

**.se**

# Hälsoläget i .se 2011

– nätneutralitet



## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Introduktion.....</b>	<b>4</b>
1.1	Syfte med rapporten .....	4
1.2	Avgränsningar.....	4
<b>2</b>	<b>Sammanfattning .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Om "nätneutralitet" .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Affärsmodeller för att sälja anslutning till Internet .....</b>	<b>7</b>
4.1	Utvecklingen under de första åren .....	7
4.2	Bredband .....	7
4.3	Mobilt bredband .....	8
4.4	Tjänster som bygger på begränsningar .....	8
<b>5</b>	<b>Varför vill Internetoperatörer begränsa trafik?.....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Vad är trafikstyrning? .....</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>Att mäta om trafik påverkas.....</b>	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>Det internationella perspektivet .....</b>	<b>15</b>
8.1	USA .....	15
8.2	EU.....	15
8.3	Sverige .....	15
8.4	Information om trafikstyrning .....	15
<b>9</b>	<b>Mätningar och resultat.....</b>	<b>17</b>
<b>10</b>	<b>Förbättringar och utökningar av testerna .....</b>	<b>18</b>
<b>11</b>	<b>Ord och definitioner .....</b>	<b>20</b>
11.1	Ord som har med "nätneutralitet" att göra .....	20
11.2	Ord som används för att beskriva kapacitet hos en förbindelse.....	21
<b>12</b>	<b>Mätresultat .....</b>	<b>23</b>
12.1	Redovisning av mätresultat per operatör och mätpunkt.....	23
12.2	ISP A .....	24
12.3	ISP B .....	26
12.4	ISP C .....	29
12.5	ISP D .....	32
12.6	ISP E .....	35

12.7	ISP F.....	38
12.8	ISP G.....	41
12.9	ISP H.....	44
12.10	ISP I.....	47
12.11	3G-operatör A.....	50
12.12	3G-operatörB.....	53
12.13	3G-operatör C.....	56
12.14	3G-operatör D.....	59

## Introduktion

Under 2011 har .SE genomfört mätningar av om Internetleverantörer påverkar trafik på olika sätt i Sverige inom ramen för ett projekt som går under namnet IP-mätningar. Rapporten redovisar bakgrund, analys och slutsatser från dessa mätningar.

## Syfte med rapporten

Syftet med denna rapport och de bakomliggande testerna är att ge en bild av om, och i så fall hur, trafiken på Internet i Sverige påverkas på sätt som kanske inte är helt kända eller accepterade av allmänheten. Bilden är inte komplett, den är bara tillräckligt omfattande för att avgöra om det finns behov av att göra utförligare studier och analyser.

Vidare är den bakgrund som rapporten försöker ge om området inte helt vetenskaplig. Den är relativt övergripande och syftar till att ge den som inte jobbat i branschen en insikt i den historik som finns, de möjligheter och utmaningar som Internetleverantörerna står inför med ett snabbt föränderligt Internet och hur dessa eventuellt har tagit sig uttryck i styrning av trafik på nätet och olika typer av affärsmodeller.

Slutligen är rapporten avsedd att vara ett medel för att driva på debatten inom området. Det är inte det mest tillgängliga ämnet, och till viss del är bransch och experter själva skyldiga till detta genom att inte ha en klar och tydlig terminologi. En av de svåraste saker som finns för utomstående att förhålla sig till är när samma ord används i olika betydelser eller när olika ord används för samma sak.

## Avgränsningar

Rapporten har inte som mål att beskriva öppenhet eller neutralitet i fysisk infrastruktur som inte är IP-baserad som till exempel fiberhyra, kanalisation, frekvensområden eller liknande. Detta är kanske mer en fråga som handlar om reglering av infrastruktur.

Rapporten gör inte heller anspråk på att behandla beskrivningar av varumärken eller tjänstenamn. Det har till och från pratats om att det behövs en reglering av vad som får kallas till exempel "Internet" och "Internetaccess". Detta är emellertid, oavsett hur angeläget det än är, inget som berörs i denna rapport.

Rapporten belyser inte heller "öppenhet", vi försöker inte ens beskriva vad folk tror sig mena med det.

## Sammanfattning

Att de svenska Internetoperatörerna, på såväl fasta anslutningar som mobila, vidtar åtgärder som påverkar trafiken ser vi som bekräftat av våra mätningar. Det är dock inte alltid så enkelt att räkna ut exakt vilka åtgärderna är. Det är lite som att försöka förstå vad som finns inne i en klocka utan att öppna boetten.

Vissa saker går att räkna ut medan andra nog förblir okända, i alla fall om inte PTS genom de verktyg som tilläggen i lagen om elektronisk kommunikation ger dem i form av bestämmelser om informationsplikt tvingar Internetoperatörerna att berätta vad som pågår.

Målet för projektet har INTE varit att skapa en perfekt plattform utan bara att titta närmare på vad som verkar hända genom begränsade stickprovskontroller. Nu när detta är genomfört kan vi dra ett antal slutsatser om vad man skulle kunna göra i nästa steg. Vad dessa steg skulle kunna vara redovisas i avsnitt 10, men automatiska mätningar med fler operatörer är ett par av de förbättringsmöjligheter vi ser.

## Om "nätneutralitet"

Under många år var Internet neutralt när det kom till de olika applikationer som använde det. Det grundläggande protokollet på Internet var TCP. Detta protokoll skapar förbindelser som skulle kunna liknas vid telefonsamtal mellan olika datorer på nätet. TCP har inbyggda mekanismer för att upptäcka om någon förbindelse blir överbelastad och i så fall begränsa hur det försöker sända data för att öka rättvisan.

I mitten av 1990-talet tog protokollet http för webbtrafik över dominansen på nätet från de klassiska protokollen telnet (terminalkommunikation), smtp (e-post) och ftp (filöverföringar). Http-protokollet svarade snart för en absolut majoritet av all trafik.

Snabbspolar vi genom historien så kom därefter olika protokoll för fildelning att ersätta http på tronen som största utnyttjare av kapacitet på Internet.

När Youtube drog igång sin verksamhet 2005 förändrades sakernas tillstånd igen. Om inte alla hade kört fildelning tidigare så verkade åtminstone detta bli den stora tjänsten för de breda massorna. Nu hade också den så kallade Internetbubblan brustit och Internetoperatörerna (Internet Service Providers, ISP:er) var inte längre intresserade att lägga in stora mängder pengar för att bygga ut sina nätverk. I stället började man snegla på hur Youtube faktiskt tjänade pengar – på de nät som ISP:erna bekostade, något som ISP:erna ofta byggt med en affärsplan som lovade vinst "någon gång i framtiden" när man blivit den största operatören av alla. Då tänkte man ta betalt för tilläggstjänster som man hade för avsikt att sälja till sin egen kundbas.

Men tack vare Youtube och andra liknande fenomen höll man alltså uppenbarligen på att bli blåst på konfekten!

I ett uppmärksammat utspel på hösten 2005 berättade SBC Communications Inc (AT&T) att de avsåg att debitera Youtube, Yahoo, MSN med flera för att de tillhandahöll tjänster som var beroende av SBC:s accessförbindelser och stamnät. Det verkar dock som om denna tanke aldrig gick att realisera.

Det kanske inte var början av debatten men det var nog då allmänheten först blev medveten om att den typen av tankar existerade. Debatten har sedan dess varit som mest högljudd i USA, men även inom EU har detta diskuterats inom ramen för det så kallade datakom-direktivet.

Då möjligheten att ta betalt av tjänsteleverantörerna verkade långsökt har ISP:er istället undersökt och till viss del valt att genomföra andra lösningar för att komma till rätta med det växande behovet av kapacitet (ofta felaktigt refererat till som "bandbredd") från användarna.

## Affärsmodeller för att sälja anslutning till Internet

En affärsmodell eller företagsmodell är en teoretisk beskrivning av hur ett företag är tänkt att fungera. Den omfattar olika delar som en intäktsmodell som beskriver hur intäkter kommer in, en produktionsmodell som beskriver hur varor och tjänster produceras, och en leveransmodell som beskriver hur varor eller tjänster kommer kunden tillgodo.

### Utvecklingen under de första åren

När anslutning till Internet började säljas i Sverige fanns det egentligen bara en tjänstedifferentiering som gick att göra, nämligen att erbjuda tjänster med olika kapacitet på förbindelsen. Det fanns ingen ekonomi i att bygga komplexa faktureringsystem på samma sätt som exempelvis teleoperatörerna med minutavgifter, startavgifter och olika kostnader för att kommunicera med olika länder (roaming).

För att väga produktionskostnad mot försäljningspris användes en väldigt enkel modell där kundernas genomsnittliga utnyttjande av kapaciteten användes som nyckeltal för att fördela kostnader mellan de olika kunderna.

En så förenklad bild på kostnaderna kom givetvis att leda till problem när det visade sig att vissa kunder använde långt mer än medelvärdet, snarare närmare maxvärdet, på sin förbindelse. Kunder var dessutom vana vid att när de vill köpa större volymer skulle detta leda till rabatt. I Internetfallet var det ju snarare tvärtom – en kund som ville köpa högre kapacitet var ju uppenbarligen en storförbrukare och enligt kalkylen mycket dyrare att producera och borde därför betala mer!

Trots detta har modellen ”satt sig” på marknaden och det är idag svårt att introducera modeller där till exempel kundens pris ökar med användandet, så kallad volymbaserad prissättning.

### Bredband

Begreppet *bredband* som har etablerat sig i folkmun innebär hög bandbredd, antingen mätt i Hertz eller i bit/s, och avsåg ursprungligen motsatsen till smalbandig modem- och ISDN-kommunikation förmedlad via det traditionella telefonnätets växlar. Begreppet bredband kom därmed tidigt att få ungefär samma betydelse som det äldre begreppet fast Internetaccess.

Bredband slog igenom på allvar i Sverige i slutet av 1990- och början av 2000-talet. Utbyggnaden av ADSL och Bredbandsbolagets satsningar på Ethernet var de första stegen och på detta följde utbyggnad av stadsnät och annan typ av infrastruktur.

Med dessa nya typer av access till kunden ökade kapaciteten flerfaldigt och därmed kom den etablerade affärsmodellen att bli extra problematisk. En av de tidiga spelarna hade höftat ett pris för den nya tjänsten på runt 200 kronor i månaden och det kom att bli en sorts marknadsnorm. Anslutningarna var billiga och snabba och hoppet var att medelutnyttjandet skulle vara så pass lågt att affärerna ändå gick ihop, i alla fall på sikt.

Ganska snart började ISP:er notera att det bland kunderna fanns enstaka så kallade storförbrukare som låg långt över medel när det gällde utnyttjandet av nätet. Dessa storförbrukare fyllde snabbt förbindelser och tvingade ISP:erna till kostsamma uppgraderingar så att inte andra kunder skulle bli lidande. Fildelningens era var här!

### Mobilt bredband

Under slutet av 2000-talet började också det så kallade mobila bredbandet erövra marknaden. Kommunikationen byggde till stor del på 3G-näten som började byggas ut runt år 2000. Här fanns förvisso tekniken och faktureringsystemen för att ta betalt per överförd mängd data men ingen leverantör hade hittills vågat ta steget fullt ut. Istället var mobiloperatörerna ute efter att stödja sina inte alltför framgångsrika affärer runt de nya 3G-näten. Videosamtal och MMS var inte nog för att få marknaden att lyfta.

Prissättningen för mobilt bredband gjordes under stark konkurrens och en vilja att ta marknadsandelar och inte med tanke på en långsiktigt hållbar affärsmodell. Dessutom hade näten byggts med investeringskalkyler som till stor del byggde på traditionellt telefonitänkande. Man skulle tjäna de stora pengarna på månadsavgifter, samtalsminuter och den nya guldgruvan SMS. Om man jämför priset för överförda data i en webbtjänst med hur mycket en minut telefoni (omräknat till mängden data den kräver) kostar blir resultatet lätt absurt. Här måste insikten ha kommit sent om att lågt prisade megabyte via bredbandsanslutningar kunde användas för att köra exempelvis Skype och andra telefonitjänster som i förlängningen riskerade att slå ut inkomsterna från samtalsminuter och krossa den befintliga affärsmodellen. Kommentarer från vissa svenska operatörer i pressen tyder på en viss desperation (<http://www.dn.se/ekonomi/gratis-mobilsamtal-kan-stoppas>).

För mobilt bredband, som generellt erbjuder lägre och inte fullt så tillförlitliga hastigheter, innebär däremot inte kunderna någon jättestor belastning på stamnätet – i alla fall inte jämfört med 20-100Mbit/s som vanliga bredbandskunder hade. Däremot finns en annan trång resurs i form av radionätet runt varje mast. Här kan man förenklat säga att för en viss mast finns en begränsad total kapacitet tillgänglig. För att överföra data krävs att en viss del av denna kapacitet utnyttjas. Alla kunder inom mastens räckvidd delar på den totala kapaciteten. Något som komplicerar saken än mer är att ju längre från masten som kunden befinner sig desto större del av denna kapacitet behövs för att överföra data i en viss hastighet. För operatörerna innebär det att en kund som sitter långt från masten och försöker överföra mycket data (till exempel med ett fildelningsprogram eller titta på video) kan lägga beslag på en stor del av den totala kapacitet som finns tillgänglig.

### Tjänster som bygger på begränsningar

På den konkurrensutsatta marknaden försöker leverantörerna också skapa produkter som skall passa olika marknadssegment. Ett segment är kunder som inte behöver använda Internet ofta eller speciellt mycket. Det kan handla om de som bara använder nätet för att göra bankärenden och hämta eller lämna information till myndigheter och möjligen skicka och ta emot e-post. Denna typ av kunder erbjuds numera produkter som innebär lägre pris på bekostnad av att de får en lägre uppkopplingshastighet och/eller en begränsning av mängden trafik de kan skicka och ta emot över en viss period.



## Varför vill Internetoperatörer begränsa trafik?

Det finns flera olika anledningar till att en ISP (här avses alla som levererar Internetförbindelser oavsett vad de kallas; bredband, Internet, mobilt bredband, surf, et cetera) vill begränsa en viss typ av trafik:

- En viss typ av trafik är dyr för en ISP – till exempel kapacitet till stora tillhandahållare av Internetförbindelser för samtrafik som ger åtkomst till hela Internet eller egna transatlantiska förbindelser.
- En viss resurs i nätet är begränsad, till exempel radiospektrum för 3/4G-tjänster.
- ISP:n vill skapa sämre förutsättningar för en konkurrerande tjänst än deras egen för att på så sätt tjäna mer pengar. Här kan det även handla om att kunden inte skall kunna använda en gratis Internetbaserad tjänst för till exempel IP-telefoni utan tvingas använda den avgiftsbelagda tjänsten från operatören.
- Operatören vill skydda nätet mot överbelastningsattacker som kan vara både avsiktliga och oavsiktliga.
- Operatören vill att kunder som använder relativt lite kapacitet inte skall köras över av storförbrukande kunder.

Det finns med andra ord många olika bakomliggande motiv till att begränsa trafik. Både ekonomisk vinning, att få nätet att leverera en tjänst som är lika för alla och att skydda mot skada.

Begränsningarna kan göras på olika delar av nätet och då påverka olika många kunder på olika sätt:

- Begränsa trafiken per kund, till exempel genom att sätta begränsningen på kundens accessförbindelse.
- Begränsa alla kunder, till exempel genom att sätta begränsningen för en viss typ av trafik på en samtrafikförbindelse eller koppling till en knutpunkt.
- Begränsa kunder på en viss plats, till exempel en viss sektor i en radiomast.

Var begränsningen görs kan i sin tur leda till olika typer av påverkan om man ser till antalet kunder, men modern utrustning som till exempel finns på en transitförbindelse kan urskilja en enstaka kunds data och begränsa bara den.

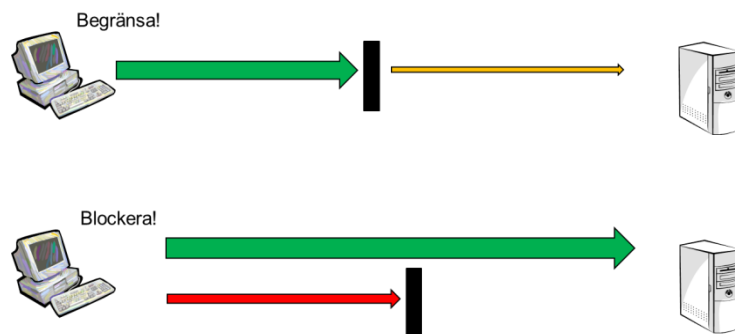
## Vad är trafikstyrning?

Trafikstyrning (traffic management) är en generell benämning på hur trafik i nätet styrs, baserat på annan information än ren destinationsbaserad routing, vilket är det normala i IP-baserade nät.

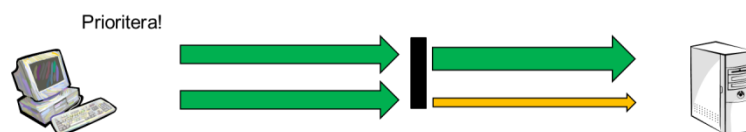
”Annan information” kan exempelvis vara graden av belastning i nätet. Är en länk överbelastad kan det vara rimligt att skicka viss trafik via alternativa, om än inte lika bra, vägar för att slippa tappa data.

En relativt nyttillkommen variant av trafikstyrning är att begränsa hur mycket data en enskild kund kan skicka av en viss typ. Här är det vanligast att operatören begränsar de mest omfattande trafikslagen som till exempel fildelning eller video. Det kan göras på flera sätt:

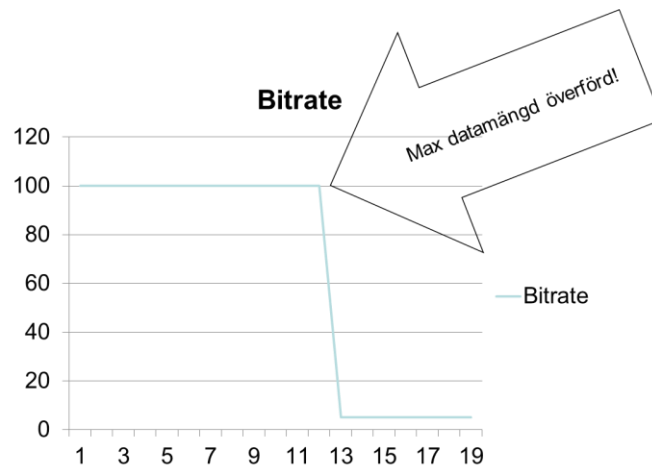
Genom att man begränsar enbart det trafikflöde eller protokoll som genererar mycket trafik (till exempel BitTorrent). Andra protokoll påverkas inte men den totala trafikmängden minskar. I vissa fall är begränsningen total, det vill säga trafiken blockeras helt.



Genom att prioritera trafik för att se till att till exempel IP-telefoni eller IP-TV alltid har tillräckligt med utrymme.



Genom att begränsa all trafik för en kund för en längre period om kunden överskrider en viss mängd data. (Abonnemang med begränsad överföring till exempel per månad):



Begränsningen av ett visst trafikflöde/protokoll kan göras mer eller mindre sofistikerat:

- Mjuk "shaping" med hjälp av fördröjningar eller liknande.
- Hårdare "rate-limit" där paket som överstiger maximum slängs bort.
- Genom att begränsa antalet nya förbindelser som får skapas eller skicka störande paket som får sändare eller mottagare att tro att det är dags att sluta skicka data och avsluta en förbindelse.



Att begränsa så grovt att man stoppar trafik över alla peer-to-peer-protokoll som till exempel BitTorrent kan vara en riktigt dålig idé för ISP:er – av flera olika anledningar.

Dels används peer-to-peer-protokoll för många andra ändamål än illegal fildelning. Tjänster som Skype, Spotify och Voddler använder sådana protokoll. Många typer av öppen mjukvara distribueras också på detta sätt. Om en operatör försöker begränsa dessa protokoll och operatörens kunder känner av att deras Internetanslutning inte ger dem full tillgång till denna typ av tjänster kommer operatören att tappa kunder.

Förutom detta faktum så hjälper peer-to-peer-protokoll till på Internet genom att de sprider trafiken i nätet. Detta är rent praktiskt en avlastning jämfört med om man skulle skicka data mer traditionellt från en server till klienten varje gång den efterfrågas. Är det så att peer-to-peer-protokoll blir blockerade så kommer trenden att gå mot att utveckla protokoll enligt traditionell server-klientmodell och med all säkerhet kommer data att döljas i annan trafik där den är svår att urskilja. Det kommer troligen inte bli lika effektivt och innebära en ökning i trafik – snarare än den minskning som ISP:er eftersträvar när de blockerar peer-to-peer-protokoll.



## Att mäta om trafik påverkas

Att mäta trafik på Internet är ingen enkel uppgift. Det går varken ekonomiskt eller praktiskt att bygga nätet så att alla slutkunder kan använda sin fulla kapacitet till alla destinationer samtidigt. Därför byggs nätet baserat på statistik och ekonomi. Statistiken visar hur stor belastning som finns i olika delar av nätet över tiden och skillnader beroende på dag i veckan och tid på dygnet. Ekonomin styr om man bygger ut förbindelser innan de har perioder där full kapacitet överskrids eller hur mycket och hur länge en förbindelse får vara överbelastad innan den byggs ut.

Dessutom går trafik mellan två platser på nätet via en, två eller flera ISP:er med olika policyer för nätutbyggnad.

Det finns med andra ord ingen enskild plats på nätet mot vilken man kan mäta för att få veta hur mycket data man kan sända eller ta emot för någon viss form av trafik då mätningarna sannolikt påverkas av vilka olika delsträckor som är inblandade.

