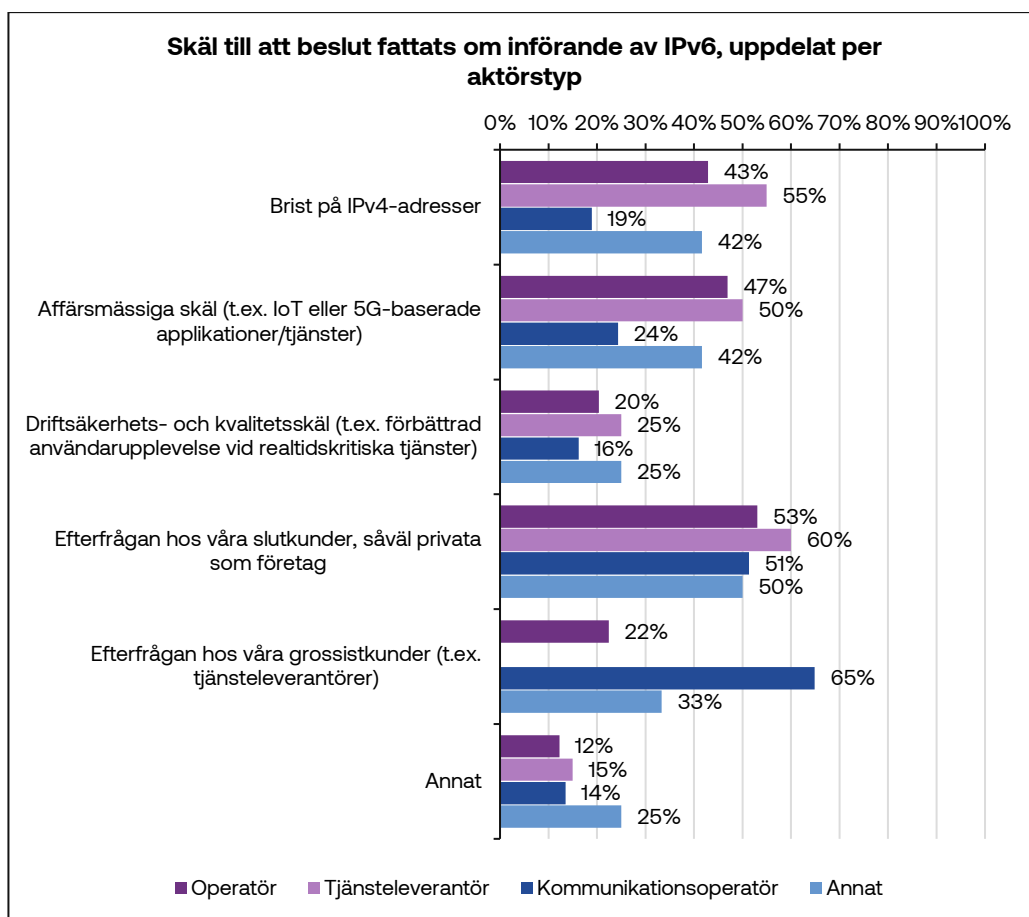
Fråga åtta avser att ta reda på vilka anledningar som ligger bakom att aktörerna, i förekommande fall, har fattat beslut om att införa IPv6. Det har således varit möjligt att lämna flera svarsalternativ på denna fråga.



Figur 12 - Diagram som visar vilka skäl som föranlett beslut om införande av IPv6, flera svarsalternativ har kunnat anges.

Den främsta anledningen till att aktörerna har fattat beslut om att införa och/eller tillhandahålla IPv6 uppges, precis som de föregående två åren vara efterfrågan från

kunderna, vilket framgår av figur 12. Totalt 86 procent har angett kundefterfrågan som skäl till att införa IPv6. Av dessa 86 procent har 53 procent angett efterfrågan från slutkunder och 33 procent har angett efterfrågan från grossistkunder. Därefter följer affärsmässiga skäl med 40 procent och brist på IPv4-adresser med 37 procent.



