



SAMMANFATTNING

Det ursprungliga internet var ett IP-nätverk på "best effort"-nivå och tjänsten var väl trevlig att ha men knappast avgörande. Idag är internet en nödvändig tjänst för företag och konsument. Men trafiken är fortfarande på "best-effort"-nivå. När 5G-nätverken och deras tjänster växer fram, blir Quality of Experience (QoE) och Quality of Service (QoS) viktiga komponenter i IP-nätverken. Hur kan tjänsteleverantörerna bygga nästa generations IP-nätverk som kan bära växande trafik, en mångfald av enheter och tjänster, och tillhandahålla hög tillgänglighet med garanterad QoS, samtidigt som Capital Expenses (CAPEX) och Operational Expenses (OPEX) minskas så att affärsmodellerna blir lönsamma? Nästa generations IP-nätverk behöver:

- Programvarukontroll och automatisering
- Analys och intelligens
- Programmerbar infrastruktur

Cienas Adaptive IP är ett bra exempel på nästa generations nätverksarkitektur. Den tillhandahåller QoS för både befintliga och nya tjänster, samtidigt som den implementerar traffic engineering för att optimera nätverkens topologier och minimera kapacitetskraven. Adaptive IP tillhandahåller också den automatisering som krävs för att minska nätverks-OPEX inom:

- Styrning och planering
- Tjänsteuppfyllelse
- Tjänstesäkring

Genom att optimera traffic engineering för nätverket, implementera strikt QoS och automatisera nätverkets drift på ett intelligent sätt, ger Adaptive IP ett nästa generations-nätverk för de nya tjänsterna, samtidigt som det minskar den totala ägarkostnaden för nätverket (TCO). ACG har konstruerat en TCO-modell som visar på en CAPEX-reduktion på 23 %, en minskning av OPEX på 32 % och en TCO-besparing på 26 %. Adaptive IP ger ett lätttröligt nätverk där man snabbt kan rulla ut nya tjänster och dessa kommer att öka intäkterna och konkurrenskraften för tjänsteleverantören. Med Adaptive IP kan tjänsteleverantörerna bygga nästa generations nätverk, från access till metro, samtidigt som de reducerar TCO och ökar service velocity och intäkter.

Rapportens huvudpunkter

- Nästa generations IP-nätverk behöver vara skalbara i hög grad, stödja strikt QoS och ha hög tillgänglighet
- Adaptive IP-lösningen tillhandahåller automatisering och optimering som tillgodoser kraven från nästa generations IP-nätverk samtidigt som de minskar TCO
- Adaptive IP CAPEX-besparingar på upp till 23 %
- Adaptive IP OPEX-besparingar på upp till 32 %
- Adaptive IP TCO-besparingar på upp till 26 %

INNEHÅLL

Kraven på de nya IP-nätverken	3
Utmaningar med äldre IP-nätverk	3
Adaptive IP	4
TCO – modell och antaganden.....	6
TCO – resultat	8
Service velocity och nya intäkter	10
Slutsats.....	11

KRAVEN PÅ DE NYA IP-NÄTVERKEN

Efterfrågan och kraven på skalbarhet och prestanda i IP-nätverken, från access till metro, växer i hög takt. Dessa krav drivs i första hand på av tre betydande branschtrender:

- Det stora antalet enheter, att det finns så många olika enheter, den växande trafiken och stringenta prestandakrav för nya tjänster och applikationer
- Det växande antalet Virtual Radio Access Networks (vRAN) och Open RAN:s (O-RAN) samt 5G-förtätning
- Framväxten av Edge Computing

IP-trafiken och nätverkens kapacitet fortsätter att växa snabbt och kommer att accelerera när 5G-tjänster rullas ut. Bredden av och antalet IP-enheter ökar också snabbt. Denna bredd inkluderar smartphones, tv-apparater, IoT-enheter, AR/VR-headsets, robotar, drönare och uppkopplade fordon. De nya enheterna associeras också med nya tjänster, som har många olika prestandakrav. Vissa applikationer kräver extremt låg latens (som uppkopplade bilar) och andra kräver konstant hög bandbredd (som AR/VR) och så finns det applikationer som nöjer sig med "best-effort". Detta leder till att vikten av QoS, QoE och kundernas servicenivåavtal kommer att fortsätta att öka. Internettjänster på "best-effort"-nivå är ett minne blott.