Man kan inte heller utgå från att specifika mätningar är möjliga att upprepa med samma resultat då belastningen kan förändras över tiden beroende på andra användares beteende.

Mätningar kan dock göras enligt en modell där två eller flera typer av trafik skickas samtidigt och jämförs mot varandra. Denna modell ger förvisso inte något klart besked om hur mycket man totalt kan överföra (det kan variera över tiden) men den kan visa om det finns skillnader mellan de olika typerna av trafik. För att göra mätningarna mer tillförlitliga bör de göras tillräckligt långa, upprepas samt göras under olika delar av dygnet och året. Mätningar med resultat som avviker för mycket från varandra bör också hanteras på ett balanserat sätt.

En viss försiktighet måste med andra ord iakttas när man tolkar resultaten, speciellt om de relativa skillnaderna mellan olika typer av trafik procentuellt sett är små.

## Det internationella perspektivet

Vi har gjort en översiktlig utblick över vad som händer i världen för övrigt jämfört med vad som händer i Sverige och på den svenska marknaden.

### USA

FCC (Federal Communications Commission) har ofta talat till förmån för ett öppet Internet. 2005 fastslog de principer för att kunder skall ha tillgång till innehåll, tillämpningar, tjänster och utrustning efter eget val och för att främja konkurrens.

År 2010 kom en föreskrift som garanterar insyn i vad som får blockeras i fast och mobilt bredband. Denna säger att det i princip inte är tillåtet att blockera lagligt innehåll, icke-skadlig utrustning eller lagliga tjänster och tillämpningar på bredbandstjänster. På mobilt bredband är operatörerna bara uttryckligen förbjudna att blockera legala tjänster och tillämpningar för IP-telefoni om dessa konkurrerar med deras egna tjänster.

### EU

Inom EU finns i princip en liknande inställning som i USA och hos FCC. I första rummet kommer medborgarnas intressen och att främja slutanvändarens förmåga att få tillgång till och distribuera information eller använda tillämpningar och tjänster enligt eget val. Här påverkas givetvis inte åtgärder för att motverka illegal verksamhet. Debatten har handlat mycket om styrning och vad som kan vara rimligt. Principen har blivit att trafikstyrning är acceptabelt så länge den inte är omfattande och så länge den påverkar slutanvändaren positivt.

Att däremot blockera eller försämra vissa legala tjänster när det inte gynnar slutanvändaren är varken acceptabelt eller förenligt med synen på ett öppet Internet. Fokus ligger dock inte på förbud och reglering utan att öppenheten kräver information så konsumenten kan fatta välgrundade beslut och främja konkurrensen.

### Sverige

En ISP är fri att begränsa trafik under vissa förutsättningar. Mycket av det regelverk som finns kring detta går att finna i lagen om elektronisk kommunikation. Lagen uppdaterades sommaren 2011 med mycket av det som EU:s telekompaket föreskriver. Där ingår bland annat krav på transparens när det gäller trafikpåverkande åtgärder från ISP:er samt krav på att kunna köpa tjänster med maximalt 12 månaders bindningstid.

### Information om trafikstyrning

Att få ISP:erna att berätta hur de hanterar trafikstyrning i sina nät kan bli svårt. Vi vet dessutom från till exempel mobilmarknaden att flera spelare ser det som en fördel att INTE vara jämförbara med andra. Det är alltså en risk att även om teknisk information presenteras så kommer den att vara oanvändbar för den som inte har en djup förståelse för hur Internet är uppbyggt. Här är det viktigt att peka på andra vägar, som till exempel det brittiska "Voluntary industry code of practice on traffic management transparency for broadband services". Detta dokument definierar både uttryck, metoder och ett protokoll där flera stora spelare kommit överens om hur de skall

hantera informationen. De börjar med att definiera informationen i sig och att den skall vara:

- förståelig
- tillgänglig
- uppdaterad
- jämförbar
- verifierbar

Sedan har de skapat en blankett där en ISP kan beskriva sina tjänster på ett standardiserat sätt.

Från BEREC (Body of Regulators for Electronic Communication) finns resonemang kring två alternativa vägar att nå fram med information till slutanvändaren. Den ena vägen är genom direkt information från ISP:n som då givetvis måste vara begriplig även för den icke insatte användaren. Den andra vägen är genom indirekt information där en tredje part med marknadens förtroende kan samla in information, bearbeta och presentera den på ett sätt som gör den enkel att ta till sig. Det utesluter givetvis inte att båda modellerna kan vara vettiga att ha samtidigt på en marknad.

## Mätningar och resultat

.SE beslutade hösten 2010 att genomföra ett projekt som bland annat hade som mål att:

- Göra ett antal manuella mätningar.
- Analysera resultaten från mätningarna.
- Diskutera resultaten med ISP:er, teknisk expertis och andra intresserade.
- Skriva en rapport som presenterar resultaten.
- Ta fram en ordlista för området.
- Tjäna som underlag för ett framtida beslut om det är meningsfullt att utveckla en tjänst som gör mätningar automatiskt.

De genomförda mätningarna har gjorts genom Internetåtkomst via:

- ett antal ADSL-abonnemang;
- fiberanslutet bredband;
- bredband via kabel-TV; samt
- ett antal mobila bredbandsabonnemang.

Som server och mätmetod valdes Glasnost från Max Planck Institute for Software Systems. Mjukvaran installerades på två servrar placerade hos olika ISP:er för att jämförelser skulle gå att göra från samma mätpunkt mot de olika serverna. Testerna som Glasnost gör är i linje med de kriterier som pekas ut i avsnittet ”Hur kan man upptäcka om ...”

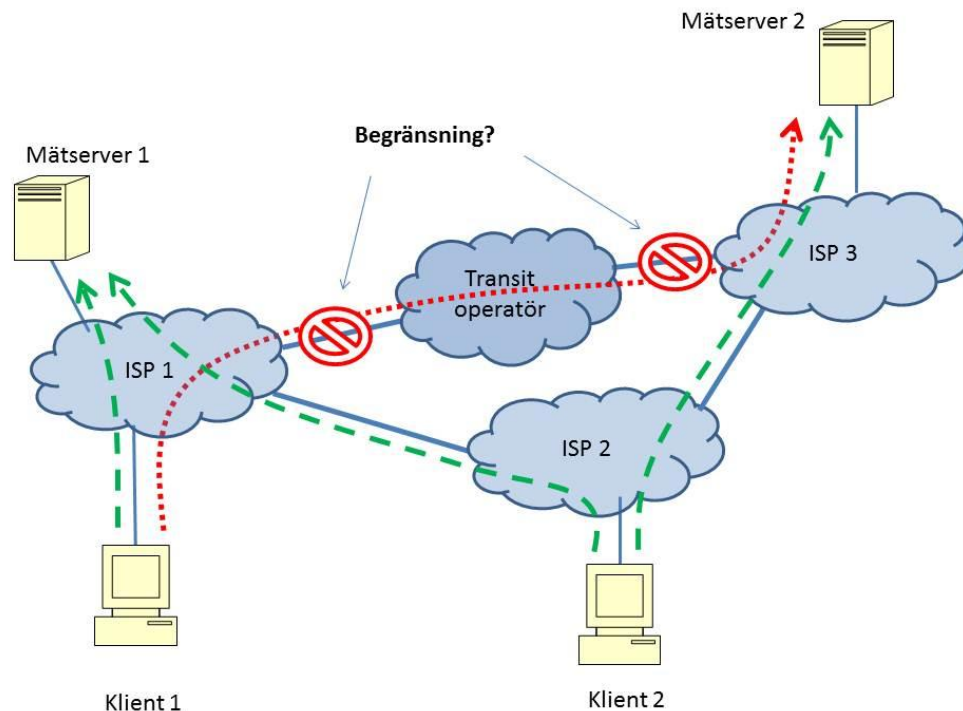
Då mätningarna skett manuellt har det inte varit möjligt att göra mätningar i större skala (återkommande och vid olika tider på dygnet) utan dessa tester har mer stickprovskaraktär. Detta är dock helt i linje med målen för projektet.

Mätningar har gjorts vid ett eller flera olika tillfällen mot varje server. Testerna från en mätpunkt mot en server tar en knapp timme att genomföra. För varje mätpunkt har BitTorrent (peer-to-peer/fildelning), flashvideo (Youtube med flera) och vanlig http (surfning) körts tillsammans med ett referensprotokoll. Som referensprotokoll har vi använt ett protokoll som skickar slumpmässiga data som på så sätt inte skall likna något existerande protokoll. Anledningen till detta är att visa hur ett godtyckligt protokoll som högst troligt inte fångas av en regeluppsättning för trafikstyrning uppför sig.

Alla data har lagrats och därefter behandlats i en kalkyl som skapar tabeller som visualiserar resultaten. För varje test som gjorts har vi också noterat vilka värden som Bredbandskollen och Iperf har gett samt vilken väg (traceroute) trafiken verkar ta.

Från de ”fasta” abonnemangen har mätningarna uppvisat vissa tecken på att trafiken påverkas. Från en anslutning extra tydligt men då bara mot den ena servern. Då detta resultat inte syns mot den andra servern som också sitter hos en ISP som utbyter trafik bilateralt med den ISP som har abonnemanget, kan det förmodas att den påverkan som

sker av trafiken görs någonstans mellan de båda ISP:erna snarare än specifikt på abonnemanget. Detta illustreras i följande bild:



Från de ”mobila” abonnemangen är situationen en helt annan. Här ger testerna vid handen att vissa ISP:er systematiskt nedprioriterar eller rent av blockerar trafik med BitTorrent. Mätningarna ger också indikationer om att vissa ISP:er påverkar trafik för flashvideo och http – men där är resultaten inte entydiga. Vi noterar också att en ISP blockerade alla inkommande förbindelser mot kunden.

Ett resultat under mätningarna verkar antyda att om man kör exempelvis BitTorrent så kommer inte bara den trafiken att begränsas utan även referensprotokollet! Körde vi sedan tester i direkt följd så kom dessa också att begränsas för en tid. Här kan en möjlig förklaring vara att kunden som sådan flyttas till en lägre prioritet eller begränsas på annat sätt om den kör BitTorrent och övriga kunder riskerar att påverkas negativt.

Om man mot dessa mätresultat ställer den information som finns på de olika ISP:ernas webbplatser så kan vi konstatera att förekomsten av mer teknisk information är ovanlig. Det närmaste man kommer en beskrivning av vad som sker i nätet är kommentarer och jämförelser över vilken typ av kund som en viss tjänst/produkt passar.

### Förbättringar och utökningar av testerna

Det finns givetvis utrymme för förbättringar av mätningarna. Målet för projektet har INTE varit att skapa en perfekt plattform utan bara att titta närmare på vad som verkar hända genom begränsade stickprovskontroller. Nu när detta är genomfört kan vi dra ett antal slutsatser om vad man skulle kunna göra i nästa steg:

- En viktig förbättring är att genomföra mätningarna automatiskt och löpande över tiden för att detektera skillnader i trafiken under dygnet.
- Att få med fler ISP:er i testerna och att ha fler mätserver utplacerade – även utanför Sverige!
- Att göra en korrekt matematisk och statistisk bedömning av mätdata och hur dessa kan användas.
- Att genomföra tester på fler protokoll för att noggrannare se vilka som begränsas. Här kan även tester av helt blockerade portar vara av intresse. Protokoll som är speciellt intressanta efter diverse uttalanden i press med mera är exempelvis olika IP-telefoniprotokoll som SIP och Skype.
- Att flytta in en del av tankemodellen från dessa tester i .SE:s tjänst Bredbandskollen eller skapa en motsvarande mer kundorienterad tjänst. Det är dock inte helt trivialt då resultaten inte är så enkla att analysera som till exempel resultaten från mätningar med Bredbandskollen.

Att .SE kommer att utveckla och automatisera testerna är beslutat. Exakt på vilket sätt kommer vi att presentera allt eftersom. I vårt arbete har vi delat med oss av information till PTS som för närvarande driver ett projekt som syftar till att undersöka hur och i vilken mån information finns tillgänglig från Internetoperatörerna om hur de styr trafiken.

## Ord och definitioner

När fenomenet att ISP:er påverkade trafik på olika sätt aktualiserades fanns det ingen definierad terminologi för området, varken på engelska eller svenska. Ett antal ord och uttryck har börjat användas men tyvärr har ordens mening inte definierats speciellt väl och mycket förvirring har uppstått då olika personer använt samma ord men menat olika saker. Det här är en sammanställning av olika ord på svenska och engelska (eftersom de engelska ofta smyger sig in i svenska tester) och hur de använts och tolkats. Till detta kommer några förslag på hur det skulle gå att göra diskussionen tydligare med så små förändringar som möjligt.

## Ord som har med "nätneutralitet" att göra

### Nätneutralitet

Ordet nätneutralitet används idag med lite olika betydelse. I grunden är det dock principen att all trafik på Internet skall behandlas lika oberoende av källa, innehåll eller destination. Vissa undantag måste få göras för trafik som är avsiktligt skadlig.

### Protokoll/trafiktyp

I datakommunikation är ett protokoll definitionen på hur två applikationer skall sända och ta emot data för att förstå varandra. För komplexa system och nätverk som till exempel Internet brukar protokollen läggas i lager ungefär som ryska dockor där varje lager från det yttersta till det innersta har olika funktioner och kan tolkas av olika delar av nätet. Internet använder till exempel protokollet IP mellan alla datorer och de enheter som skickar IP-paketen mellan dessa datorer behöver egentligen bara förstå detta protokoll. Inuti IP finns ett av flera protokoll som datorns operativsystem använder för att åstadkomma olika saker, som till exempel TCP för att ge felkorrigering och omsändning av data. Inne i TCP kan en webbrowser använda protokollet http för att överföra webbsidor från server till webbläsare. Webbsidorna i sig är formaterade enligt html som är ett protokoll i sig.

När vi till vardags nämner protokoll är det oftast applikationsprotokollen som http, smtp och ftp vi avser. De andra protokollen är underförstådda.

### Port

Protokoll har nästan alltid någon form av identifiering så att den dator som skall behandla informationen vet vilket program som skickar eller tar emot informationen. Dessa identifierare är nästan alltid en siffra och benämns "port". Kända exempel på detta är smtp som trafikerar via port 25, dns som trafikerar via port 53 och http som trafikerar via port 80.

### Blockering/portblockering

Vissa ISP:er anser att det är olämpligt att en kund använder vissa protokoll. Det kan till exempel handla om att skydda användaren från säkerhetsrisker i dåligt konfigurerade operativsystem eller att ISP:n helt enkelt inte vill att en kund driver en webbrowser på egen hand. Ett enkelt men rätt effektivt sätt är då att blockera de portar som hör ihop med de protokoll man vill blockera. Det är bland annat vanligt att en ISP blockerar port

25 (smtp, e-post) till och från andra datorer än de e-postservrar som ISP:n själv tillhandahåller. Andra vanliga portar som blockeras är 137-139 (netbios över TCP/IP) så att en kunds dator inte är öppen för alla användare på Internet om slutkunden skulle ha missat att stänga av filserver-funktioner där man delar information med andra.

### **Prioritering**

När flera applikationer delar på en gemensam kommunikationskanal som till exempel förbindelsen från den egna ISP:n så fungerar detta normalt helt smärtfritt. Om en av applikationerna utnyttjar väldigt mycket av den tillgängliga kapaciteten kan det uppstå problem. Säg att en stor filöverföring pågår samtidigt som webbläsaren försöker hämta en webbsida. Då kan det bli så att webbläsaren inte får över data speciellt snabbt och användaren tröttnar och avbryter försöket eller i värsta fall att förbindelsen bryts för att webbläsaren tror att webbservern slutat skicka data. Denna typ av problem uppstår oftast när just en applikation som överför data "krockar" med en som användaren ser resultatet av direkt, så kallade interaktiva program.

Ett enkelt sätt att lösa detta problem är att prioritera data från program som överför data som det är olämpligt att fördröja, som till exempelvis IP-telefontrafik. Det gör att data som till exempel Skype skickar får gå före i kön och filöverföringen får då hålla tillgodo med att använda det som blir över.

## **Ord som används för att beskriva kapacitet hos en förbindelse**

### **Hertz**

Hertz är ett mått på svängningar per sekund oavsett signal eller medium. Kan till exempel vara rörelser i luften och ljud där tonen C motsvarar 660 svängningar per sekund (Hertz). Ljuset är fotonens svängning och sträcker sig mellan 450THz (rött) och 790THz (violet).

### **Bit**

Bit är en informationsenhet som antingen kan anta värdet "1" eller "0".

### **Byte**

Byte är en informationsenhet om 8 bitar. En byte kan med andra ord ha 256 olika värden ( $2^8$ ).

### **Bandbredd**

Benämningen "bandbredd" hör inte ihop med "broadband". Bandbredd är benämning på hur stort frekvensutrymme en signal upptar i ett medium (från den lägsta till den högsta). Detta är bara indirekt kopplat till hur mycket information som kan överföras. Genom att använda olika kodning kan varje Hertz överföra olika antal bitar. Med modulationen QAM64 kan till exempel 6 bitar skickas för varje Hz. En bandbredd på 1.5 Mhz kan i det fallet överföra 9 Mbit/s.

### **Fördröjning (delay)**

Fördröjning anger hur lång tid det tar för en informationsenhet att förmedlas från ena ändan av förbindelsen till den andra. För dataöverföring i fiber räknas fördröjning

oftast i millisekunder (ms). Ljusets hastighet i fiber är cirka 200 000 km/s vilket ger 200 km per millisekund.

### **Överföringskapacitet (Bitrate)**

Överföringskapacitet anger hur många databitar en förbindelse kan överföra per tidsenhet. Vanligen används enheten bit/s. För äldre modem var värdena i Kbit/s-klassen (1,2Kbit/s – 56Kbit/s). Mobilt bredband och ADSL finns från Kbit/s till Mbit/s (384Kbit/s – 16Mbit/s) och lokala nätverk (LAN) finns idag upp till 10Gbit/s.

En definierad överföringskapacitet visar inte nödvändigtvis hur mycket data en användare rent praktiskt kan skicka över förbindelsen. Detta påverkas även av andra faktorer.

### **Jitter**

Jitter är en term som indikerar att exempelvis fördröjningen inte är konstant utan varierar. Variationen beskrivs som jitter.

## Mätresultat

Nedan redovisas i diagram resultatet från de mätningar som har genomförts från och med den 1 juli 2011 till och med den 19 augusti 2011.