Figur 13 - Diagram som, uppdelat per aktörstyp, visar vilka skäl som ligger bakom beslut om införande av IPv6, flera svarsalternativ har kunnat anges.

För tjänsteleverantörerna har "efterfrågan hos slutkunder" (60 procent) seglat upp som det främsta skälet till beslut om att införa IPv6, som därefter har angett "brist på IPv4-adresser" (55 procent) och "affärsmässiga skäl" (50 procent), vilket framgår av figur 13.

För kommunikationsoperatörerna är det däremot, precis som de två föregående åren i störst utsträckning "efterfrågan hos kunderna", och främst då grossistkunder (65 procent), som är den främsta anledningen till att företaget har fattat beslut om att införa IPv6. Det är dock en avsevärd minskning jämfört med förra året då hela 81

procent av kommunikationsoperatörerna angav efterfrågan från grossistkunder som skäl.

Även för operatörerna är ”kundefterfrågan” fortsatt den främsta anledningen till att dessa har fattat beslut om IPv6, och då främst efterfrågan från slutkunder vilket 53 procent av operatörerna har angett.

PTS kommentar:

Hösten 2021 är det precis som 2019, efterfrågan hos slutkunder som är det vanligaste skälet för tjänsteleverantörer, medan det 2020 var brist på IPv4-adresser som var det vanligaste skälet. Tjänsteleverantörerna är de som i störst utsträckning har angett både affärsmässiga skäl och brist på IPv4-adresser som anledning till att införa IPv6. En förklaring till detta kan vara att det också är tjänsteleverantörerna som i störst utsträckning angett brist på IPv4-adresser, vilket ”tvingar” dem att agera. Det framstår också som rimligt att kommunikationsoperatörerna anger efterfrågan från grossistkunder (dvs. tjänsteleverantörer) som främsta anledning för att införa IPv6. Det är viktigt att både tjänsteleverantörer och även nätägare fortsätter att ställa krav på IPv6-funktionalitet gentemot kommunikationsoperatörerna, eftersom kommunikationsoperatörerna är den aktörstyp som i minst utsträckning angett att de infört IPv6 (se fråga 7 i avsnitt 2.8).

2.10 Fråga 9 - Skälen för att inte tillhandahålla IPv6

Om ni inte har fattat beslut att införa eller tillhandahålla stöd för IPv6, ange av vilka anledningar? (Flera svarsalternativ är möjliga.)

- *Avsaknad av beslut av ledningen*
- *Avsaknad av specifik kompetens*
- *Avsaknad av personella resurser*
- *Inväntar planerade åtgärder för s.k. life cycle-management avseende aktiv utrustning*
- *Inväntar stöd för IPv6 i mjukvara som t.ex. provisionerings-, fakturerings- eller övervakningssystem*
- *Av kostnadsskäl*
- *Avsaknad av efterfrågan från slutkunder, såväl privata som företag*
- *Avsaknad av efterfrågan från grossistkunder (t.ex. tjänsteleverantörer)*
- *Annan organisation som vi är beroende av (t.ex. tillhandahållare av aktivt nät vi använder) stöder inte IPv6*
- *Företaget har inget behov av att införa IPv6 (t.ex. företaget använder adressöversättning eller företaget har tillräckligt med IPv4-adresser)*
- *Annat*