Virtual RAN, Open RAN och 5G-förtätning står för ett avgörande skifte inom nätverksarkitektur. I vRAN- och O-RAN-nätverk kan basbandsenheten vara både centraliserad eller distribuerad, vilket driver på kraven på fronthaul, midhaul och backhaul. Vid sidan av vRAN och O-RAN behövs också en 5G-förtätning, det vill säga fler basstationer. Denna förtätning, i kombination med kraven på fronthaul, midhaul och backhaul som kommer med 5G-utbyggnaden, skapar en ny och utmanande kravlista för IP-nätverken.

Edge Computing blir allt viktigare och driver också på kraven på IP-nätverken. Nätverksoperatörer och företag har börjat bygga Edge Computing-noder för att:

- Reducera nätverkslatens så att applikationernas prestanda ökar
- Reducera trafiklasten i aggregerings- och corenätverken
- Öka säkerheten

Mer Edge Computing ger förändrade trafikmönster i nätverken. I de gamla nätverken skickades i stort sett all nätverkstrafik till regionala datacenter, där trafiken bearbetades av bredbandsgateways eller mobilpaketnoder. När Edge Computing och arkitekturer där användarplanet separerades växte fram, blev trafikmönstren allt svårare att förutspå. Viss trafik har Edge-noder som slutstation, medan annan skickas djupare in i nätverket. De oförutsägbara trafikmönstren vänder upp och ned på de befintliga planeringsreglerna och späder på kraven för traffic engineering i realtid, så väl som för modernare routingteknik, exempelvis segment routing.

UTMANINGAR MED ÄLDRE IP-NÄTVERK

Äldre IP-nätverk designades för Internet-trafik på "best-effort"-nivå. Även om traffic engineering och QoS länge har funnits i routrar, har dessa tekniker inte implementerats på bred basis, eftersom det inte funnits någon direkt efterfrågan från applikationerna och tjänsterna. I takt med att 5G-tjänster rullas ut, kommer QoS, QoE och servicenivåavtal successivt att bli avgörande för framgångsrik design och drift av IP-nätverk. Som en följd av detta behöver man konstruera om hur nätverken är utformade och hur de drivs.

Det är rejält utmanande att sköta nätverk med oförutsägbara trafikmönster, som kräver ständiga justeringar av planeringsreglerna med hjälp av gamla IP kommandotolkar (CLI) och skript. Dessa verktyg var aldrig avsedda för traffic engineering i realtid. Kommandotolkar och skript är svåra att implementera och det blir lätt fel, vilket förstås kan leda till avbrott om allt inte konfigurerats korrekt. Därför behövs uppenbart en ny lösning för nästa generations IP-nätverk.

ADAPTIVE IP

Adaptive IP är utformat för att uppfylla kraven och utmaningarna från både befintliga och kommande nätverk, såsom 5G. Denna lösning ger den skalbarhet och tillgänglighet som krävs, jämte strikt QoS, samtidigt som nätverkets CAPEX och OPEX reduceras. Adaptive IP kombinerar disaggregerad, programmerbar infrastruktur med analys och intelligens, och programvarukontroll och automatisering, för att optimera transporten och automatisera nätverkets utformning och drift, som i Bild 1.