### Redovisning av mätresultat per operatör och mätpunkt

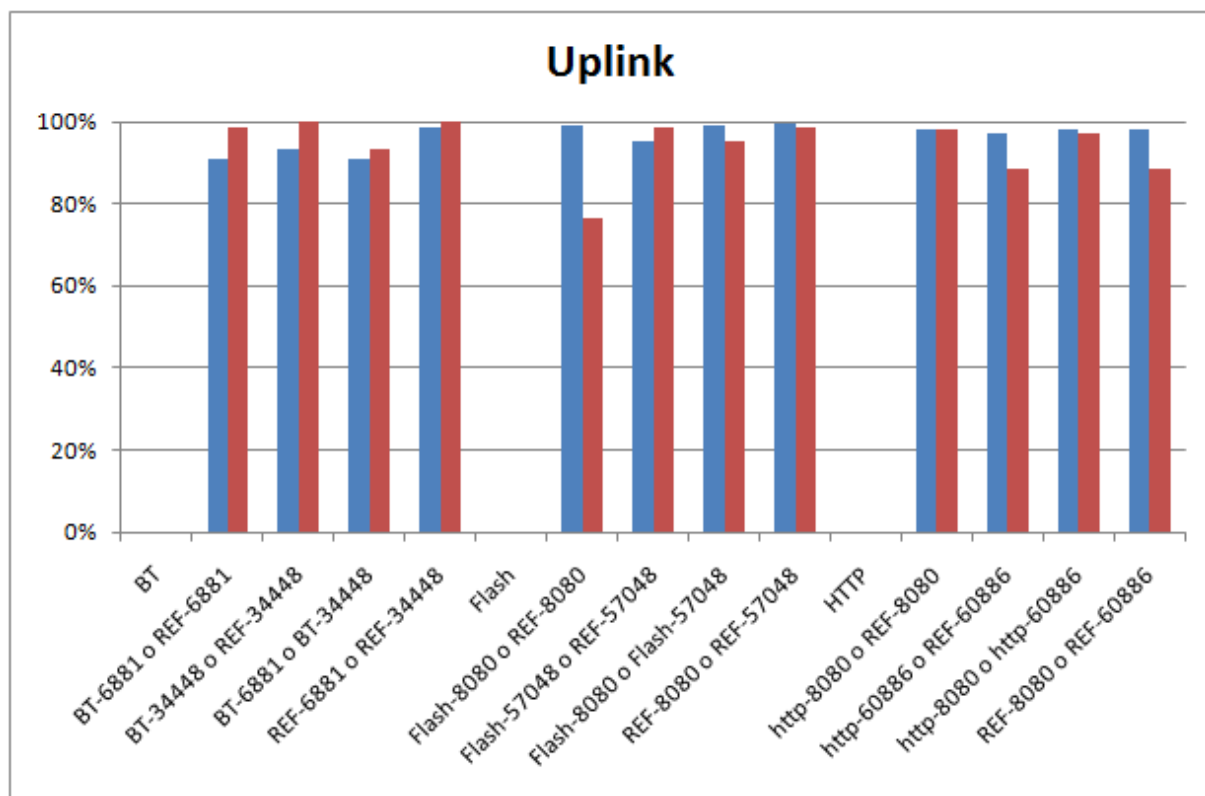
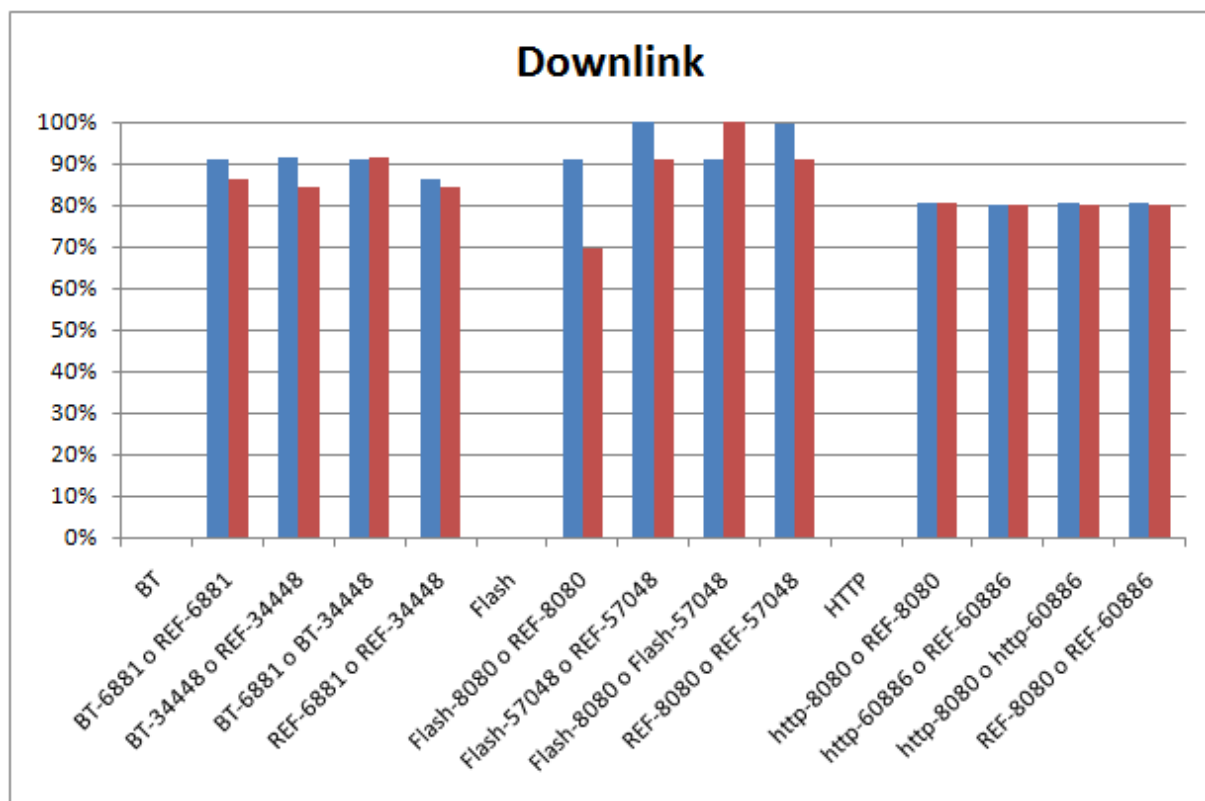
Mätningarna har gjorts mot två servrar på olika ställen i nätet. Resultaten presenteras i fyra diagram per ISP: mätpunkt 1 och nerladdning, mätpunkt 1 och uppladdning, mätpunkt 2 och nerladdning respektive mätpunkt 2 och uppladdning.

Varje mätning motsvaras av ett stapelpar (blå-röd) och vilka protokoll och portar som använts står nedanför staplarna – det första protokollet är den blå stapeln och det andra är den röda. Mätningarna genomfördes i ordningen vänster till höger i varje diagram med en kortare paus (runt 30 sekunder) mellan varje mätning och nytt protokoll.

Vi har noterat att något verkar störa den första mätningen för flashvideo då den i stort sett alltid ligger lägre än följande mätningar. Huruvida detta är ett fel i mätprogrammet, tillvägagångssättet som använts vid mätningarna eller något annat skall utredas.

## ISP A

### 12.1.1 ISP A mätpunkt 1



#### 12.1.2 ISP A mätpunkt 2

Mätningarna har inte genomförts.

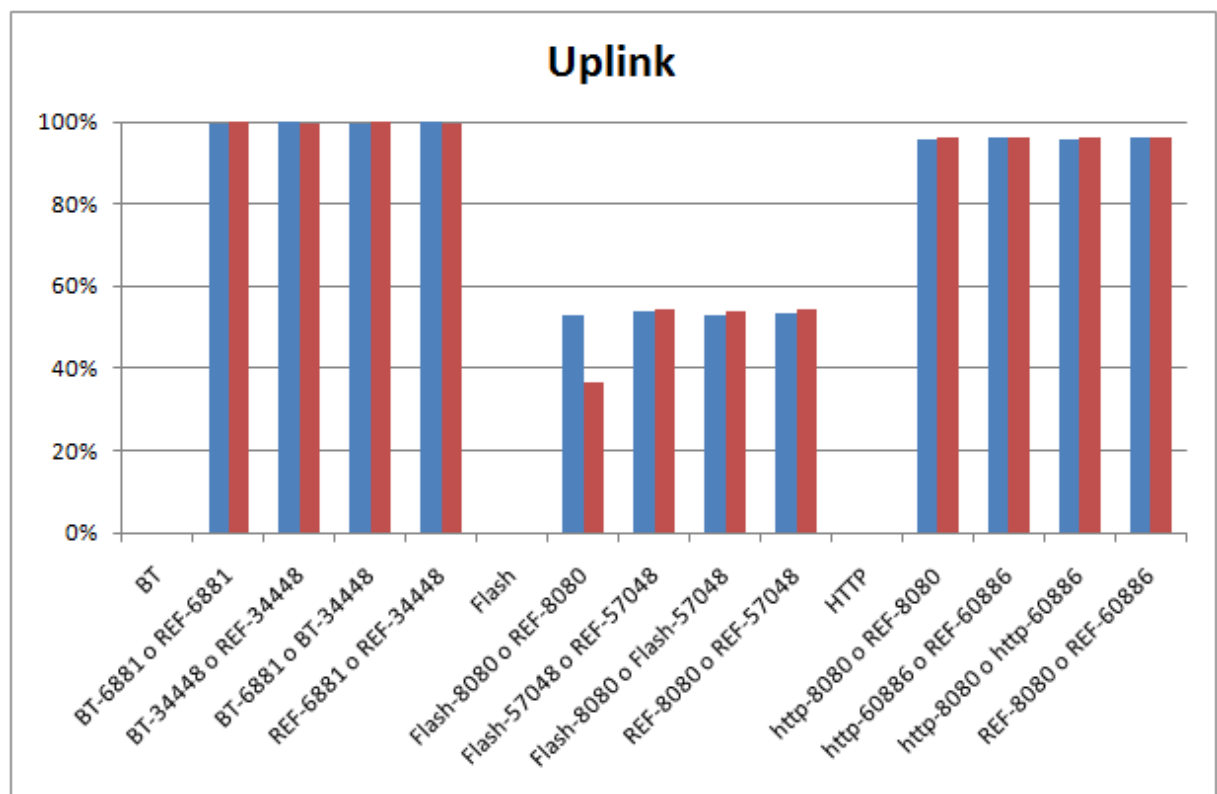
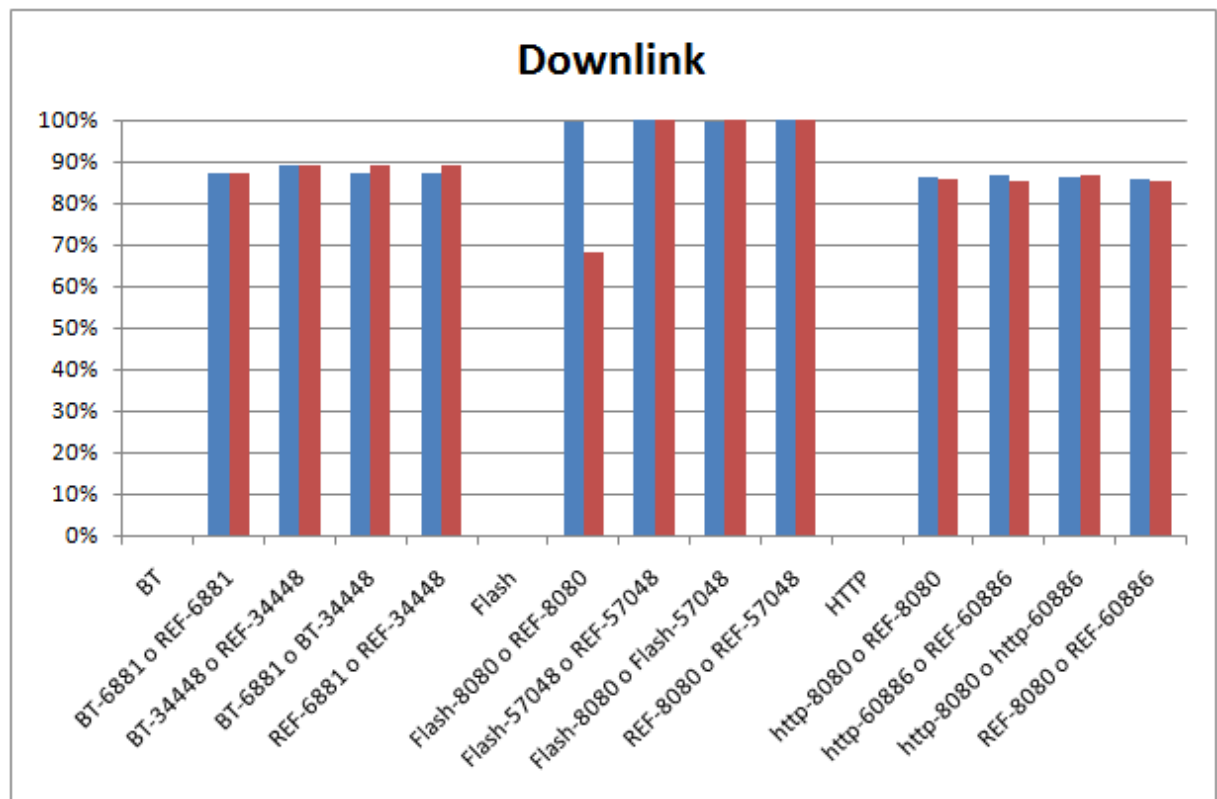
#### 12.1.3 Kommentarer till resultat från ISP A

ISP A mättes från en fast anslutning. Då vi installerat mätpunkt 2 hade vi inte längre tillgång till denna anslutning men resultaten redovisas trots det i sin begränsade form.

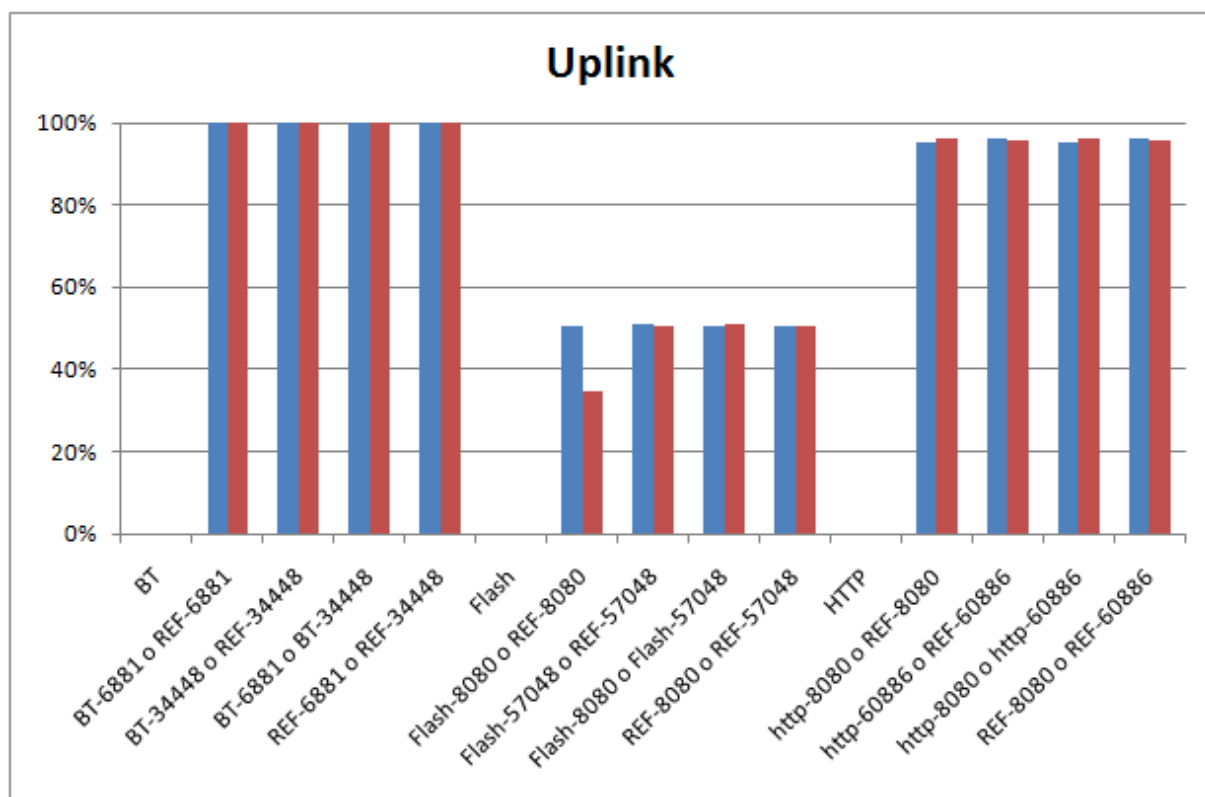
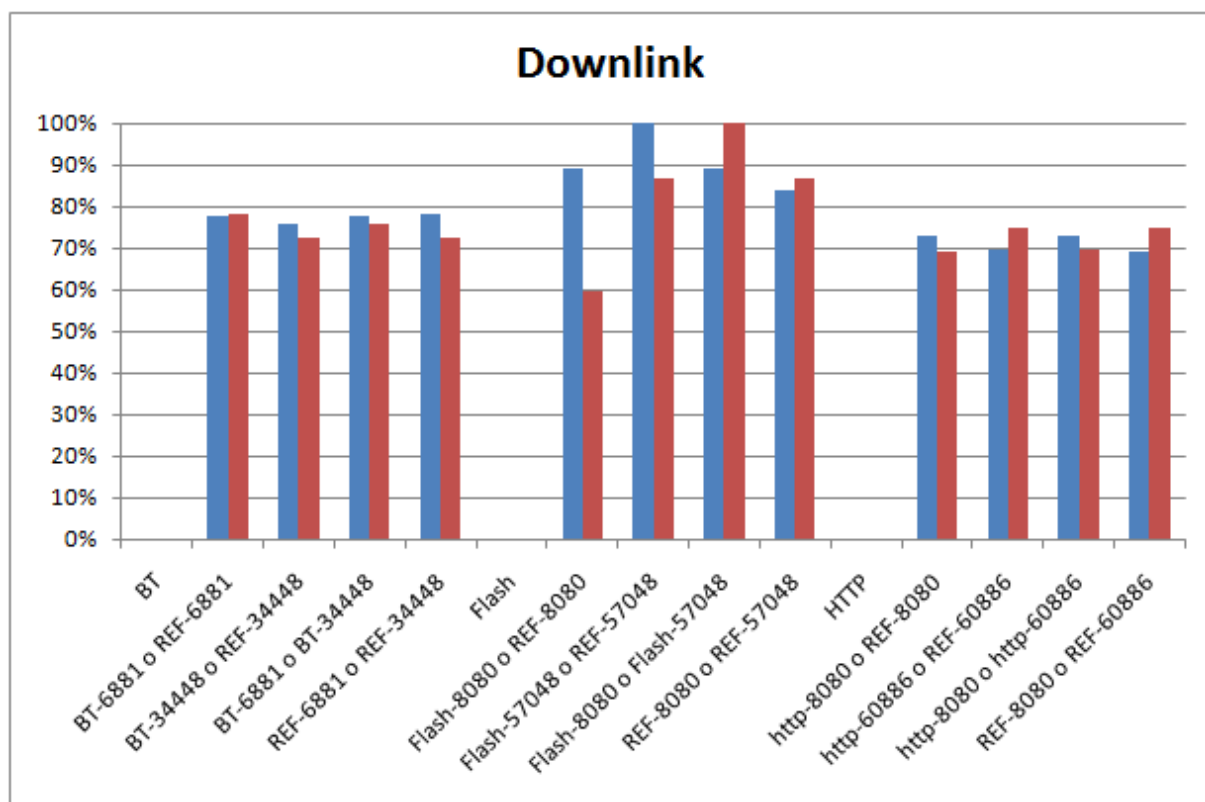
Mätningarna ger en viss spridning vilket inte är oväntat. Däremot är resultaten för nedladdning med http på port 8080 väldigt jämna i jämförelse med andra resultat. Det kan tyda på att trafiken passerar en webb-cache eller annan utrustning.

## ISP B

### 12.2.1 ISP B mätpunkt 1



## 12.2.2 ISP B mätpunkt 2



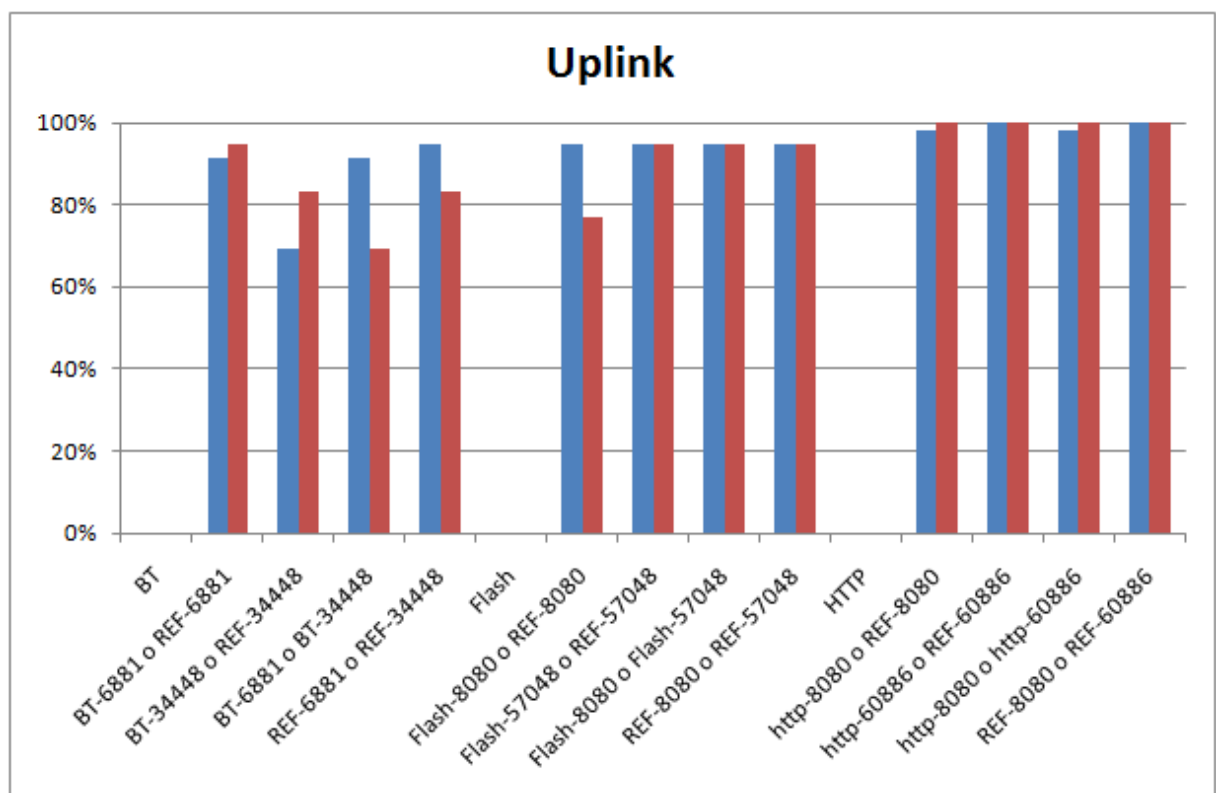
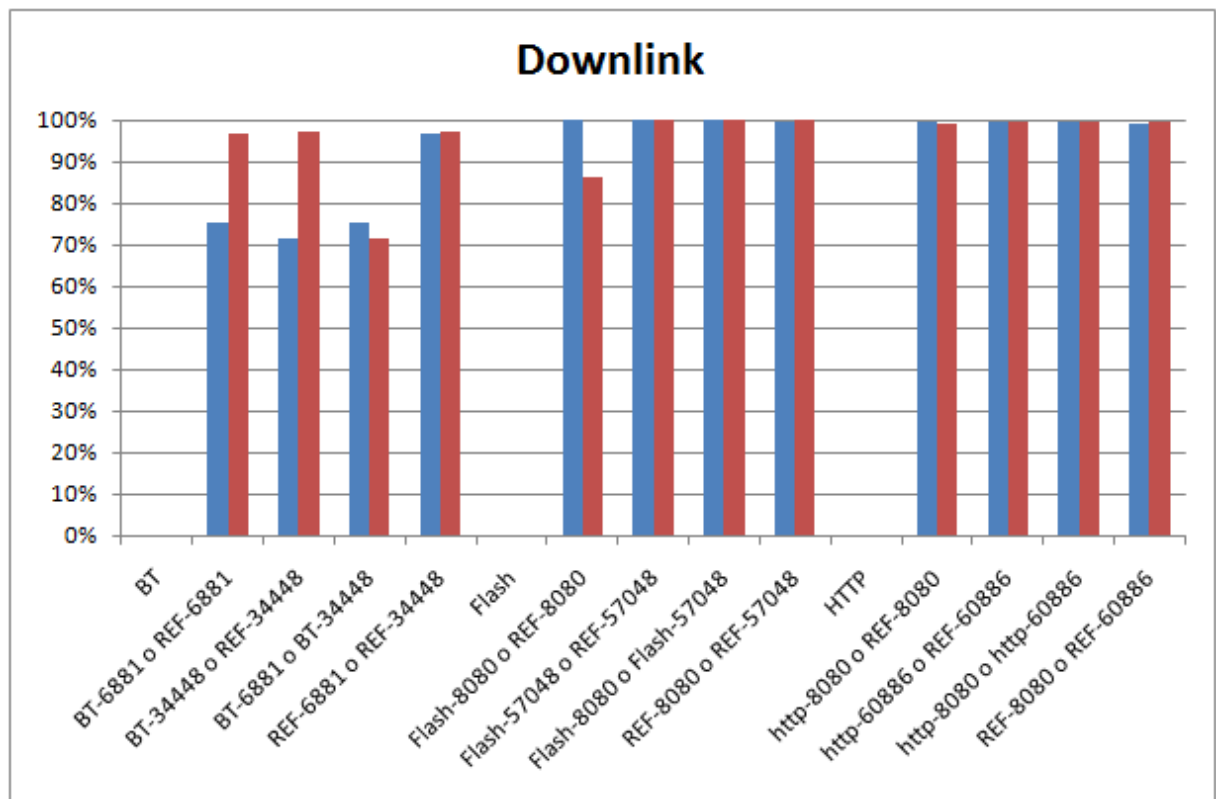
### 12.2.3 Kommentarer till resultat från ISP B

ISP B mättes från en fast anslutning.