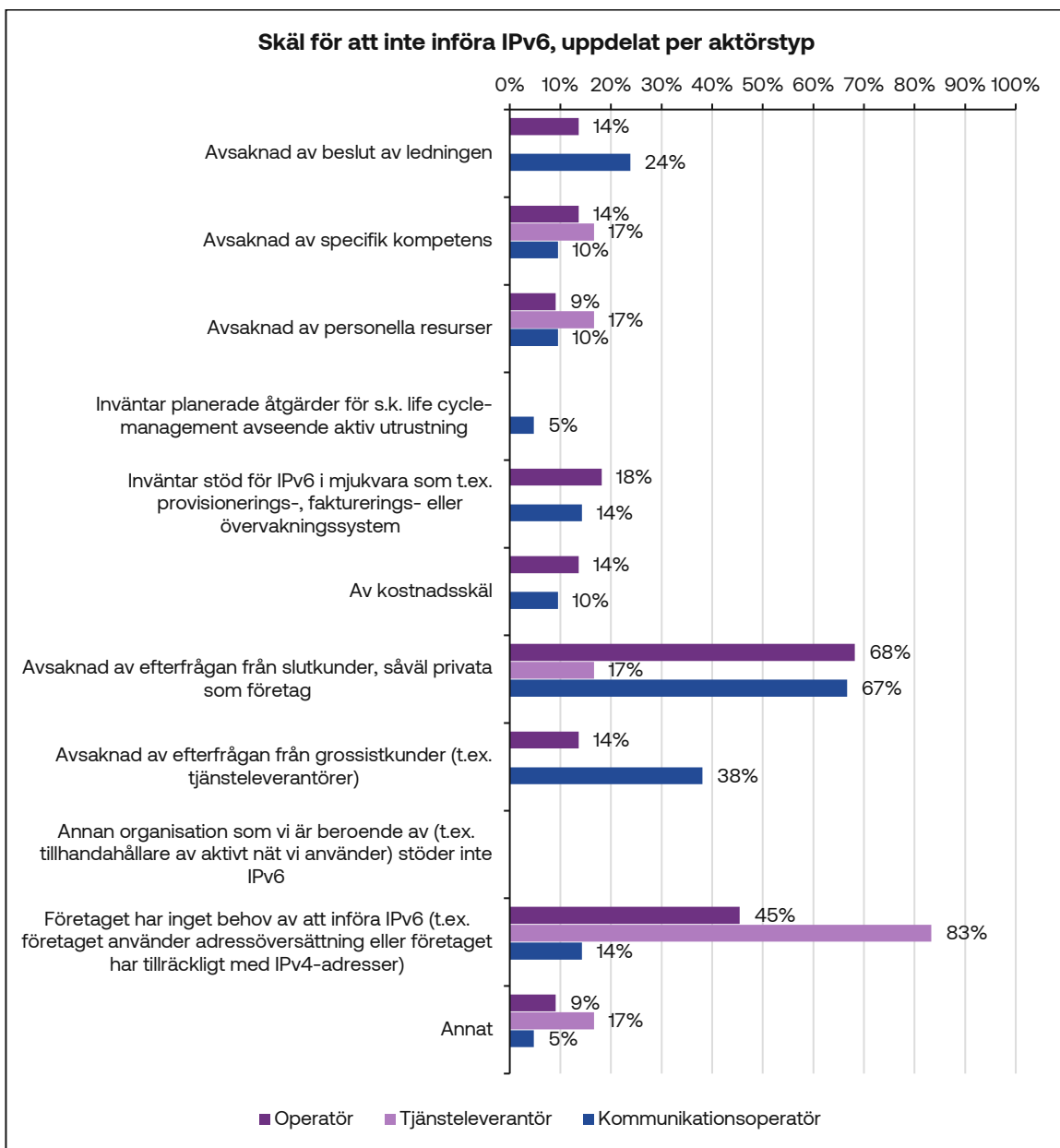
Den nionde frågan avser att ta reda på av vilka anledningar som aktörerna, i förekommande fall, inte har fattat beslut om att införa IPv6. Det har varit möjligt att lämna flera svarsalternativ på denna fråga.