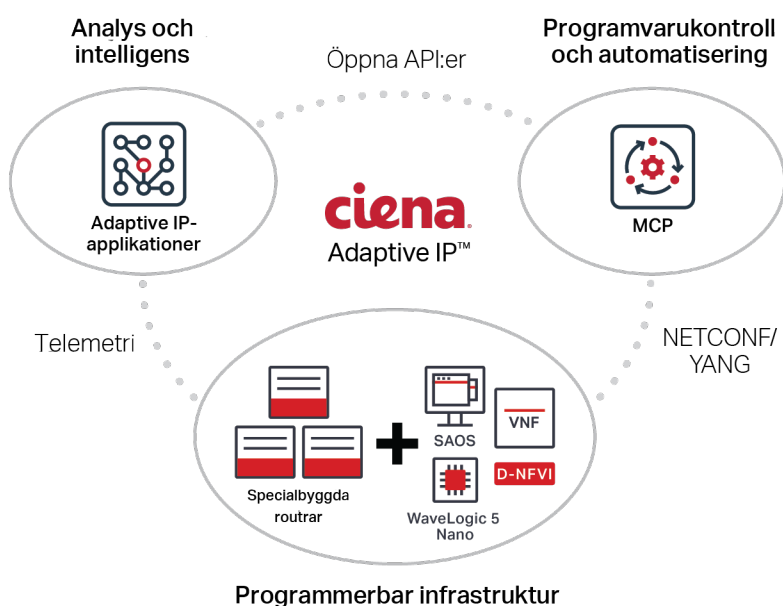


Bild 1. Cienas Adaptive IP

Adaptive IP hanterar många av utmaningarna i 5G-nätverken och några av huvudfunktionerna är:

- **Automatisering:** Minskar konfigureringsfelen, förbättrar fellösningen och ökar service velocity så att intäkterna kommer snabbare
- **Segment Routing och avancerad QoS:** Genom separering av kontrollplanet och dataplanet möjliggörs bättre traffic engineering, länkoptimering och QoS, och allt detta är nödvändigt för att kunna leverera den nya generationens IP-tjänster
- **Analys och intelligens:** Förbättrar nätverkets tillgänglighet, förbättrar utnyttjandet av det som redan finns på plats och minskar kostnaderna för att sköta och driva nätverket

Adaptive IP tillhandahåller QoE, QoS och SLA i IP-nätverk genom en kombination av hård och mjuk skivning:

- Mjuk skivning bygger på programvarudefinierade nätverk, segment routing och avancerade kömekanismer för QoS, för att tillhandahålla virtuella länkar med QoS
- Hård skivning tillhandahålls av FlexEthernet, en teknik som använder TDM-kanaler för specifik paketbaserad trafik som ger högre QoS-nivåer och lägre latens för vissa applikationer och tjänster

Dessa tekniker är mycket viktiga för latenskänsliga applikationer, såsom drönare, robotar och uppkopplade fordon, och alla dessa kommer att bli allt vanligare när 5G-nätverken rullas ut.

Adaptive IP:s applikationsprogramvara använder traffic engineering för att optimera användningen av nätverket, samtidigt som strikt QoS och servicenivåavtal upprätthålls. Data som strömmas i realtid används med en begränsningsbaserad Path Computation Engine, segment routing och avancerad QoS för att optimera trafiklasten på nätverket, samtidigt som QoS upprätthålls för kritiska applikationer. Detta resulterar i en länkoptimering som låter länkar ha högre utnyttjandegrad, samtidigt som krav på latens och jitter tillgodoses för specifika applikationer. Länkoptimering reducerar antalet transportkopplingar, hur mycket optik som behövs och den routerkapacitet som krävs, vilket i sin tur minskar både CAPEX och OPEX, samtidigt som QoS ökar. Adaptive IP använder sig av intelligent closed loop-automatisering. Den utgår från strömmande realtidsdata för att ständigt optimera och reparera trafiken, och eliminera outnyttjad kapacitet. Detta leder till optimal avkastning på ny och befintlig utrustning.