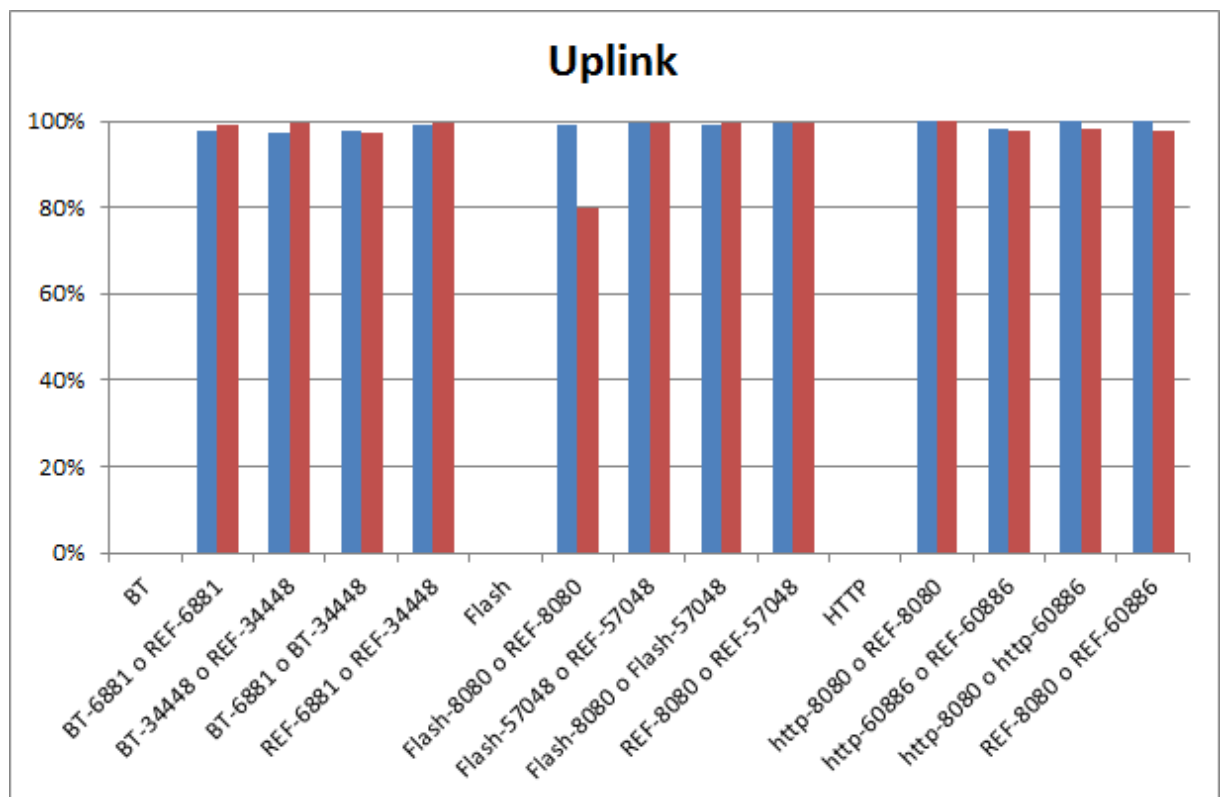
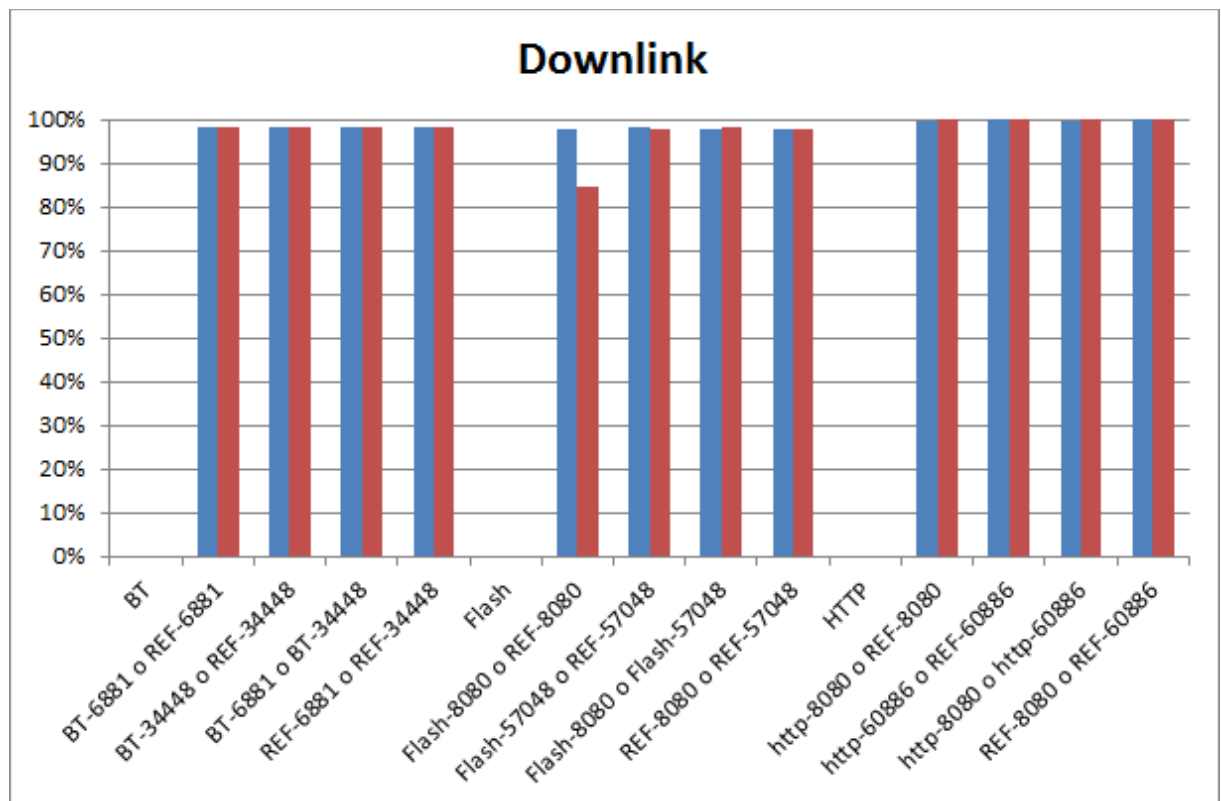
Data i uplink för flash-mätningarna gav för ISP B genomgående lägre värden än för BitTorrent och http. På nerlänken gav flash däremot de högsta värdena och de andra protokollen stannade på omkring 70 procent av dessa toppnoteringar.

## ISP C

### 12.3.1 ISP C mätpunkt 1



### 12.3.2 ISP C mätpunkt 2



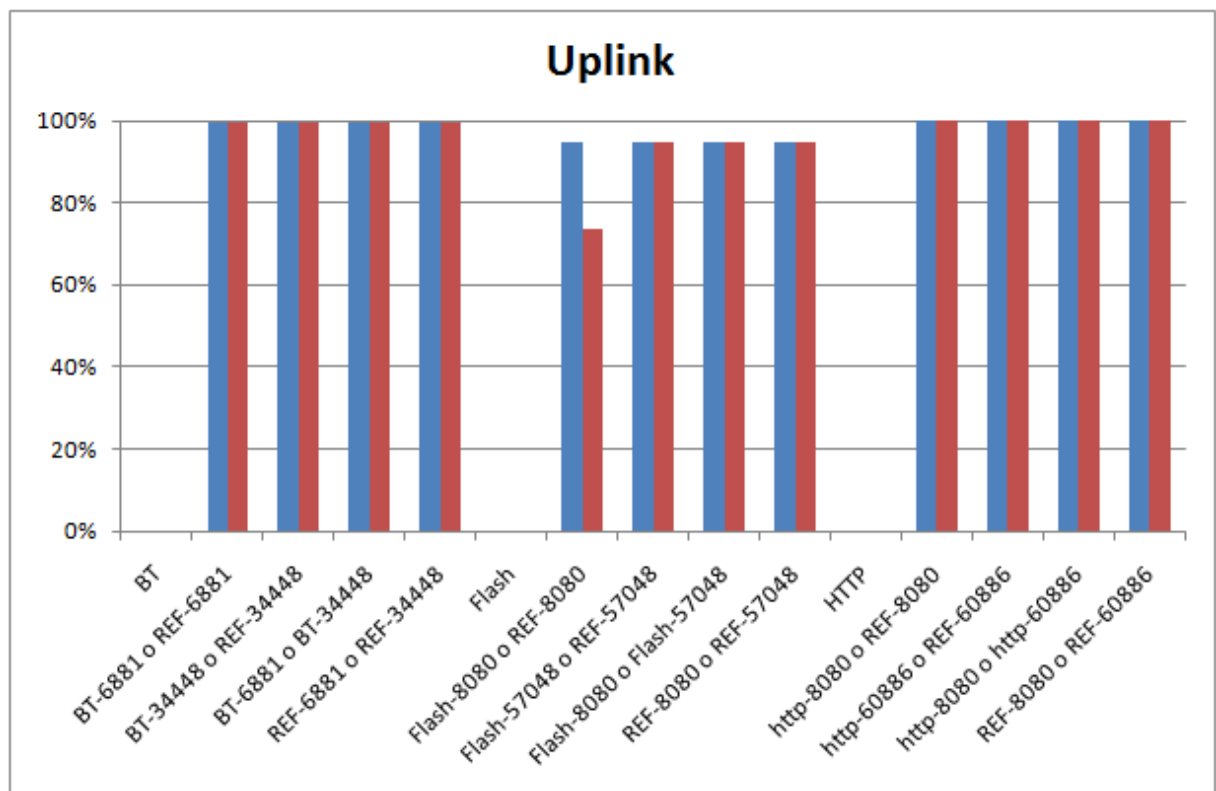
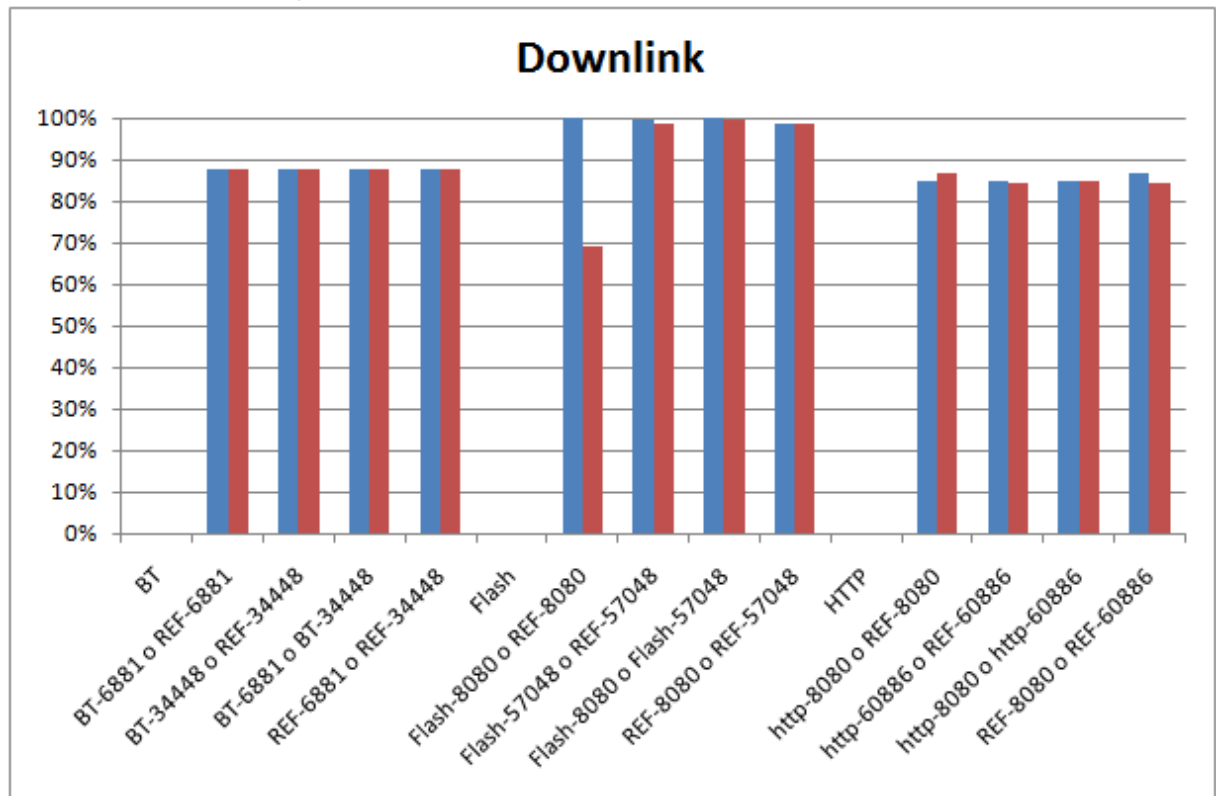
### 12.3.3 Kommentarer till resultat från ISP C

ISP C mättes från en fast anslutning.

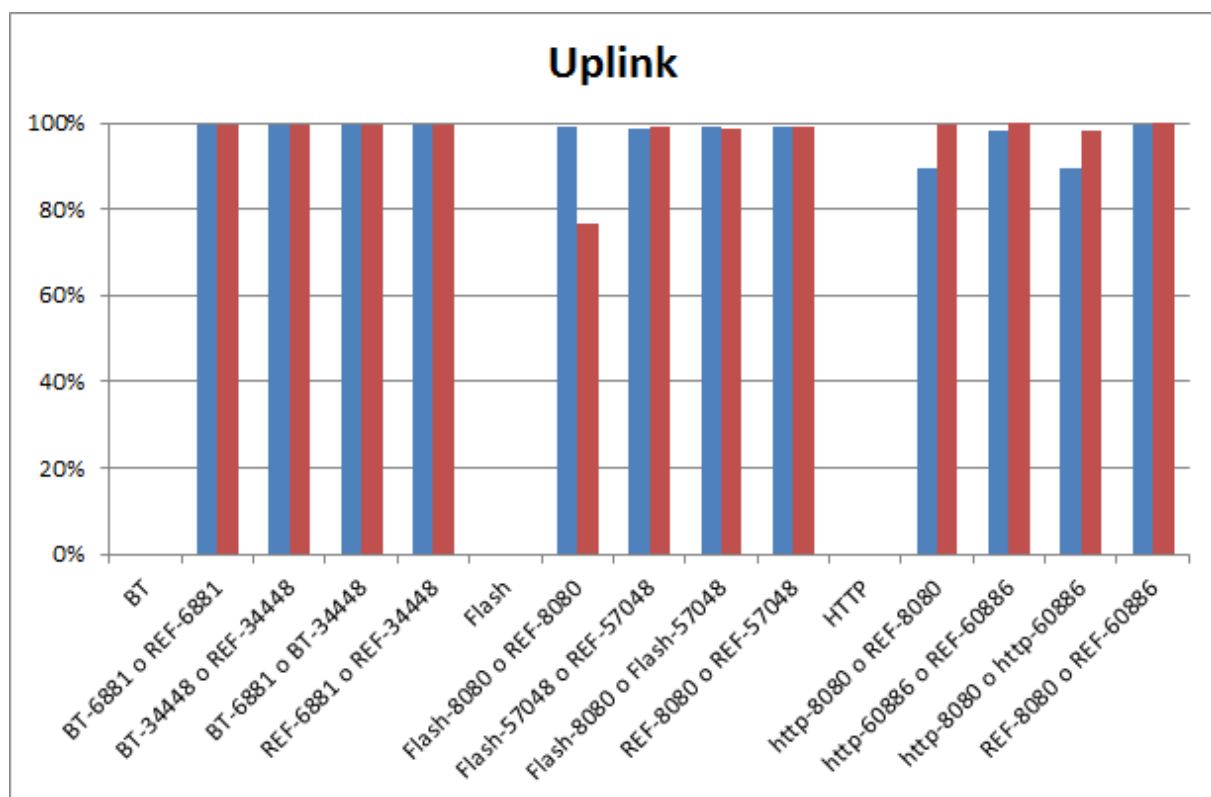
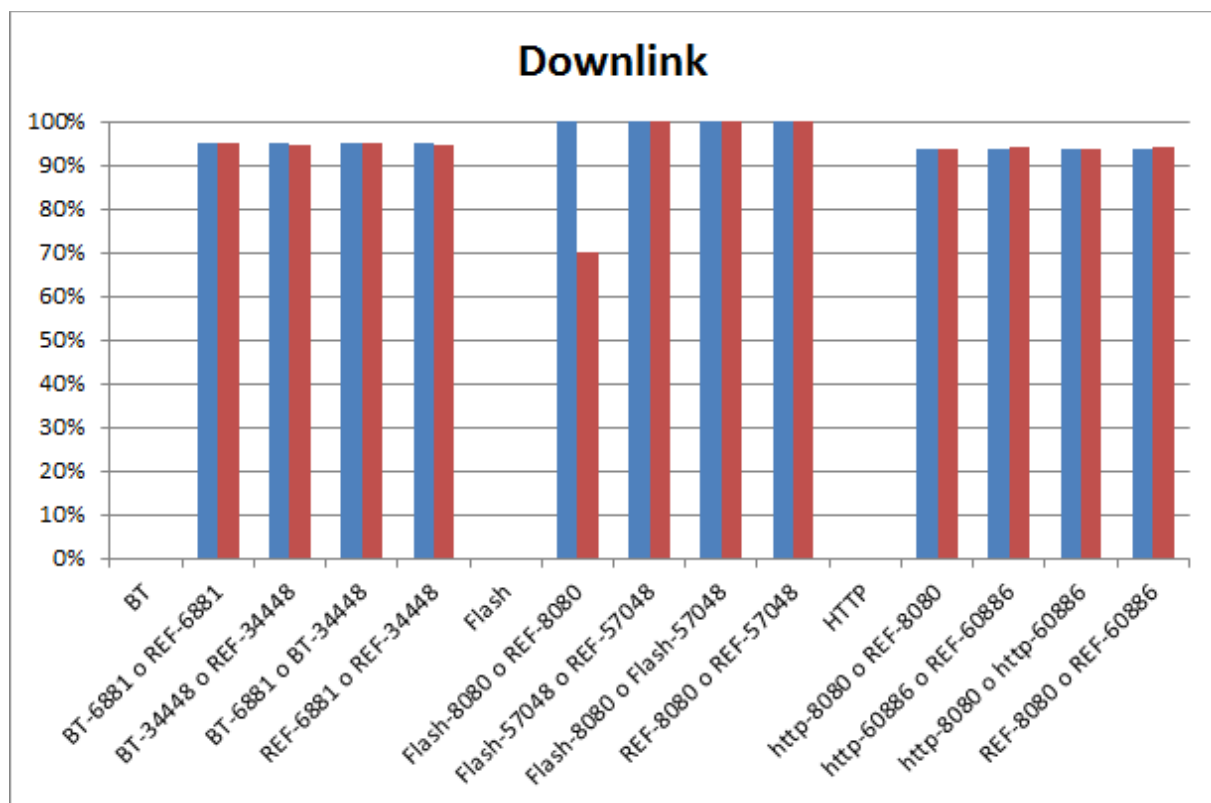
Det verkar som om specifikt BitTorrent-trafiken ligger 30 procent lägre än referensprotokollet mot mätpunkt 1. Mot mätpunkt 2 är resultaten mycket jämnare. Trafiken mellan ISP C och mätpunkt 1 gick via en tredje operatör (transit) medan trafiken till mätpunkt 2 gick direkt. En gissning är att ISP C begränsar BitTorrent-trafik då man får betala för trafik som går via transitoperatören.