Svarsalternativ	Procent
Avsaknad av beslut av ledningen	16 %
Avsaknad av specifik kompetens	12 %
Avsaknad av personella resurser	10 %
Inväntar planerade åtgärder för s.k. life cycle-management avseende aktiv utrustning	2 %
Inväntar stöd för IPv6 i mjukvara som t.ex. provisionerings-, fakturerings- eller övervakningssystem	14 %
Av kostnadsskäl	10 %
Avsaknad av efterfrågan från slutkunder, såväl privata som företag	61 %
Avsaknad av efterfrågan från grossistkunder (t.ex. tjänsteleverantörer)	22 %
Annan organisation som vi är beroende av (t.ex. tillhandahållare av aktivt nät vi använder) stöder inte IPv6	0 %
Företaget har inget behov av att införa IPv6 (t.ex. företaget använder adressöversättning eller företaget har tillräckligt med IPv4-adresser)	37 %
Annat	8 %

Tabell 3 - Tabell som visar vilka skäl som ligger bakom att beslut om införande av IPv6 inte har fattats, flera svarsalternativ har kunnat anges.

Det är ett par svarsalternativ som angetts i högre grad än andra, vilket framgår av Tabell 3. Den främsta anledningen till att aktörerna inte har infört IPv6 är ”avsaknad av efterfrågan hos kunderna” och främst då slutkunder (61 procent), vilket kan jämföras med fråga 8 (se avsnitt 2.9) där det återigen framgår att efterfrågan hos slutkunderna är den främsta anledningen till att IPv6 har införts. Det näst vanligaste svarsalternativet är ”det inte finns något behov av att införa IPv6” (37 procent). Därefter har 16 procent angett ”avsaknad av beslut från ledningen”. 14 procent har angivit att man inväntar stöd för IPv6 i mjukvara, vilket är mer än en fördubbling och en ökning med 8 procentenheter jämfört med förra året. Därefter är det relativt jämt

fördelat mellan avsaknad av specifik kompetens (12 procent), vilket är en fördubbling jämfört med förra året, och 10 procent vardera för avsaknad av personella resurser respektive kostnadsskäl. Det är noterbart att ingen har angett att man är ”beroende av annan organisation som inte stöder IPv6”.



Figur 14 - Diagram som visar skälen för att inte införa IPv6 per aktörstyp, flera svarsalternativ har kunnat anges.

Av Figur 14 framgår att tjänsteleverantörerna anger som främsta skäl (83 procent) till att de inte fattat beslut om IPv6 att ”de har inget behov av att införa IPv6” (t.ex. används adressöversättning eller man har tillräckligt med IPv4-adresser). Skälet att

det saknas behov sticker ut hos tjänsteleverantörerna; då övriga alternativ angetts av som mest 17 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, och det gäller främst efterfrågan från slutkunder (67 procent) framför efterfrågan från grossistkunder (38 procent). "Avsaknad av beslut av ledningen" (24 procent) 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, och då främst "efterfrågan från slutkunder" där mer än två tredjedelar (68 procent) har uppgett detta. Att "behov saknas" är även för operatörerna en vanlig anledning till att beslut om införande inte har fattats, 45 procent har angett detta alternativ.

PTS kommentar:

Noterbart är att både operatörer och tjänsteleverantörer i hög utsträckning anger att "behov saknas", medan kommunikationsoperatörer inte anger det i lika hög grad.

En ytterligare reflektion är att det, förutom hos kommunikationsoperatörerna, är låga, eller inga, angivna siffror för "Avsaknad av beslut hos ledningen". Det kan, å ena sidan, framstå som rimligt i ljuset av bristande kundefterfrågan. Å andra sidan går det också att se på IPv6-införandet som en strategisk fråga och/eller en infrastrukturfråga, där aktörerna bör driva på utvecklingen, och för det krävs tydliga beslut.