Automatisering, analys och intelligens i Adaptive IP ger betydande OPEX-fördelar, men ökar även nätverkets prestanda, pålitlighet och tillgänglighet. Det finns specifika OPEX-fördelar som rör styrning och planering, tjänsteuppfyllelse och tjänstesäkring (Tabell 1).

	PMO	Adaptive IP	Fördel
Styrning och planering	<p>Svårt att simulera nätverk och genomföra what if-analys.</p> <p>Manuella insatser utgår från inaktuell och felaktig information om nätverksplanering.</p>	<p>Realtidsdata används för nätverkssimulering och optimering.</p> <p>What if-analys för nätverksplanering.</p> <p>Intelligent closed-loop traffic engineering och länkoptimering.</p> <p>Nätverkstillgänglighet och överlevnadsanalys.</p>	Upp till 70 % OPEX-besparing,
Tjänsteuppfyllelse	Nätverkskonfigureringar och -anslutningar görs manuellt, är komplexa och det blir lätt fel; här krävs CLI, skript och omfattande tester.	Automatisering av nätverksdistribution och konfigurering. Alla planer implementeras intelligent och automatiskt.	Upp till 35 % OPEX-besparing,

	<p>Detta kräver hög teknisk kompetens.</p>	<p>Varken skript eller manuellt arbete behövs.</p> <p>Användarvänligt gränssnitt.</p> <p>Lägre teknisk kompetens.</p>	
Tjänstesäkring	<p>Svårt att isolera komplexa routingproblem.</p> <p>Omöjligt att förebygga problem med nätverket innan de inträffar.</p> <p>Ingen visibilitet när det gäller kunder, tjänster eller applikationer.</p> <p>Övervakning och felsökning av VPN innebär en stor utmaning.</p> <p>Svårt att arbeta med problem som rör olika leverantörer och det går inte att analysera felets ursprung.</p>	<p>Realtidsvisibilitet över routinghändelser och trafikflöden i hela nätverket.</p> <p>Specialanpassade aviseringar och varningar.</p> <p>Digital videoinspelning, såsom repris och forensisk analys.</p> <p>Automatisering av feldiagnos och reparation.</p> <p>Förebyggande insatser för att åtgärda problem innan de uppstår.</p>	Upp till 70 % OPEX-besparing,

Tabell 1. Fördelar med styrning och planering, tjänsteuppfyllelse och tjänstesäkring

Förutom att minska nätverkets TCO, gör även Adaptive IP att det går snabbare att få inkomster från nya tjänster. Datadriven nätverksintelligens och automatisering minskar tiden det tar att få nya nätverkstjänster på plats från månader till veckor, eller till och med dagar. Genom att öka service velocity kan tjänsteleverantörerna generera intäkter snabbare och skapa fast-fail-förmåga för tjänster som inte är framgångsrika. Allt detta ökar de totala intäkterna och gör tjänsteleverantörerna mer konkurrenskraftiga.

TCO – MODELL OCH ANTAGANDEN

ACG Research utvecklade en Business Analytics Engine (BAE) för TCO¹, en nästa generations ekonomisimuleringsplattform för virtualisering av nätverk, datacenter, moln och nätverksfunktioner. Vi använder den för att jämföra ett nätverk med Adaptive IP med ett nätverk utan Adaptive IP. Modellen i detta nätverk utgår från en stor tjänsteleverantörs nätverk. BAE-modellen kan också användas för specifika tjänstenätverk. I Bild 2 visas en översikt över TCO-modellen med Adaptive IP.