## ISP D

### 12.4.1 ISP D mätpunkt 1



## 12.4.2 ISP D mätpunkt 2

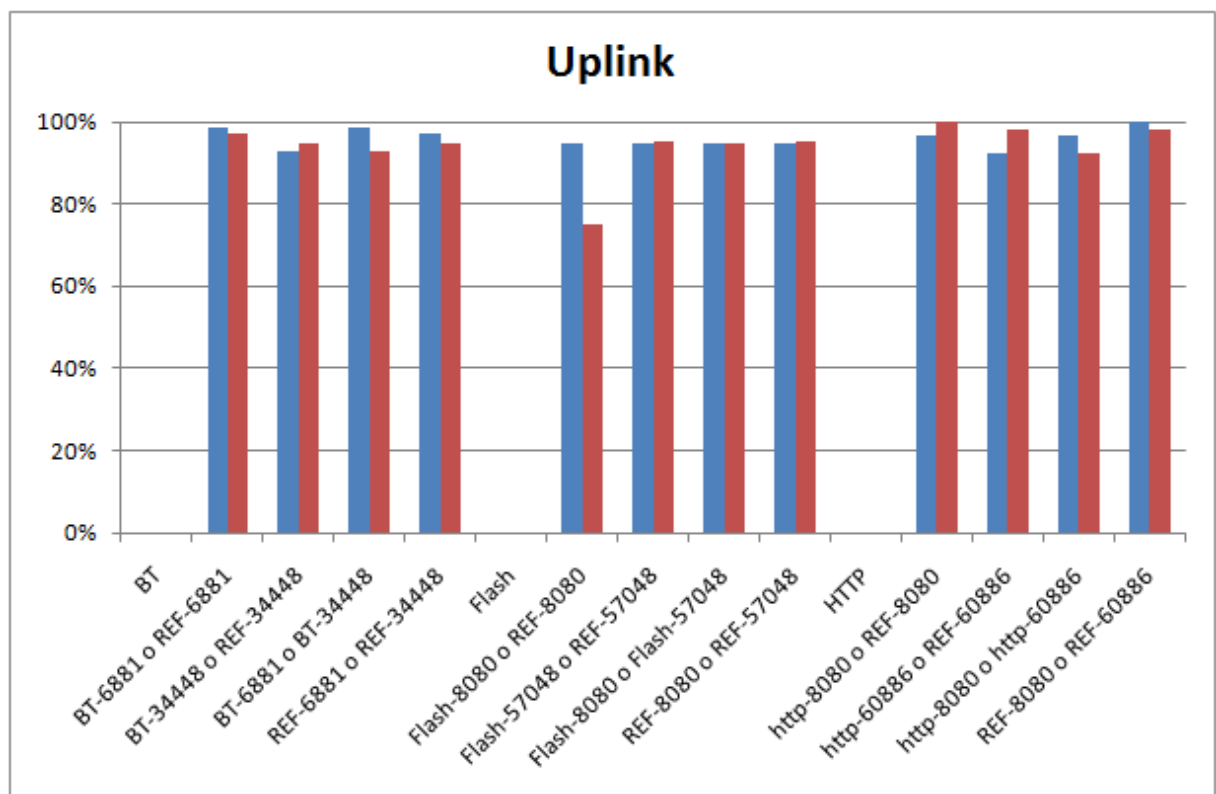
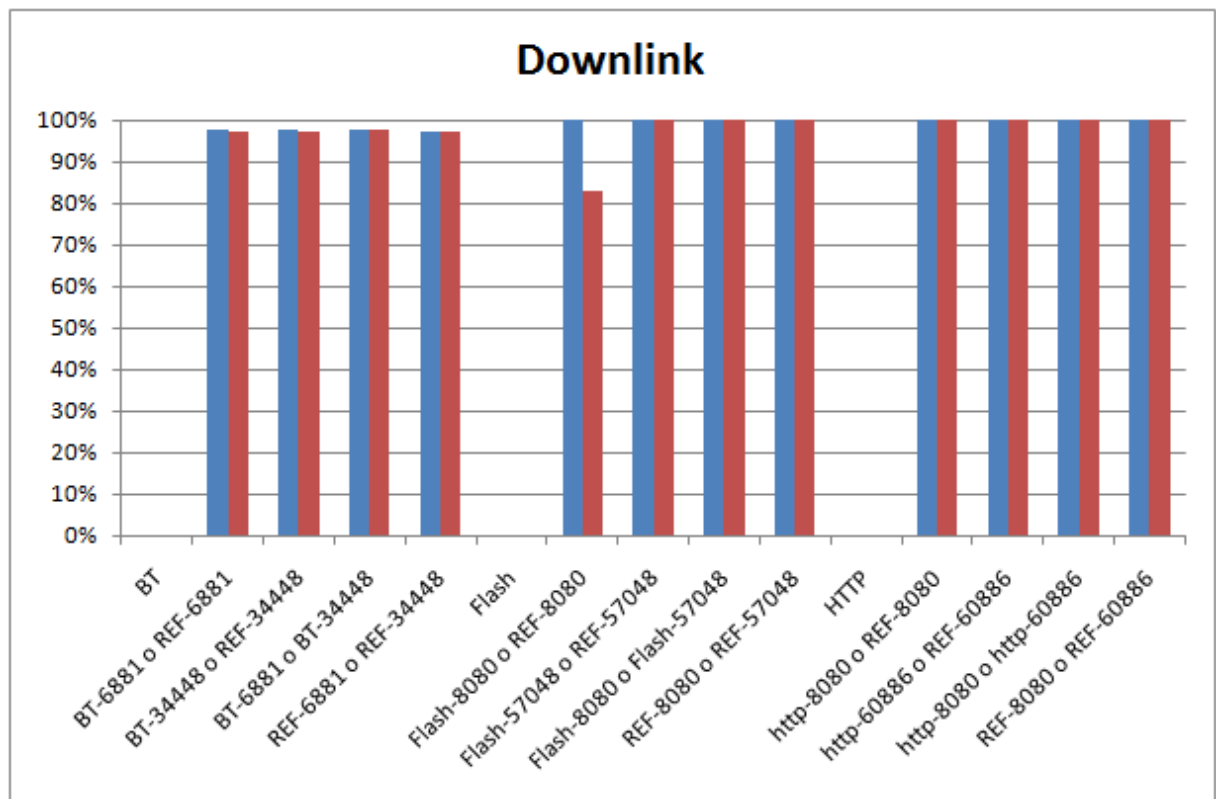


#### 12.4.3 Kommentarer till resultat från ISP D

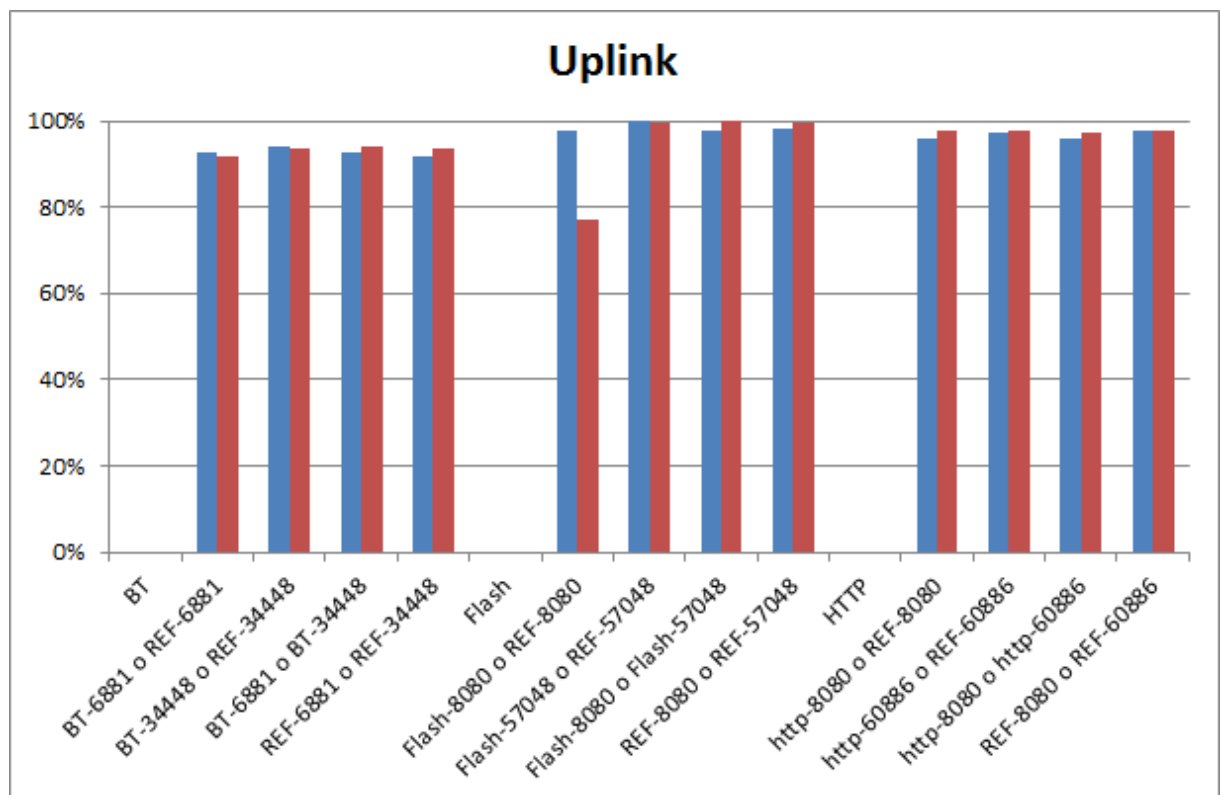
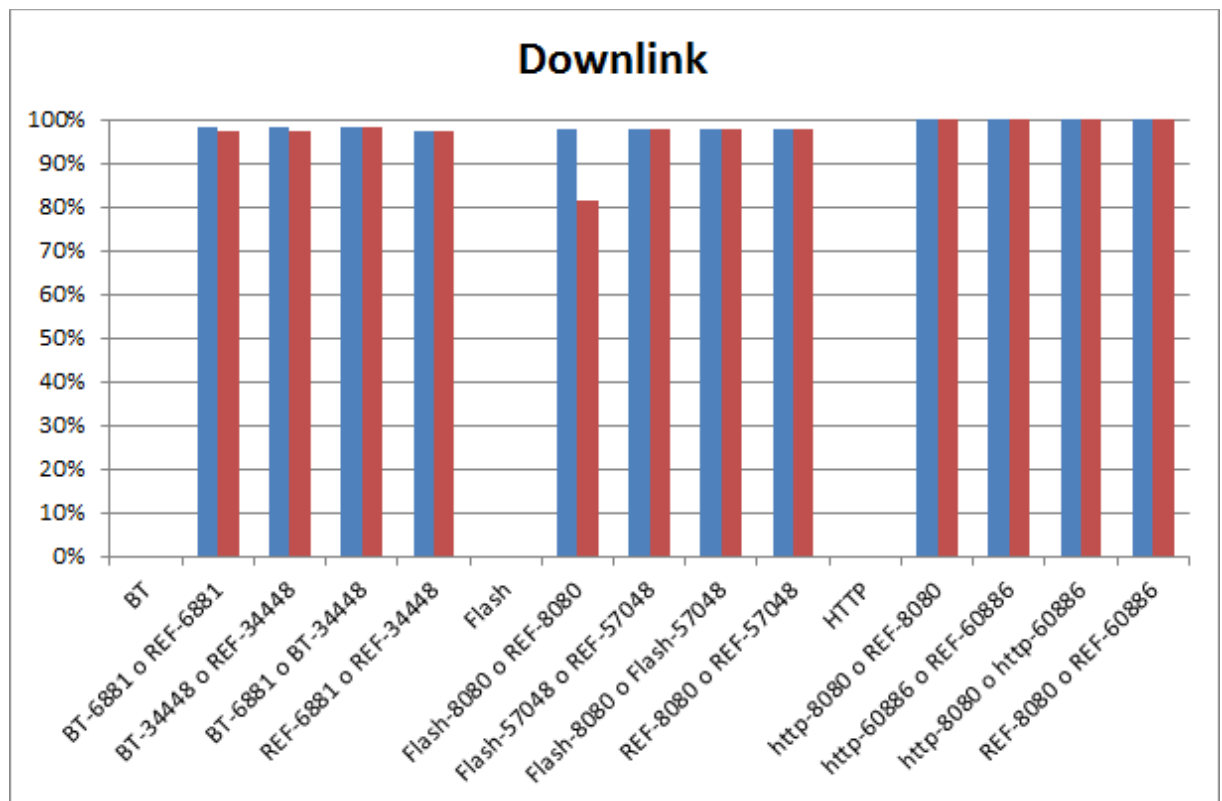
Inget anmärkningsvärt att kommentera.

## ISP E

### 12.5.1 ISP E mätpunkt 1



## 12.5.2 ISP E mätpunkt 2

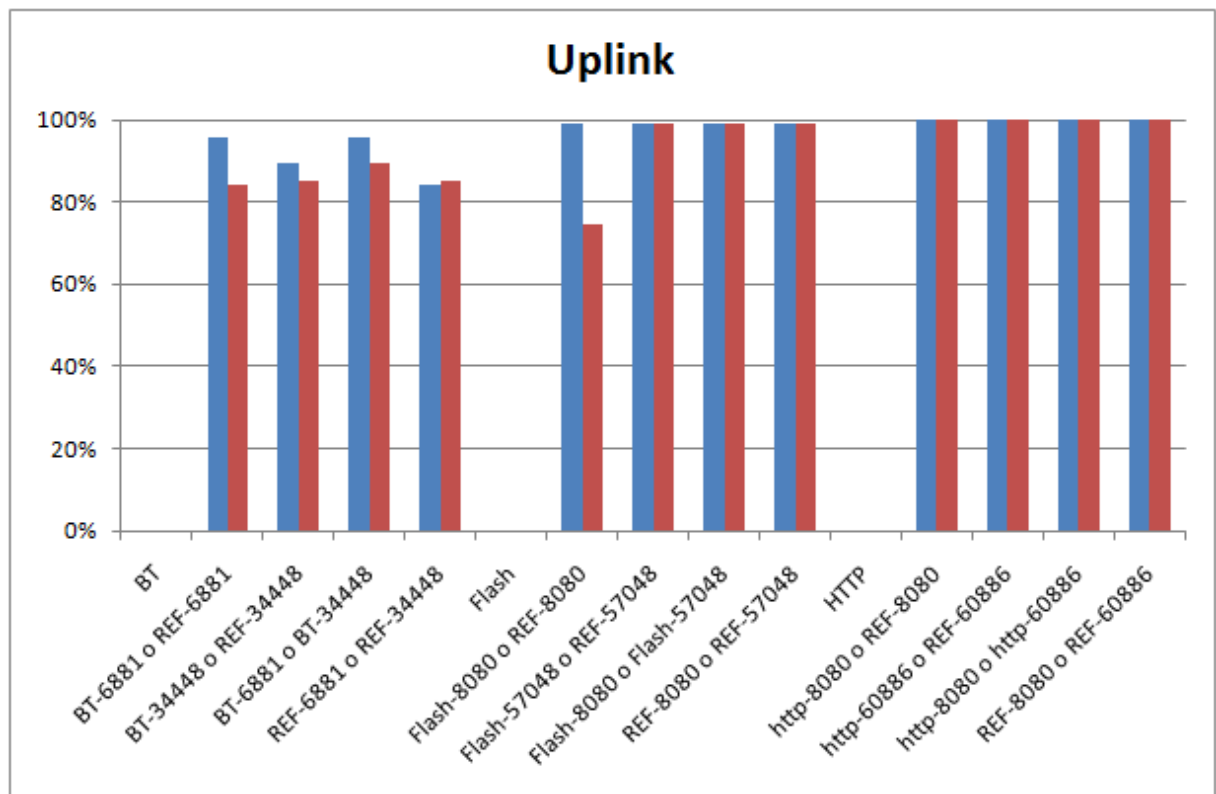
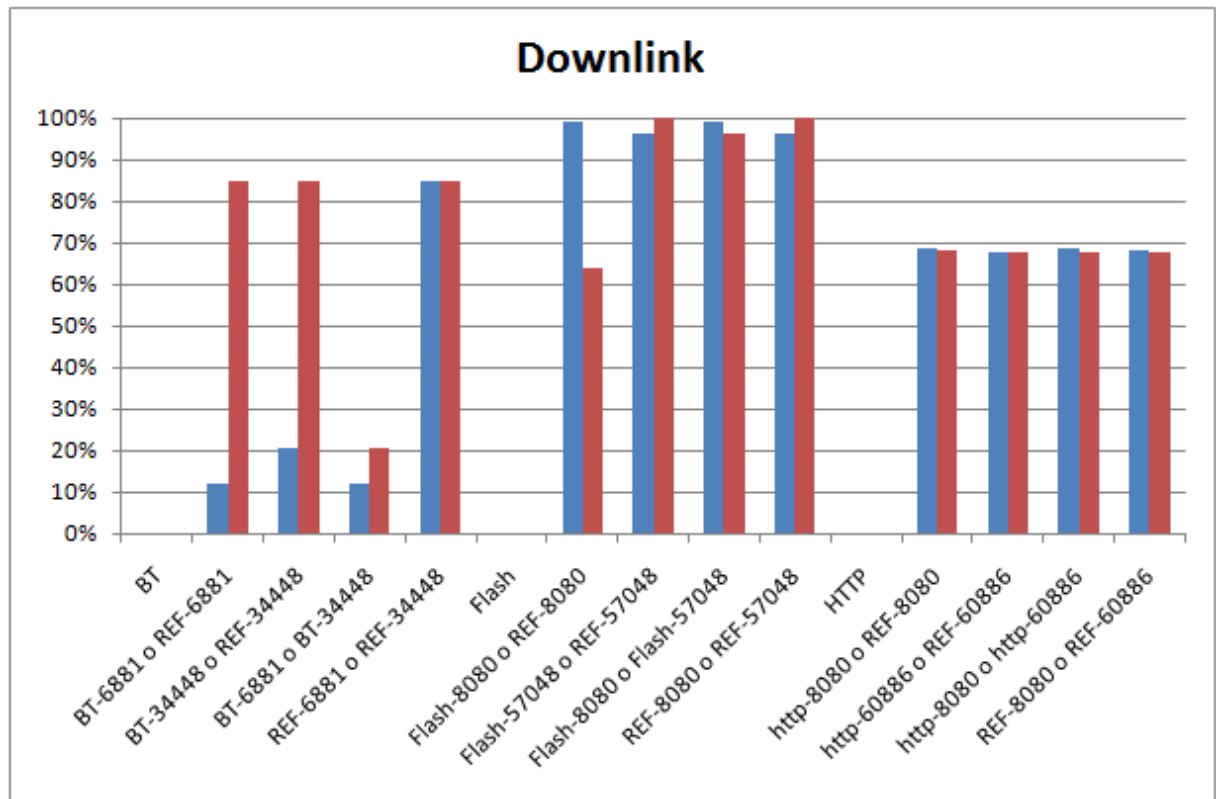