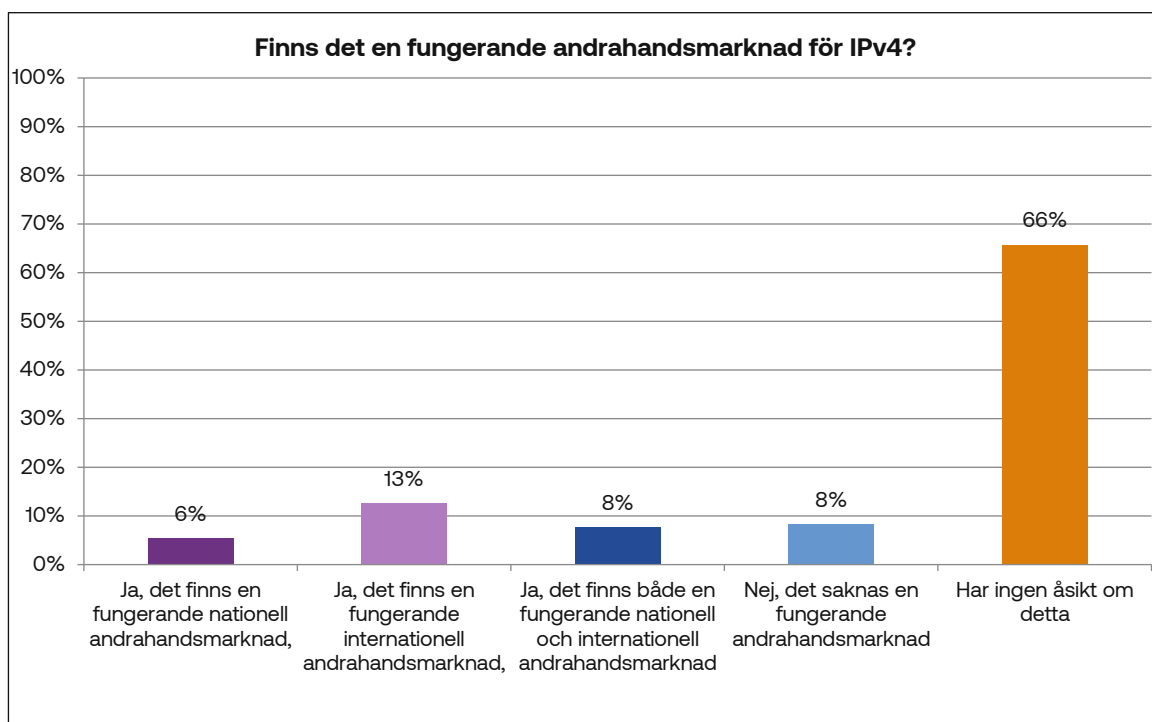
Som nämnts ovan framstår det vidare som anmärkningsvärt att ingen har angett att man är beroende av annan organisation för att införa IPv6, då det tidigare år förekommit kommentarer om att till exempel stadsnät ligger efter, eller att det finns för lite innehåll på IPv6. En möjlig tolkning kan vara att varje enskild aktör anser att de själva kan förbereda sig och införa stöd för IPv6 i sin hårdvara/mjukvara. Men att det för leverans av IPv6 hela vägen till slutkund finns beroenden av andra aktörer.

2.11 Fråga 10 - Finns det en fungerande andrahandsmarknad för IPv4?

Bedömer ni att det finns en fungerande andrahandsmarknad för IPv4?

- *Ja, det finns en fungerande nationell andrahandsmarknad,*
- *Ja, det finns en fungerande internationell andrahandsmarknad,*
- *Ja, det finns både en fungerande nationell och internationell andrahandsmarknad*
- *Nej, det saknas en fungerande andrahandsmarknad*
- *Har ingen åsikt om detta*