¹ <https://www.acgcc.com/p/bae-software/>

Ingångsantaganden

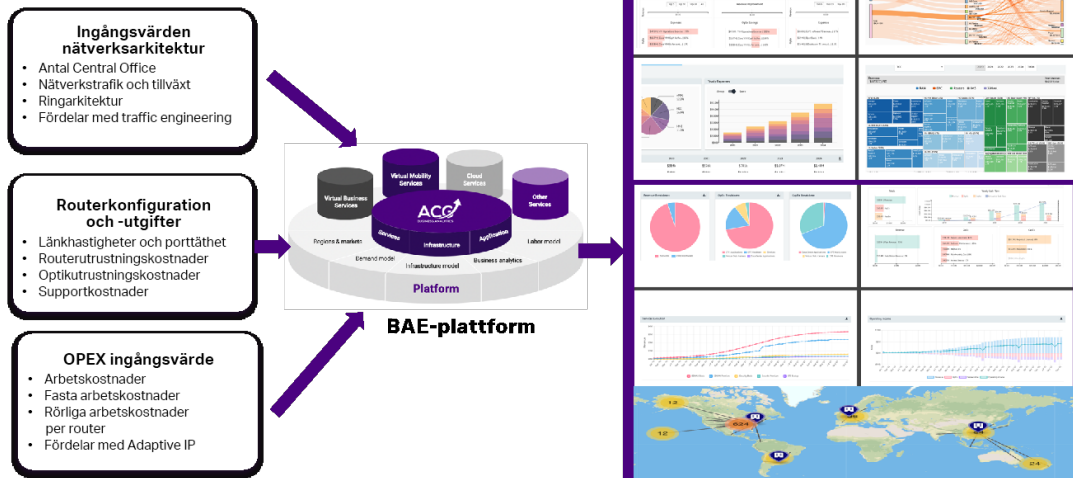


Bild 2. TCO-modell Adaptive IP

Det finns tre sorters ingångsvärden i denna modell:

- Ingångsvärden för nätverksarkitektur och trafik
- Routerkonfigurationsutgifter
- OPEX-ingångsvärde

BAE-plattformen använder ingångsantaganden i alla dessa tre kategorier och kör en femårssimulering av hur CAPEX och OPEX växer. I modellen jämförs två scenarier:

1. En lösning där nätverket utvecklas med Adaptive IP
2. En expansion av nätverket, där man bygger vidare på den gamla lösningen

Dessa två scenarier visas i Bild 3. I scenariot med det gamla nätverket, utgår vi från att routrarna styrs och hanteras med hjälp av vanliga CLI och skript, med begränsad automatisering och ingen traffic engineering. I scenariot med Adaptive IP används routrar från Ciena, kombinerat med Adaptive IP-applikationer och MCP-programvara för att automatisera nätverket och implementera traffic engineering.

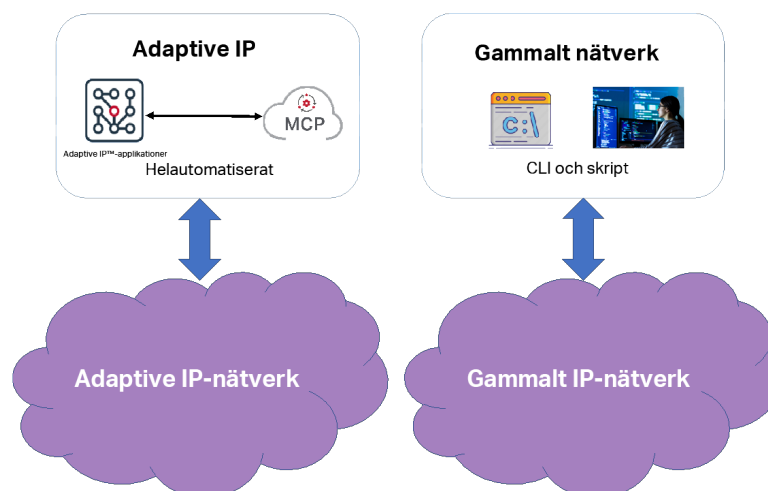


Bild 3. Konfigurering av Ciena IP-nätverk

för basscenariot utan Adaptive IP och jämförelsescenariot med Adaptive IP. Sektionen i mitten av uppställningen visar totala besparingar.