### 12.5.3 Kommentarer till resultat från ISP E

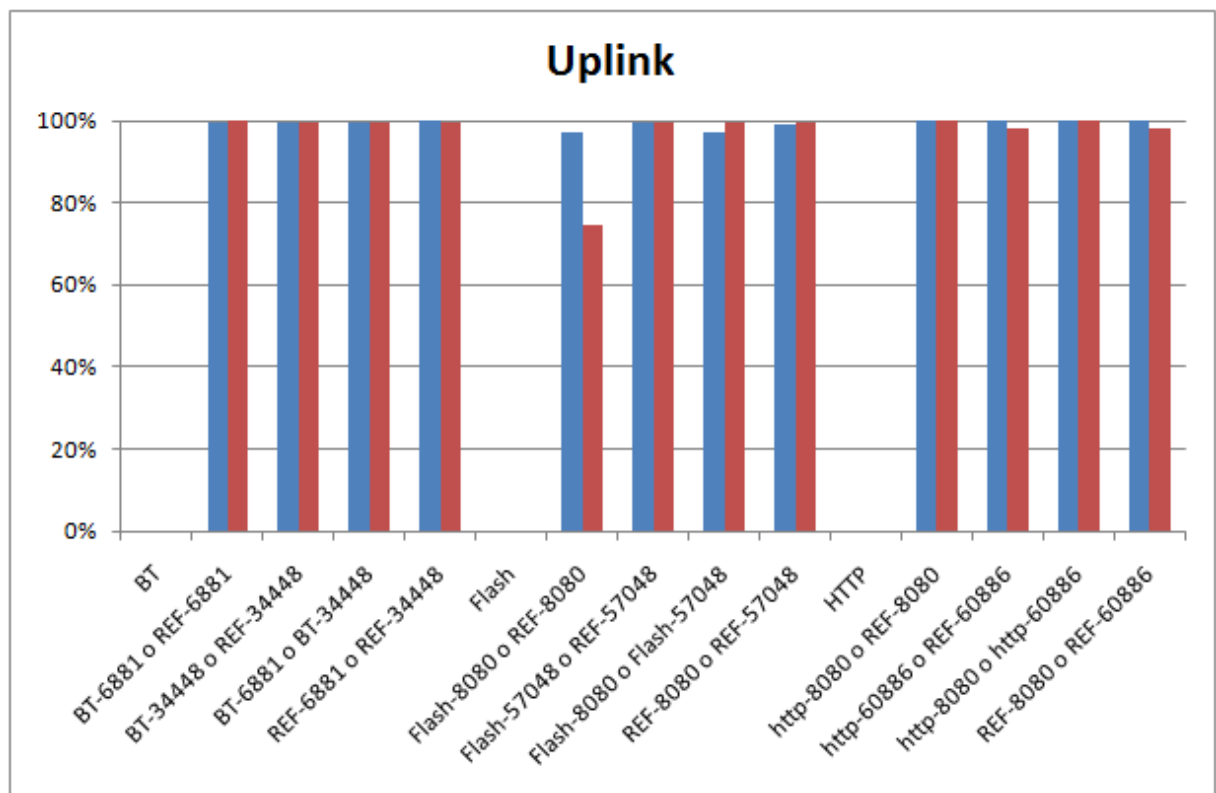
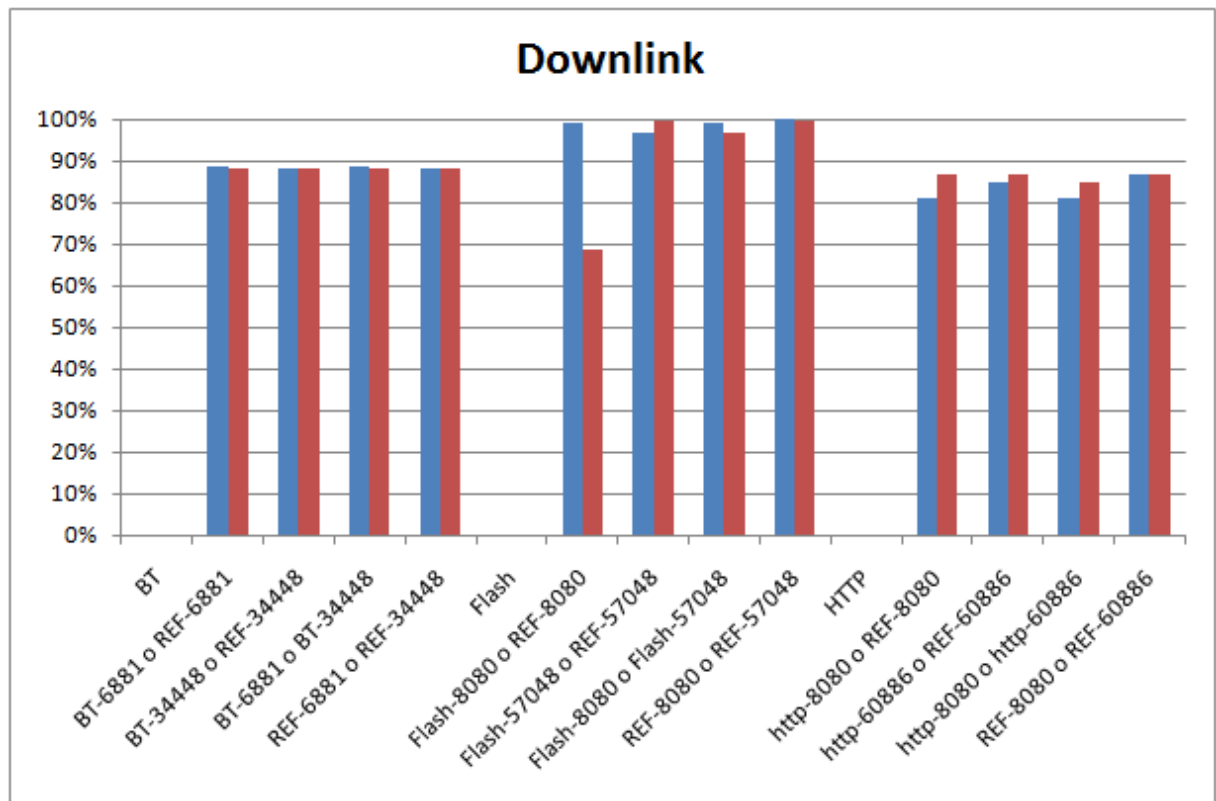
Inget anmärkningsvärt att kommentera.

## ISP F

### 12.6.1 ISP F mätpunkt 1



## 12.6.2 ISP F mätpunkt 2

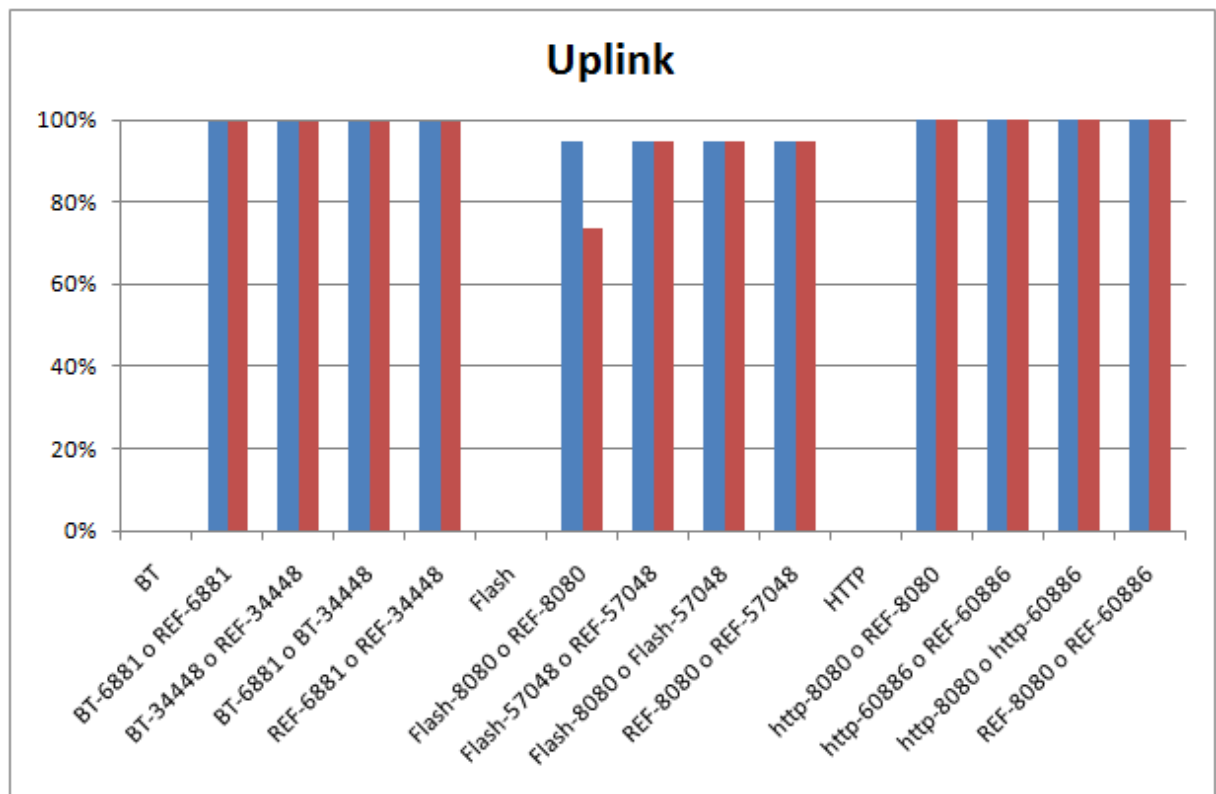
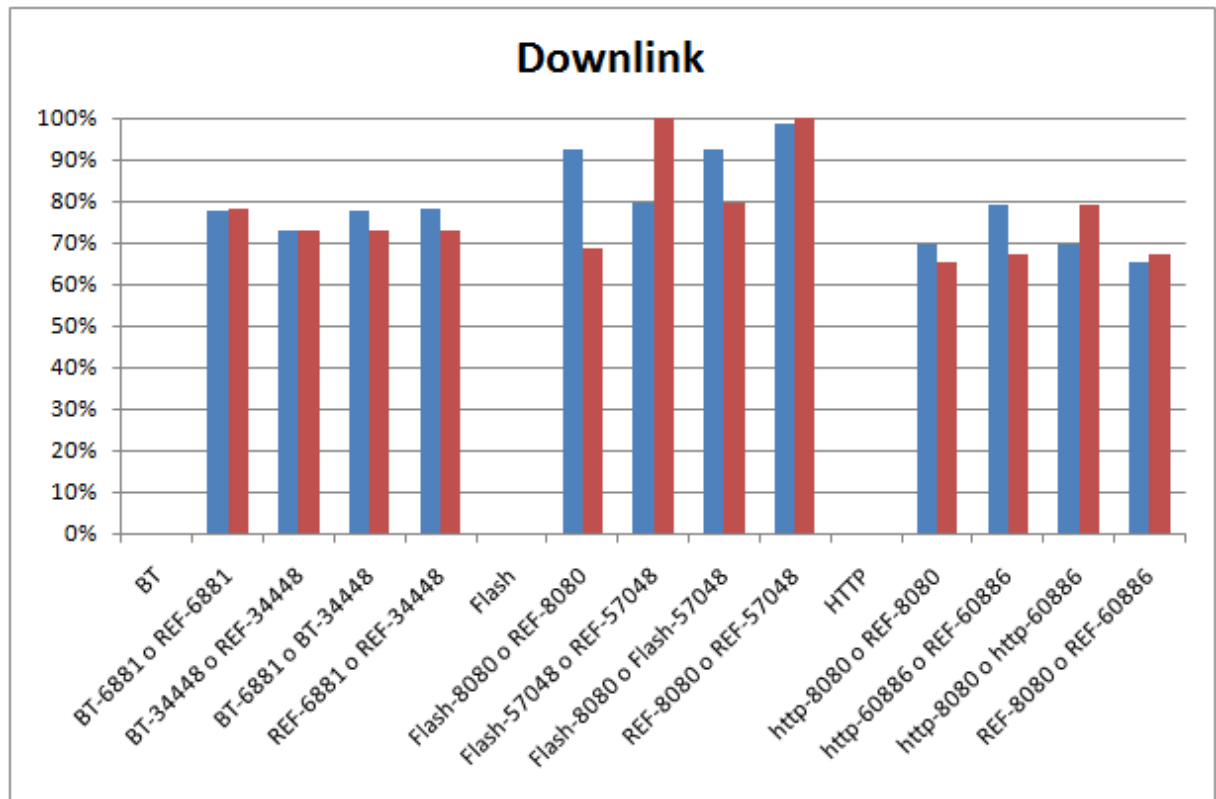


### 12.6.3 Kommentarer till resultat från ISP F

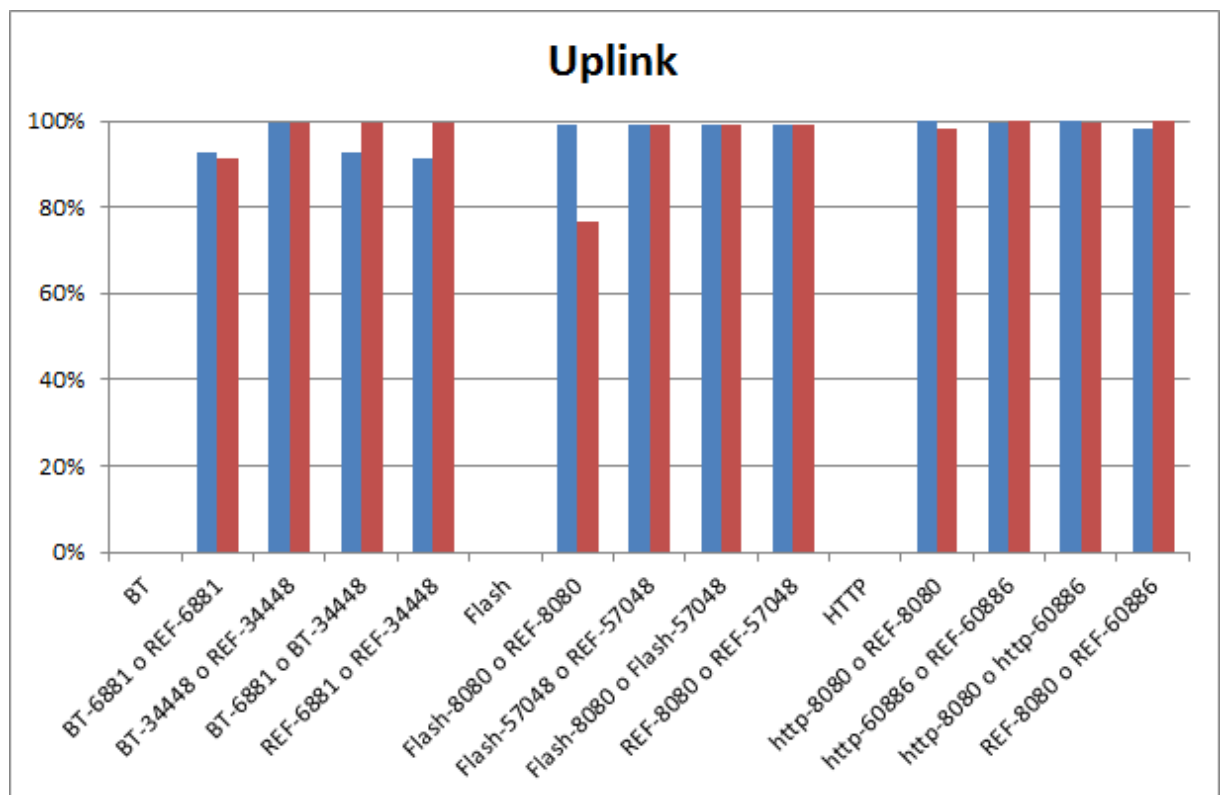
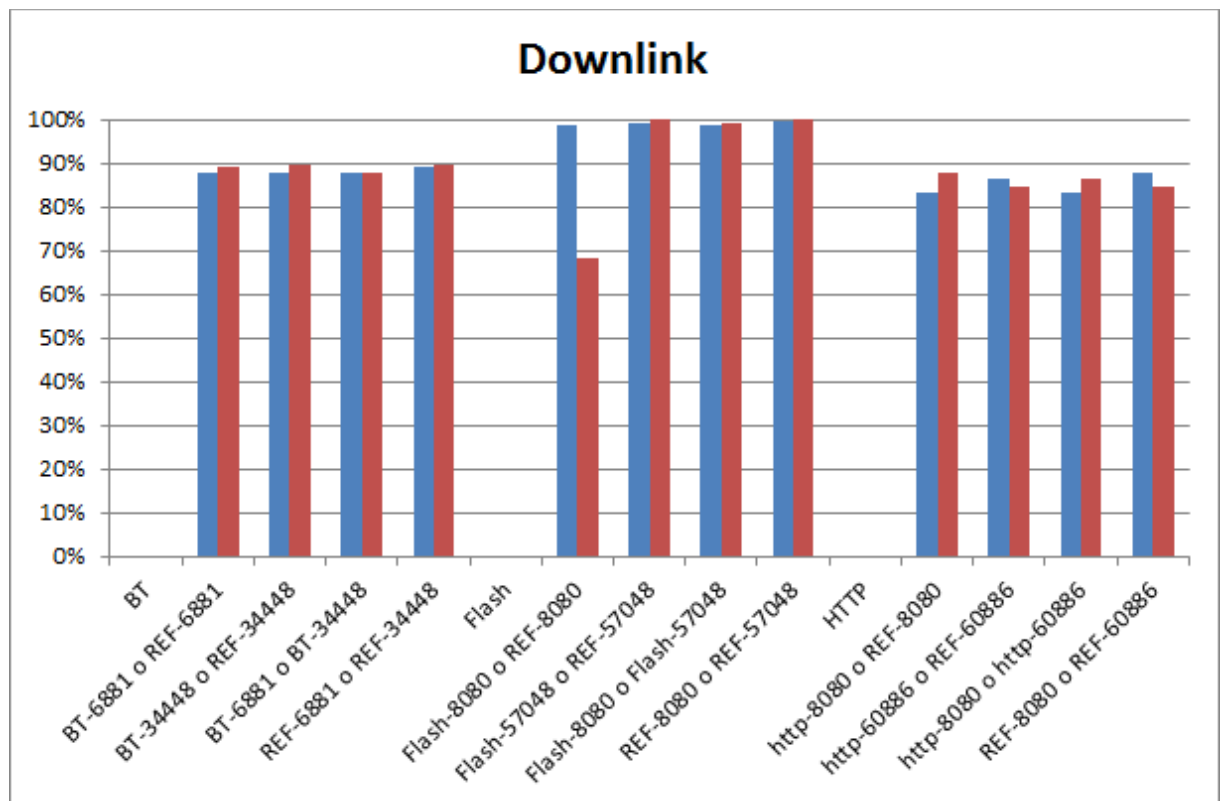
BitTorrent-trafiken ligger mot mätpunkt 1 klart lägre än maxgränsen och jämfört med referensprotokollet. Vi noterar också att det inte är beroende på port utan protokoll. Någonstans här används alltså en utrustning som tittar inuti paketen för att identifiera protokollet, så kallad Deep Packet Inspektion. Jämfört med mätningen mot mätpunkt 2 finns en klar skillnad då denna ser mer normal ut. Http ligger också lägre än förväntat mot mätpunkt 1 och dessutom väldigt jämnt. Detta kan tyda på att det är någon form av utrustning inblandad som trafiken passerar igenom.

## ISP G

### 12.7.1 ISP G mätpunkt 1



## 12.7.2 ISP G mätpunkt 2

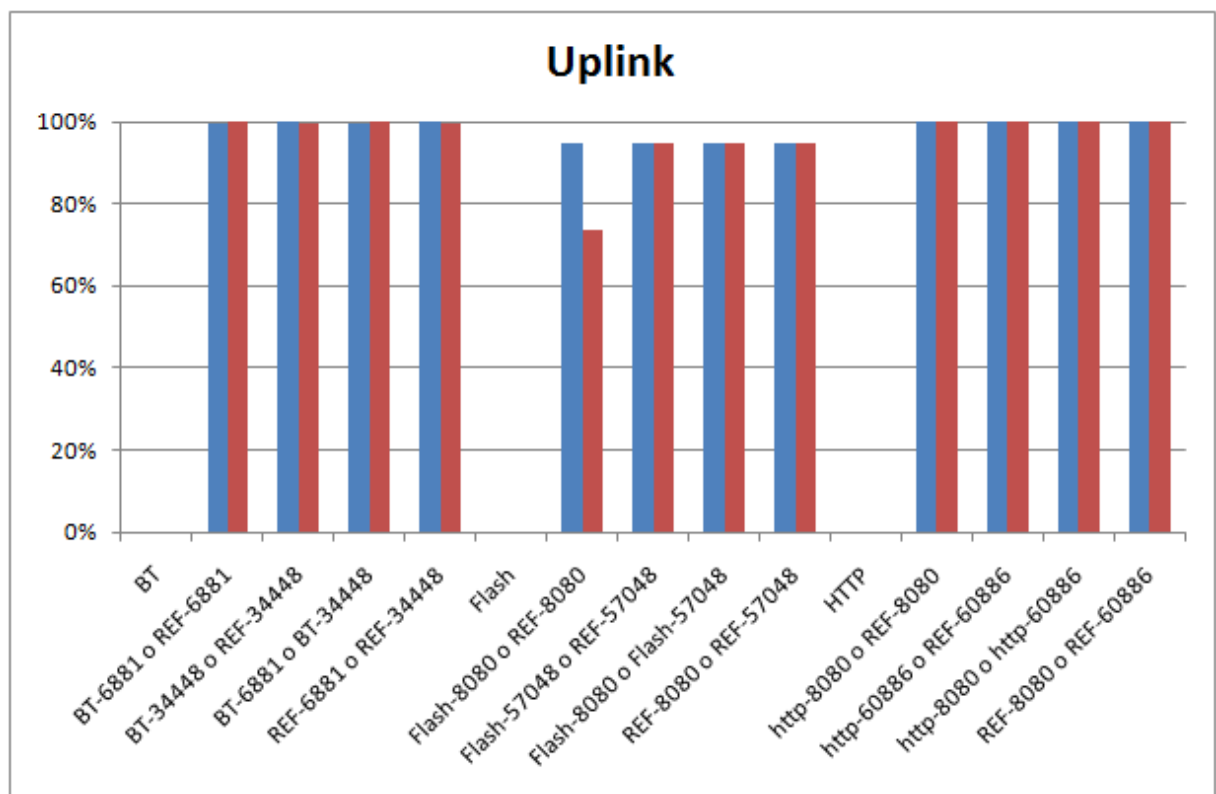
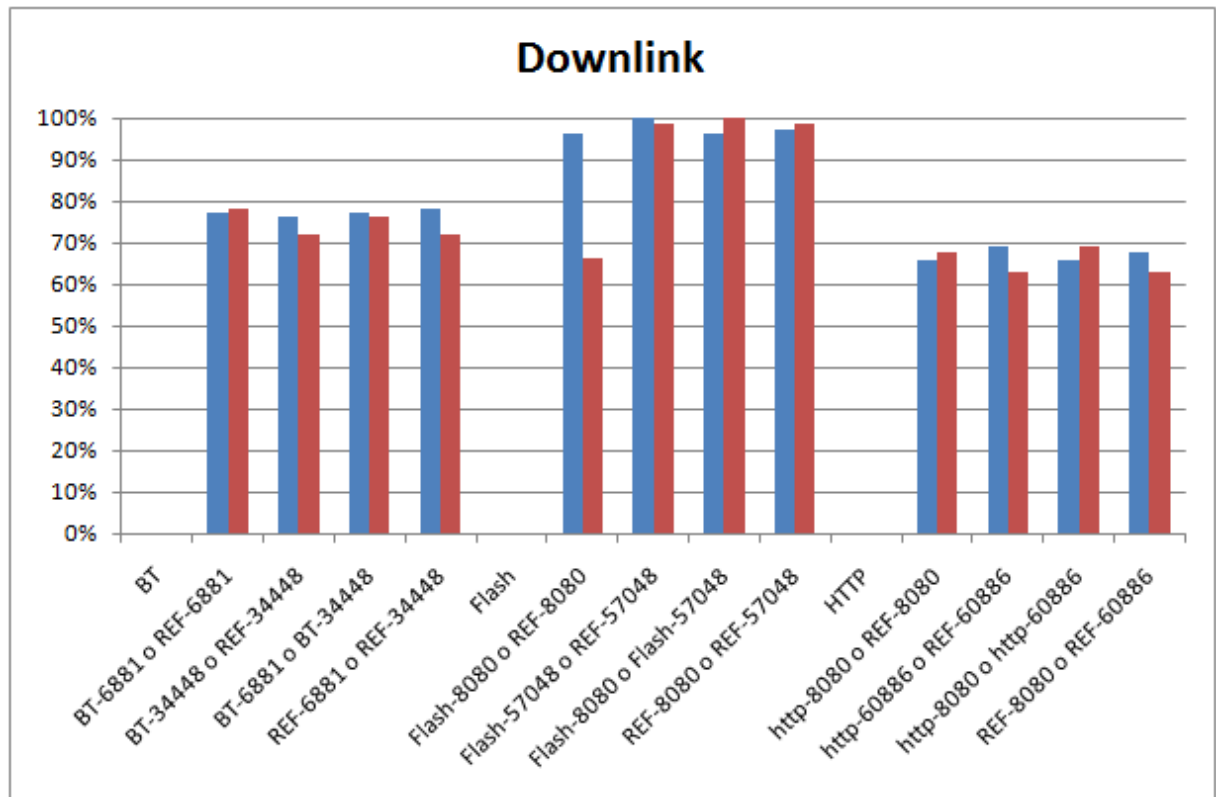