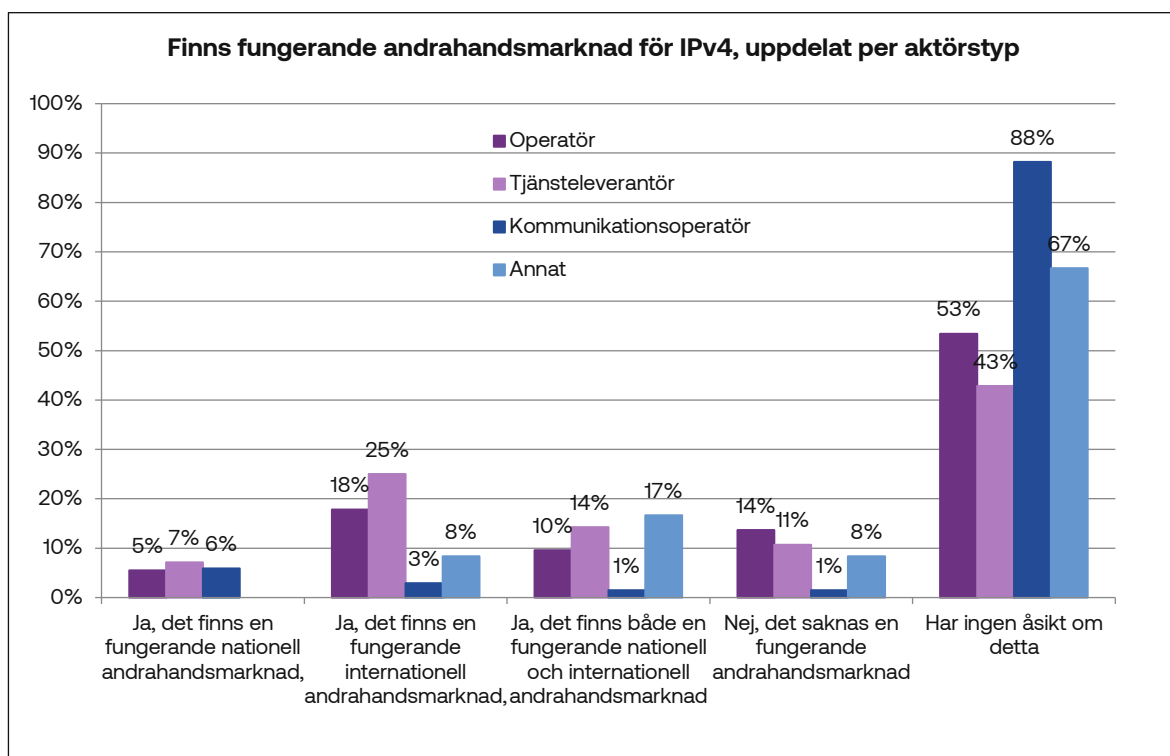
Fråga 10 är ny för 2021 och har till syfte att undersöka om aktörerna bedömer att det finns en fungerande andrahandsmarknad för IPv4 eller inte, nationellt eller internationellt.



Figur 15 - Diagram som visar om aktörerna tycker att det finns en fungerande andrahandsmarknad för IPv4 eller inte.

De allra flesta, två tredjedelar, har svarat att de inte har någon åsikt om detta. Sammantaget har dock drygt en fjärdedel (27 procent) svarat att det finns en

fungerande nationell och/eller internationell andrahandsmarknad. 8 procent har angett att det inte finns en fungerande andrahandsmarknad.



Figur 16 - Diagram som, uppdelat per aktörstyp, visar om aktörerna tycker att det finns en fungerande andrahandsmarknad för IPv4 eller inte.

2.12 Fråga 11 - Vidtagna åtgärder det senaste året

Redogör för era eventuella genomförda åtgärder som har haft betydande påverkan på IPv6-tillhandahållandet sedan ifjol, dvs. hösten 2020. Om ni inte tillhandahåller ip-adresser kan det avse exv. byte/uppgradering av er aktiva utrustning.

I den första av fyra avslutande öppna 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 2020, det vill säga det senaste året. 110 aktörer har svarat på denna fråga (cirka 25 färre än föregående år).

De flesta svaren kan, precis som föregående år kategoriseras i de följande kategorierna

- *Inga åtgärder har vidtagits*; De flesta av de som har svarat har angett att de inte vidtagit några åtgärder det senaste året.
- *Byte av utrustning m.m.*; flera har svarat att de har bytt till utrustning eller mjukvara som har stöd för IPv6, eller att de allt eftersom byter till sådan utrustning. 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 också uppgett att de redan är klara och väntar på andra aktörer. Några har angett att de kommit så långt att tester/pilotprojekt pågår.

2.13 Fråga 12 - Hinder mot ett införande av IPv6

Vilka eventuella hinder (t.ex. slutkundsutrustning) ser ni mot att införa IPv6?