Utgiftstyp	Besparingar med Adaptive IP
CAPEX	23 %
OPEX	32 %
TCO	26 %

Tabell 4. Adaptive IP CAPEX, OPEX och TCO-besparingar över fem år

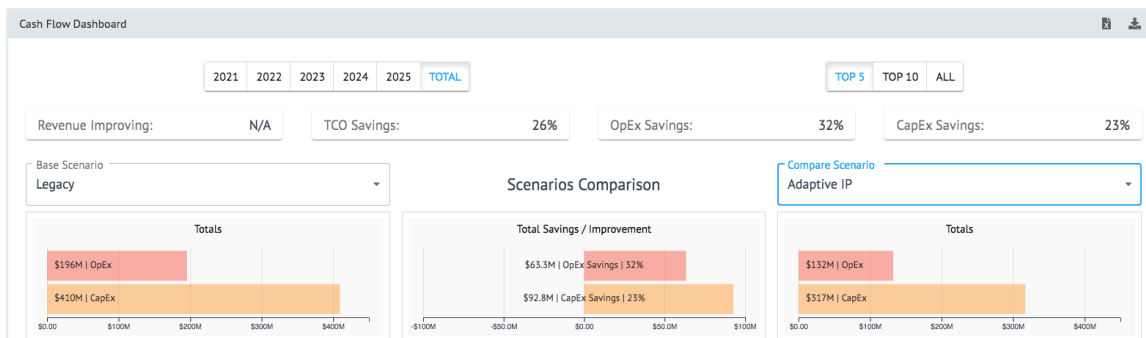


Bild 5. Totalt OPEX och CAPEX för fem år, för basscenariot utan Adaptive IP

De viktigaste delarna av CAPEX- och OPEX-minskningarna visas i Bild 6 och Bild 7. Bild 6 visar totalt CAPEX över fem år uppdelat på områden i basscenariot utan Adaptive IP (vänster), jämförelsescenariot med Adaptive IP (höger) och de viktigaste besparingsområdena (mitten).

Där CAPEX minskat beror det främst på avancerad traffic engineering och länkoptimering. När trafikkluster optimeras samtidigt som QoS för kritiska applikationer upprätthålls, kan länkar användas optimalt, vilket minskar antalet routrar, länkar och optik som krävs i nätverket. Märk att de största besparingarna rör kostnaderna för router, gränssnitt samt inköp och installation av optisk utrustning. Kostnaden för att leverera denna minskning i CAPEX är kostnaden för Adaptive IP-lösningen.

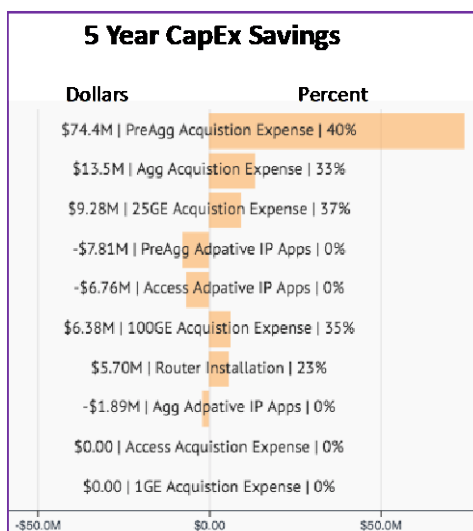


Bild 6. Totalt CAPEX för fem år i detalj, för basscenariot utan Adaptive IP

Bild 7 visar OPEX-besparingar i detalj. The viktigaste OPEX-minskningarna för preagg-router, leverantörssupport. Denna minskning av supportkostnader beror även på förbättrad traffic engineering och länkoptimering. Dessa minskar antalet routrar och gränssnitt, och därmed minskas också leverantörernas supportkostnader. Det minskade antalet routrar och gränssnitt gav också lägre kostnader för el, kylning och lokaler. Några av de andra viktigaste områdena när det gäller minskat OPEX är:

- Styrning och planering
- Tjänsteuppfyllelse
- Tjänstesäkring

Vad som ger dessa besparingar visas i Tabell 1.