### 12.7.3 Kommentarer till resultat från ISP G

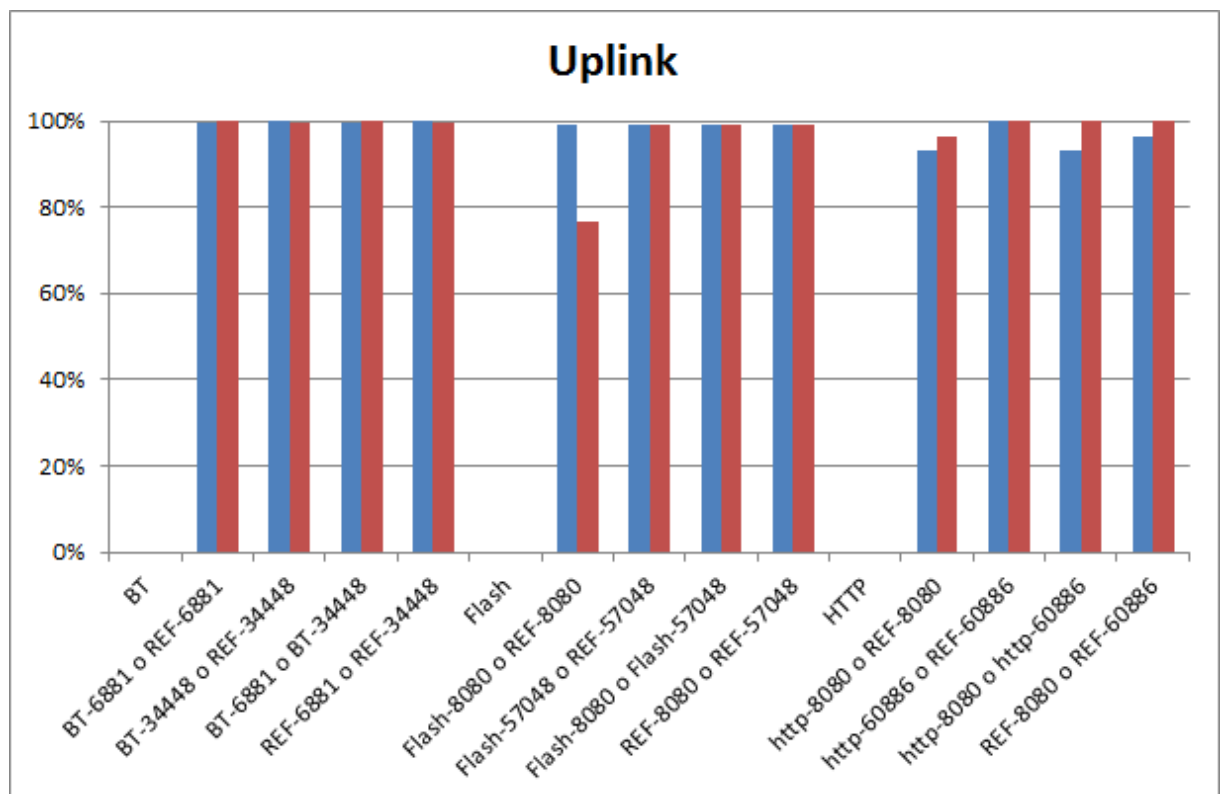
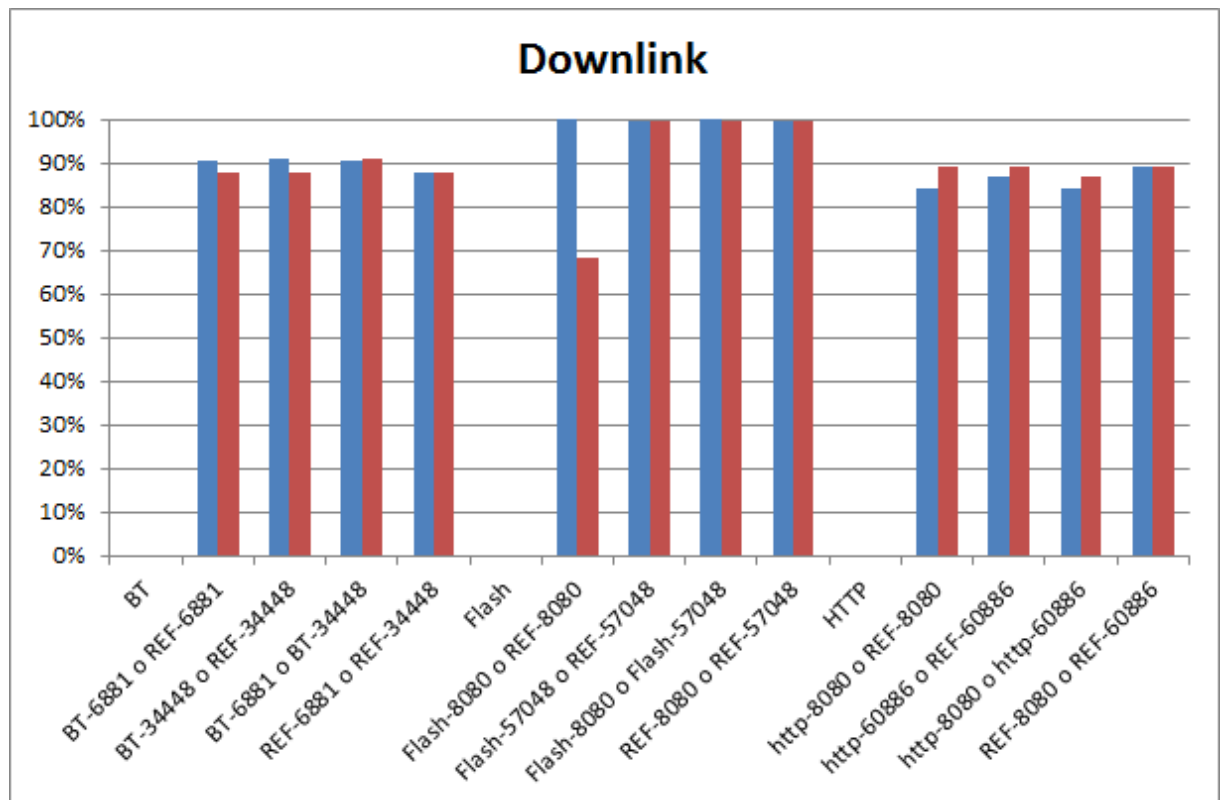
Inget anmärkningsvärt att kommentera.

## ISP H

### 12.8.1 ISP H mätpunkt 1



## 12.8.2 ISP H mätpunkt 2

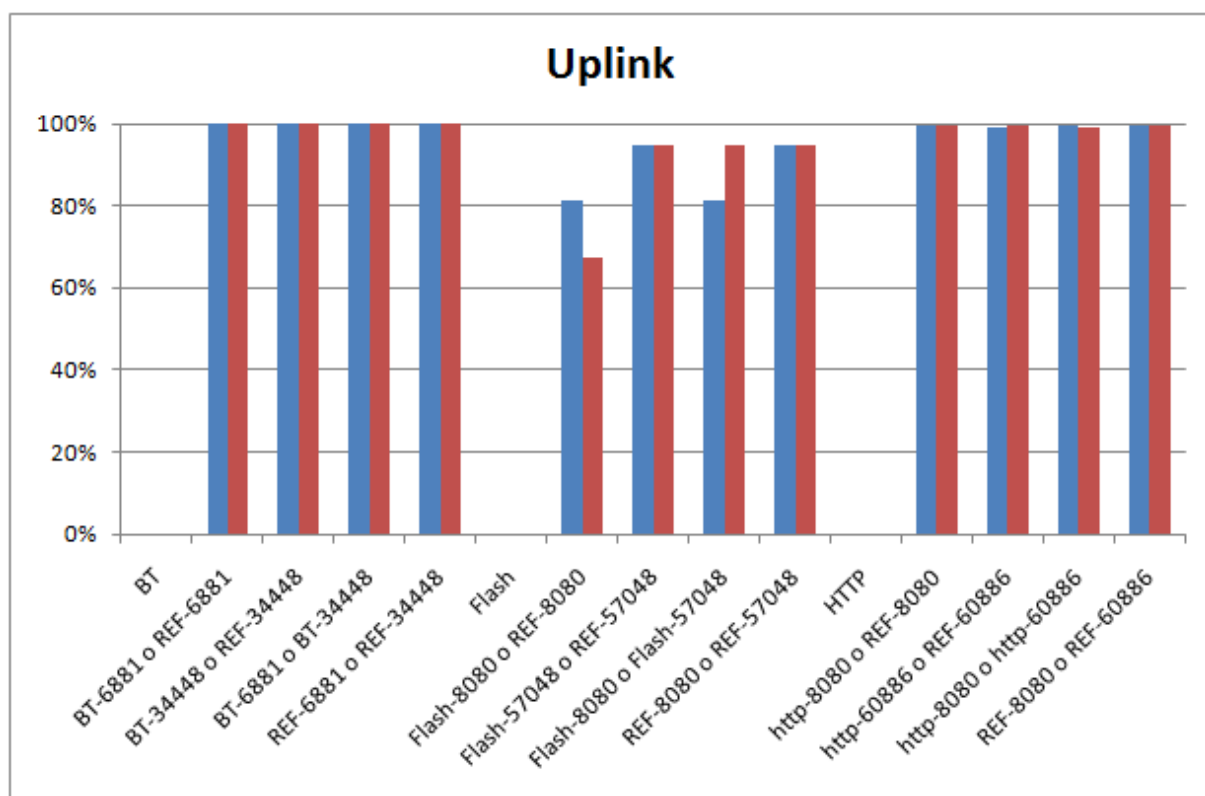
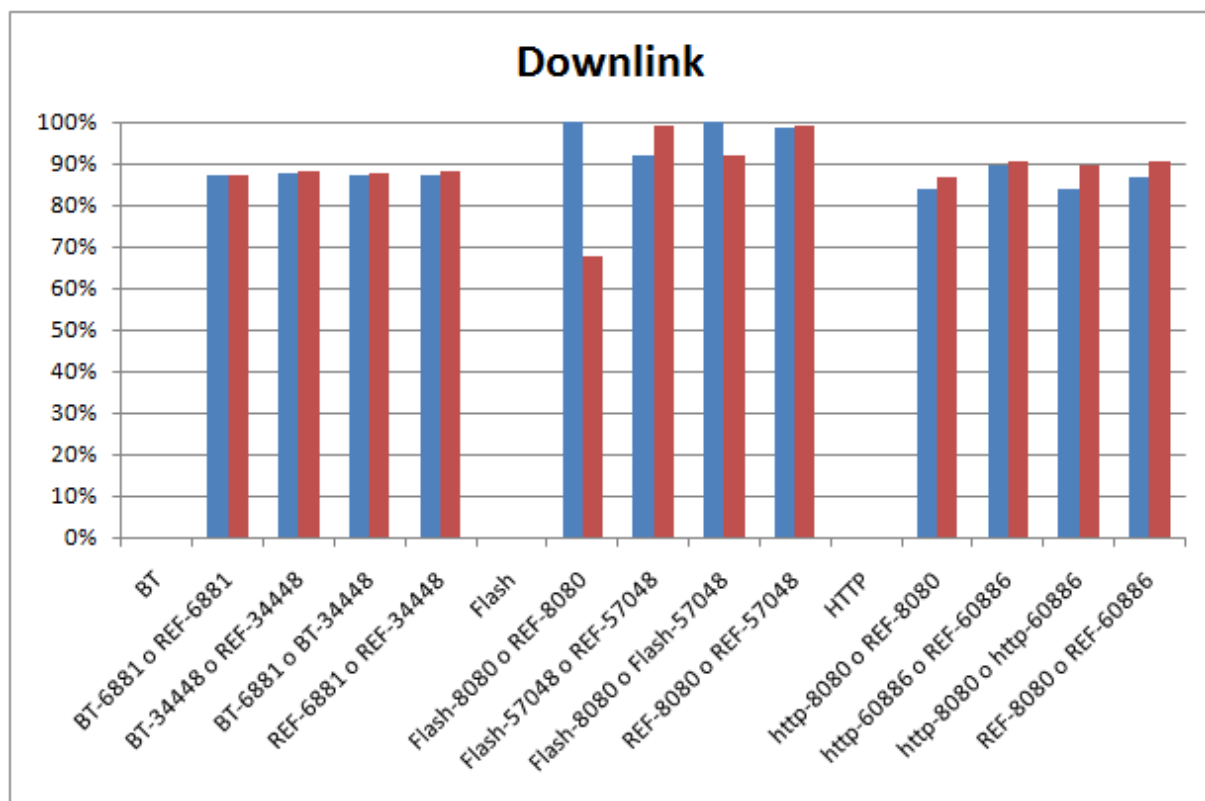


### 12.8.3 Kommentarer till resultat från ISP H

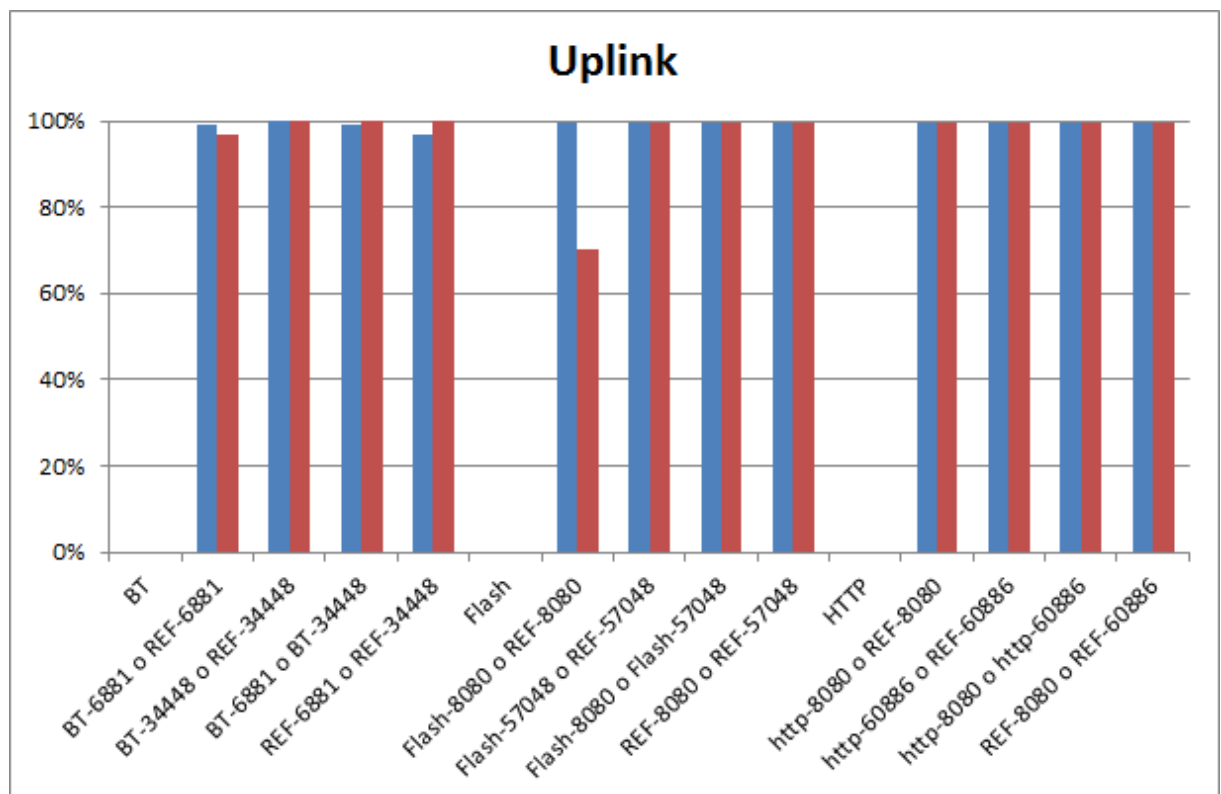
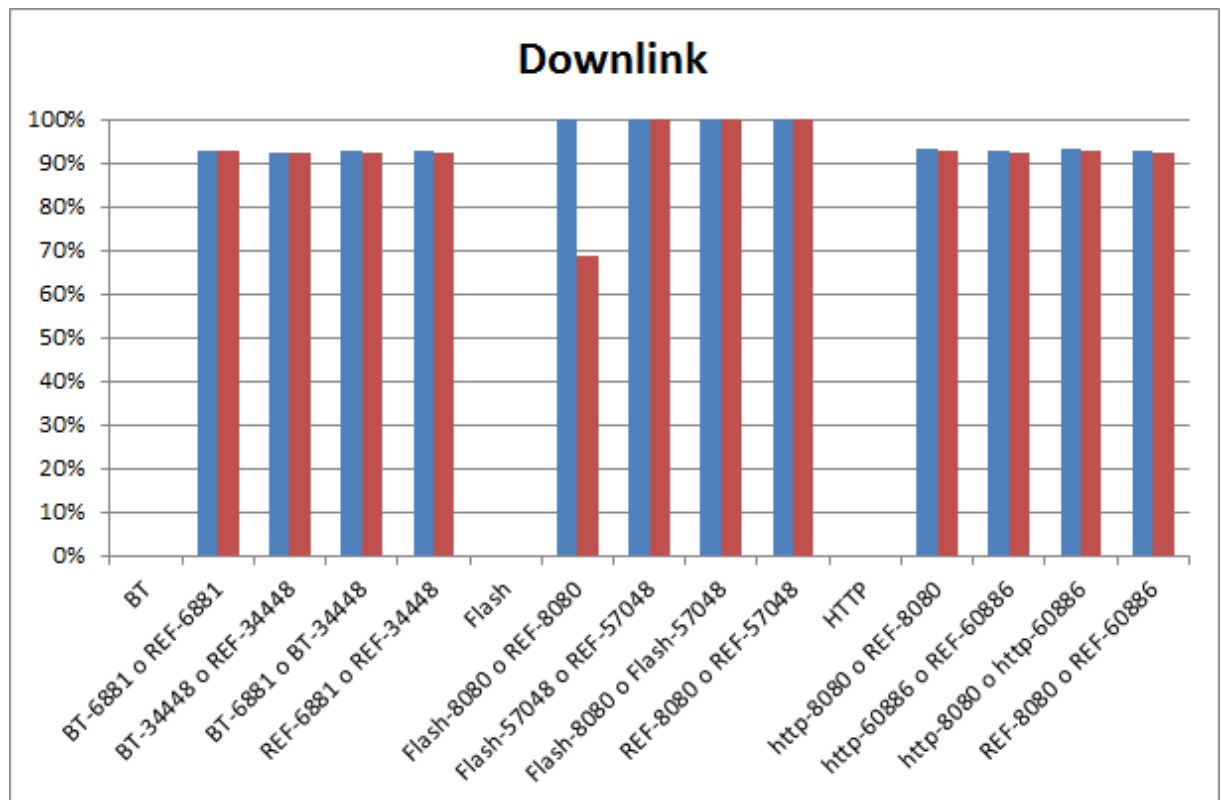
I mätning mot mätpunkt 1 ligger både BitTorrent och http med referensprotokollet 20-30 procent lägre än maximum och i jämförelse mot flashvideo. Man ser liknande resultat mot mätpunkt 2 men skillnaden mot maximum är mindre.