I den andra öppna frågan har svaranden getts möjlighet att uppge vilka eventuella hinder som de ser mot ett införande av IPv6. 118 aktörer har svarat på denna fråga. Flera samstämmiga svar har lämnats och dessa kan delas in i ett antal olika kategorier. Svaren redovisas nedan utifrån dessa kategorier, och i fallande ordning, det vill säga vanligast förekommande svar kommer först. PTS kan notera att de hinder som har angetts i årets kartläggning i hög grad överensstämmer med de hinder som angetts i både 2019 och 2020 års kartläggning.

It-utrustning stödjer inte IPv6

Den vanligaste kategorin av svar på frågan om hinder för IPv6 hänför sig till att IT-utrustning saknar stöd för IPv6. Framförallt gäller det slutkundsutrustning, men också i vissa fall hårdvara och/eller mjukvara i näten. Några har förtydligat att IPv6 av denna anledning kan ställa till problem framför allt på privatkundsmarknaden, där många slutkunder har gammal eller ”billig” utrustning och att de sällan byter. Någon nämner också att det förutom routrar också kan handla om till exempel IoT-produkter eller TV-apparater.

Egentligen finns inga tekniska hinder mot ett införande av IPv6

Det näst vanligaste typen av svar går ut på att det egentligen inte finns några tekniska hinder mot ett införande av IPv6. Några kommenterar dock att det förutsätter kravställning redan i upphandlingsstadiet, eller att det är en fråga om tid då det tar tid att ändra i hela nätet eller att man väntar på efterfrågan från tjänsteleverantörer

Bristande efterfrågan

Ett antal aktörer har uppgett att det inte finns någon efterfrågan på IPv6 på olika nivåer i värdekedjan, det vill säga varken hos slutkunder (privat- och företagskunder) eller grossistkunder (tjänsteleverantörer).

Bristande innehåll och bristande stöd i appar och program

Samma antal aktörer som uppgett bristande efterfrågan har 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 och stora delar av internet är fortfarande baserat på IPv4, samt att vissa appar och program saknar stöd för IPv6.

Kostnader

Ett mindre antal aktörer har angett kostnader som ett hinder för införande av IPv6. Det framstår som att det som avses framförallt är kostnader för resurser i form av tid/personalresurser och 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.

Tröghet i införandet av IPv6 hos stadsnät/kommunikationsoperatörer

Ett mindre antal aktörer har slutligen angett att införandet går sakta på grund av att det finns en tröghet hos framförallt stadsnät/kommunikationsoperatörer. För att IPv6

ska kunna tillhandahållas hela vägen till slutkund krävs att samtliga aktörstyper i värdekedjan inför IPv6. Precis som nämnts ovan under "bristande efterfrågan" så förekommer även det omvända; att kommunikationsoperatörer/stadsnät väntar på tjänsteleverantörer.

2.14 Fråga 13 - Vilka åtgärder behöver vidtas för att öka införandet av IPv6?

Vad skulle få fart på IPv6-införandet i er verksamhet och/eller på marknaden t.ex. ökad efterfrågan från privat- och företagskunder, regulatoriska krav på tillhandahållande av IPv6, aktiva främjandeinsatser från statens sida, informations- och utbildningsinsatser om IPv6, ökad europeisk och/eller internationell samordning, annat?

I den tredje öppna frågan har svarandena getts möjlighet att uppge vad som skulle få fart på införandet av IPv6 i deras egen verksamhet och/eller på marknaden i övrigt. 136 aktörer har svarat på denna fråga. Flera samstämmiga svar har lämnats och dessa kan delas in i ett antal olika kategorier. Svaren redovisas nedan utifrån dessa kategorier, och i fallande ordning, det vill säga vanligast förekommande svar kommer först.

Efterfrågan från kunder

Med tydlig marginal har de flesta som svarat på frågan angett att efterfrågan måste öka, framförallt från slutkunder, men ett antal svarande har också nämnt att tjänsteleverantörer, i sin roll som grossistkund, ska ställa det som krav och börja leverera IPv6 för sina tjänster.