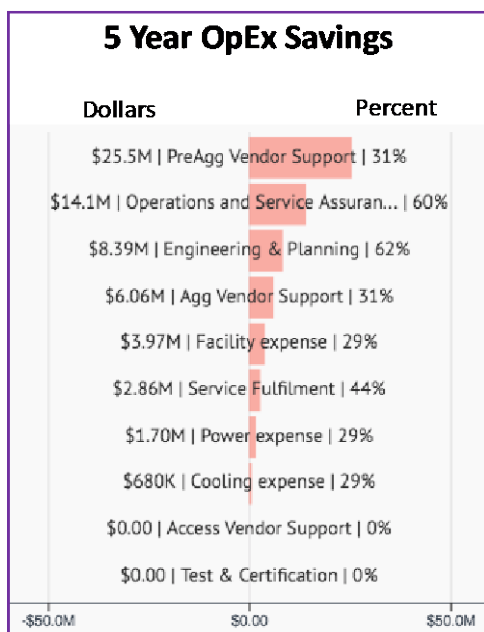


Bild 7. Minskad OPEX i detalj

SERVICE VELOCITY OCH NYA INTÄKTER

Även om det är centralt för tjänsteleverantörerna att minska CAPEX och OPEX, är det minst lika viktigt att öka nettoinkomsterna. Tjänsteleverantörerna behöver bli mer alerta och lansera nya tjänster snabbare. De måste också ha en färdig plan för hur de drar tillbaka tjänster som inte är framgångsrika. Så kallade hyperscalers har tagit denna modell till perfektion i molnet och när det gäller nätverk måste tjänsteleverantörerna replikera denna affärsmodell när de implementerar 5G-nätverk. Nya tjänster och intäktskällor väntar runt hörnet:

- 5G-tjänster
- Nästa generations affärstjänster
- Privata 5G-tjänster
- Edge-tjänster
- IoT-tjänster
- Cloud gaming
- Tjänster för uppkopplade fordon
- Tjänster för förstärkt verklighet and virtuell verklighet

För att tjänsteleverantörerna ska behålla sin konkurrenskraft gäller det att de är snabbbrörliga och snabbt får ut sina tjänster på marknaden. Vi väntar oss hård konkurrens på detta område, eftersom flera aktörer satsar på 5G och Edge Computing. Adaptive IP ger en automatiserad, lätttrörlig och flexibel nätverksmiljö som bäddar för effektiva tjänster och kortare tid till intäkter.

SLUTSATS

Internet fortsätter att växa i rasande takt, samtidigt som trafiken ökar, mängden olika enheter växer och tjänster med strikta QoS-krav får en central position. Här presenteras de viktigaste kraven på nästa generations IP-nätverk och vi förklarar hur Cienas Adaptive IP-lösning hanterar dessa krav samtidigt som nätverkets TCO minskar. Adaptive IP tillhandahåller analysdriven automatisering och traffic engineering så att tjänsteleverantörerna kan bygga pålitliga, nästa generations IP-nätverk, från access till metro, samtidigt som de minskar nätverkets TCO. ACG:s TCO-modell BAE visar att tjänsteleverantörerna kan minska nätverkets TCO med 26 % med hjälp av Adaptive IP, samtidigt som de får möjlighet att snabbt rulla ut nya tjänster och generera nya intäkter.

ACG Research undersöker ICT-innovationer och förändringarna de medför på djupet. Företaget undersöker utveckling på arkitektur- och produktområden inom en rad ICT-segment. Innovatörer, "early adopters" och deras lösningar lyfts fram i poddar, webbseminarier och en rad rapport- och presentationsformat. Företaget utför grundforskning om de krafter som formar segmenten och genomför djupanalyser av ekonomi och affärsplaner. ACG:s förutsägelser, framtidsbilder och rapporter över marknadsandelar används flitigt av aktörer i de berörda segmenten. Copyright © 2021 ACG Research.