Regulatoriska krav

Näst vanligaste svaret har rört olika typer av regulatoriska krav på att införa och tillhandahålla IPv6. Det nämns till exempel krav på kommunikationsoperatörer och nätägare att möjliggöra för tjänsteleverantörer att använda IPv6 hela vägen till slutkund. Men också om krav på tjänsteleverantörer att tillhandahålla en IPv6-adress om man tillhandahåller en IPv4-adress. Det framförs vidare förslag om regulatoriska krav på tillgängliggörande av tjänster via IPv6 hos offentlig sektor eller andra viktiga innehållsleverantörer, och också ett "slutdatum" för IPv4. Några har också påpekat att regulatoriska krav inte behövs utan att marknaden bör styra.

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.

Innehåll och tjänster som tillhandahålls via IPv6

Några har svarat att det behövs att fler, eller i princip alla tjänster på internet, som webbplatser, spel eller streaming tillhandahålls över IPv6. Det framförs också att marknaden kan kräva IPv6 genom tjänster som kräver IPv6.

Övrigt

Några har nämnt att införandet av IPv6 kommer ta fart när IPv4-adresserna tar slut hos aktörerna eller blir dyrare. Ökad samordning har också nämnts.

2.15 Fråga 14 - Vad återstår för att kunna tillhandahålla IPv6?

Vad återstår för er för att kunna tillhandahålla IPv6? (t.ex. driftsätta IPv6 i utrustning, tjänster och övervakning (t.ex. DHCPv6, CPE:er, provisioneringssystem), anpassa avtal och erbjudanden till kunder, tillgängliggöra standardiserade produkter/tjänster över IPv6, upprätta en IPv6-adresstruktur, inköp av ny mjukvara och eller hårdvara, utbildning av vår personal)

Den sista av de avslutande frågorna är en ny fråga. Svarandena har getts möjlighet att svara på frågan om vad som återstår för deras egen del för att kunna tillhandahålla IPv6. Det är 134 aktörer som har lämnat svar på frågan.

Det är en stor spännvidd på svaren på den sista frågan, vilket inte är förvånande, då vissa aktörer redan levererar internetaccess med IPv6, och andra ännu inte börjat arbetet med att införa stöd för IPv6.

Det är många av de svarande som angett att de för egen del är klara, men att de antingen saknar efterfrågan från kunder, väntar på kommunikationsoperatörer eller tjänsteleverantörer eller att kundutrustningen begränsar möjligheterna att leverera IPv6.

I princip lika många uppger att det som återstår, i varierande grad, är konfigurering av utrustning, driftsättning av IPv6 i provisioneringssystem och/eller utbildning av personal. Ytterligare några uppger att det som återstår är att driftsätta IPv6, det framgår dock inte huruvida de redan konfigurerat och testat.

Det är också en viss andel av de svarande som angett att det som återstår är att tillgängliggöra standardiserade produkter och tjänster över IPv6, eller att anpassa system för privatkunder.

Slutligen finns det aktörer som i olika utsträckning har kvar att köpa in hårdvara, men för dessa aktörer torde det också återstå både konfigurering och testning av den utrustning som köps in. Det finns också ett mindre antal aktörer som uttryckligen uppgett att de i princip har nästan allt kvar att göra.

3. Avslutande ord

Det kan återigen konstateras att det på det stora hela inte har skett några större förändringar sedan 2020 års kartläggning. För respektive aktörstyp har det dock skett en del förändringar inom vissa områden. Andelen aktörer som uppgett att de infört stöd för IPv6 har ökat, men det har i det stora hela inte påverkat andelen slutkunder som använder internetaccess med IPv6.

PTS avser att fortsätta följa utvecklingen av införandet och tillhandahållandet av IPv6 och genomföra ytterligare en uppföljande kartläggning under hösten 2022, vars resultat kommer att publiceras under våren 2023.