## ISP I

### 12.9.1 ISP I mätpunkt 1



## 12.9.2 ISP I mätpunkt 2

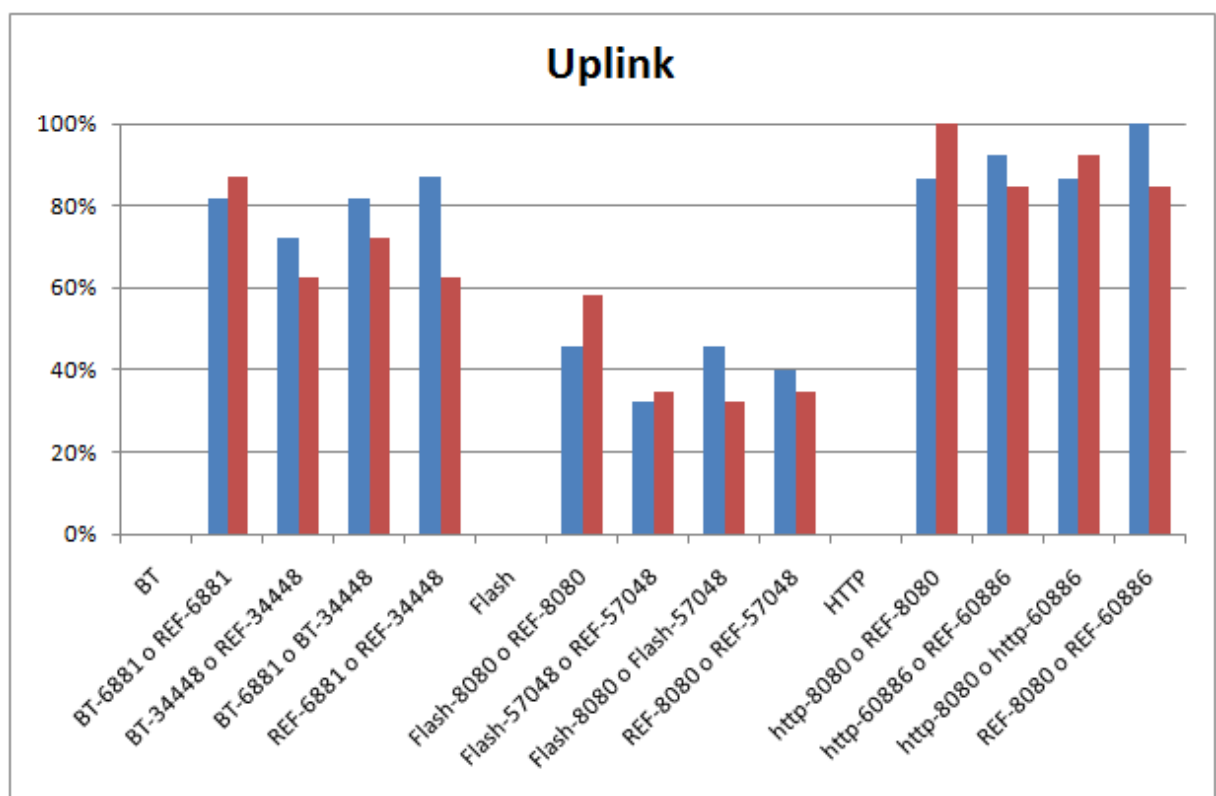
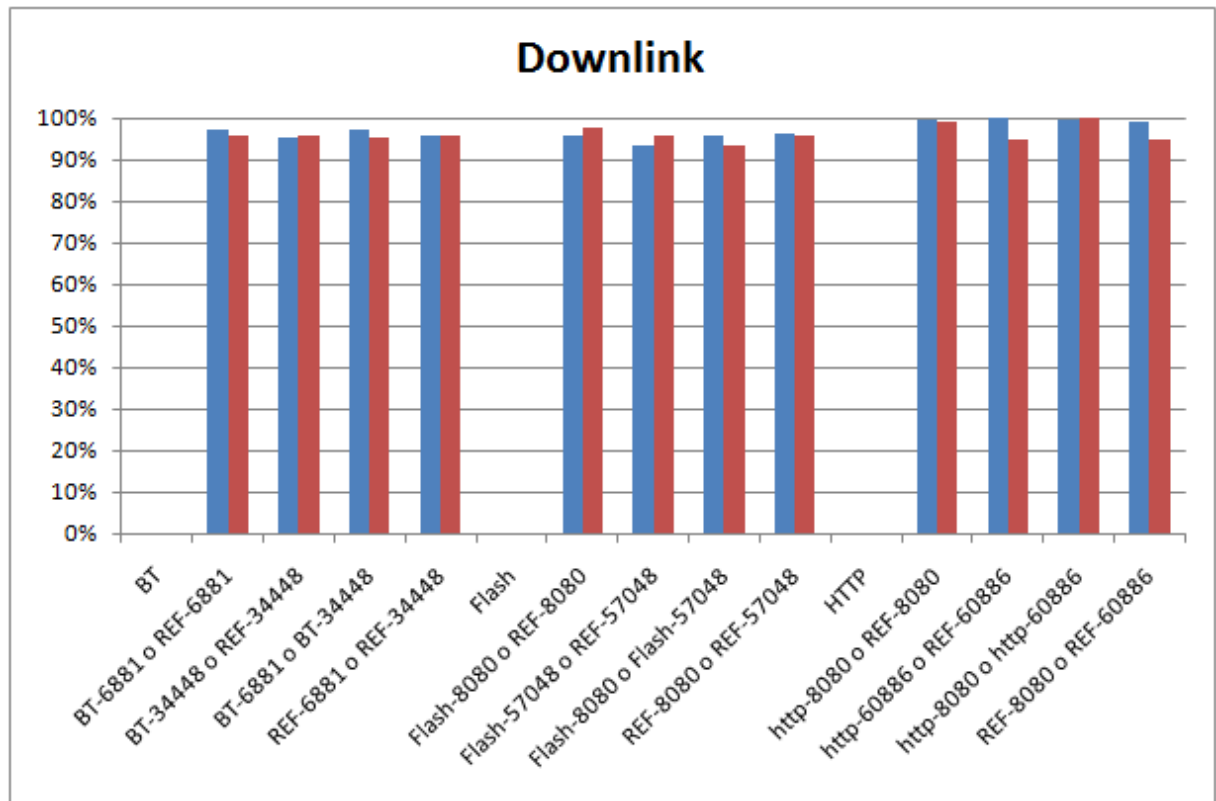


### 12.9.3 Kommentarer till resultat från ISP I

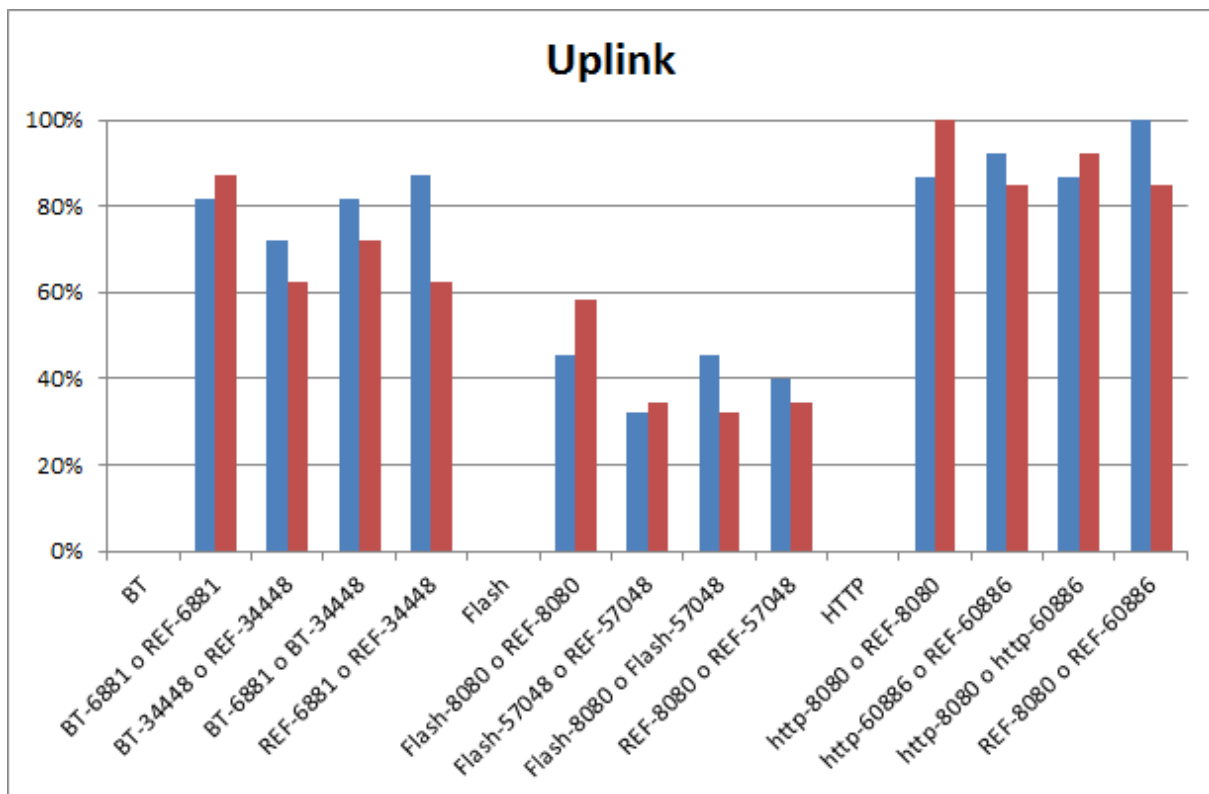
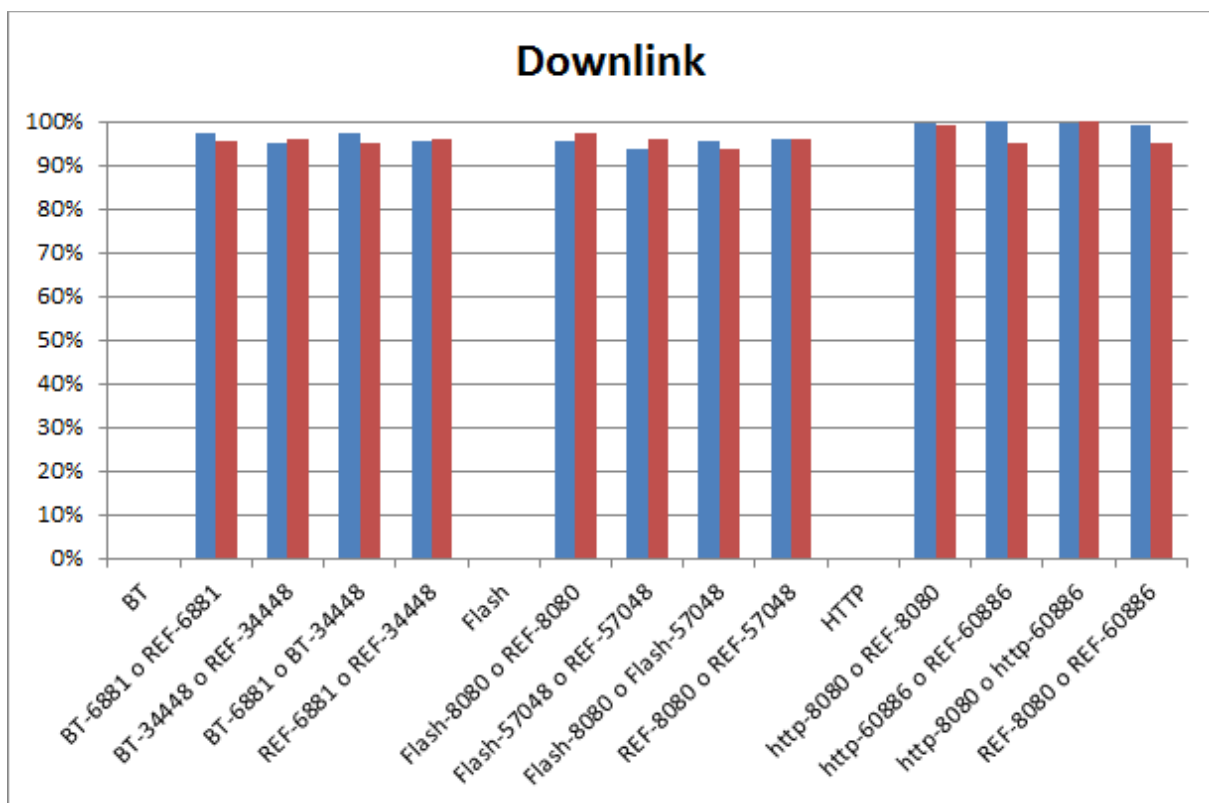
Inget anmärkningsvärt att kommentera.

## 3G-operatör A

### 12.10.1 3G-operatör A mätpunkt 1



## 12.10.2 3G-operatör A mätpunkt 2

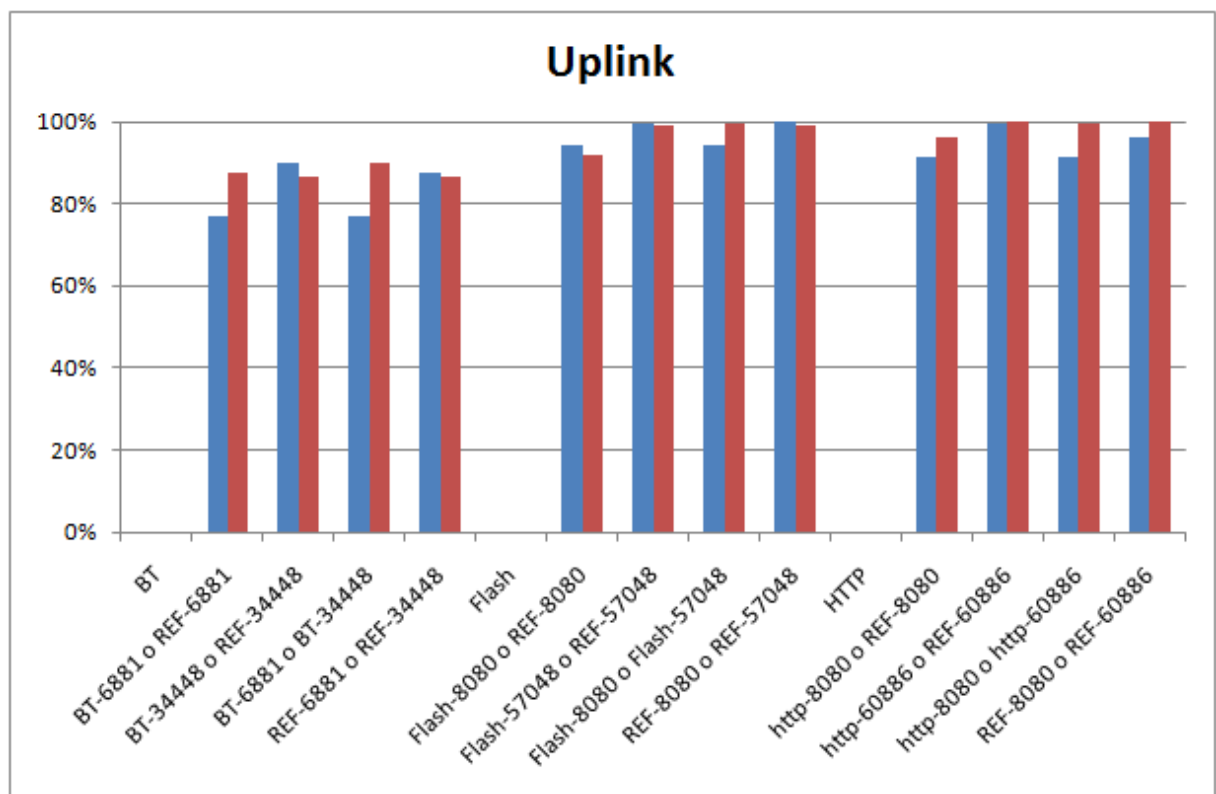
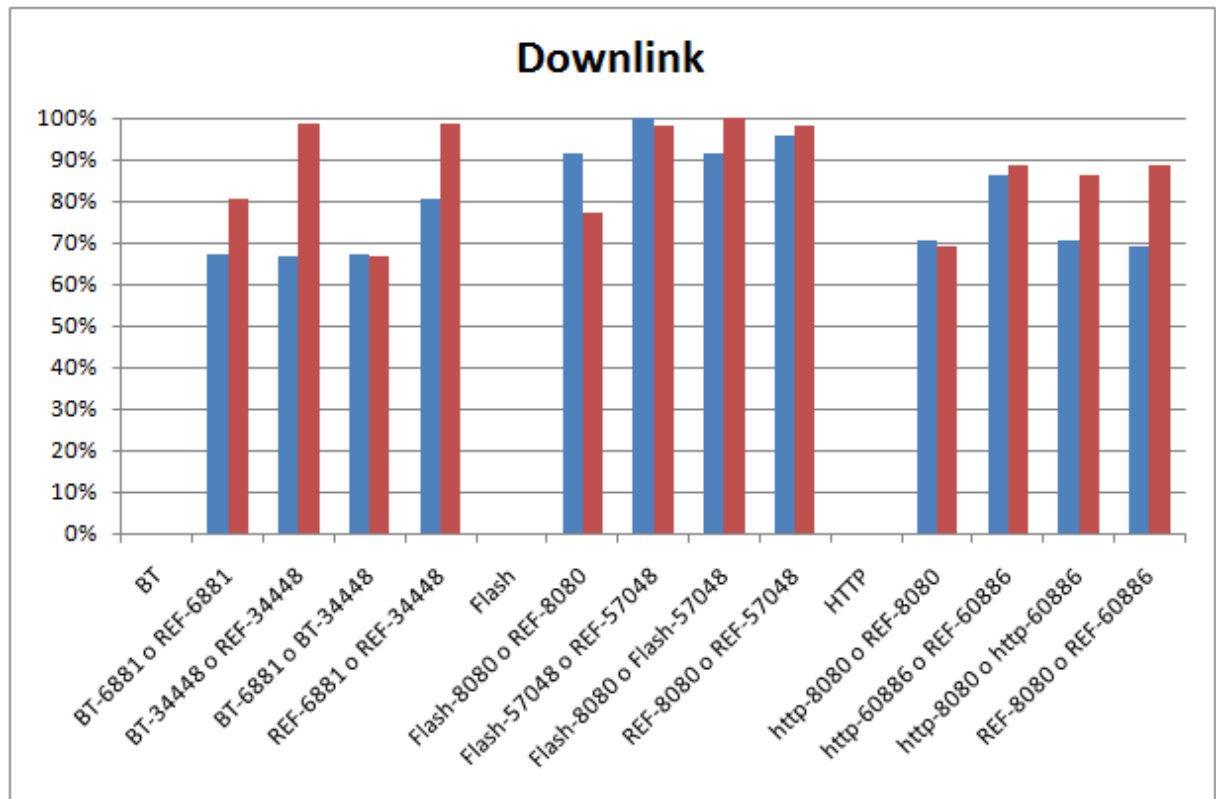


### 12.10.3 Kommentarer till resultat från 3G-operatör A

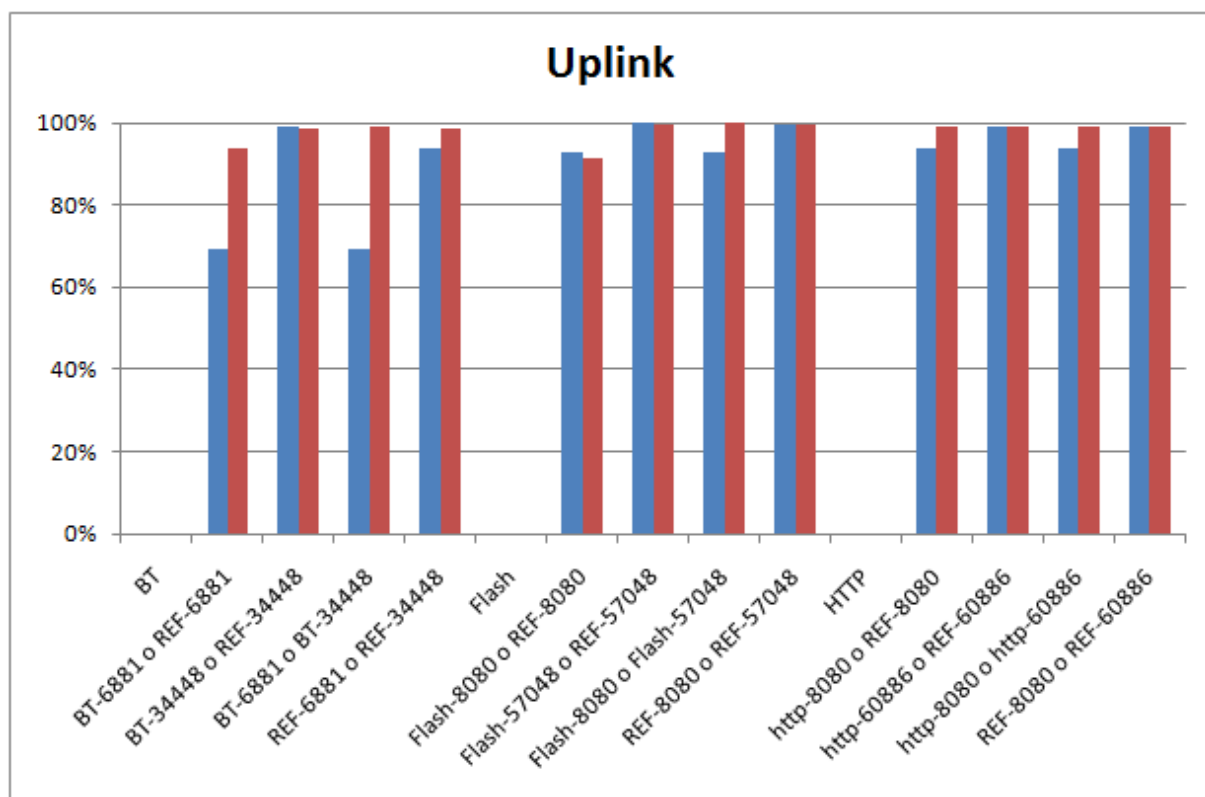
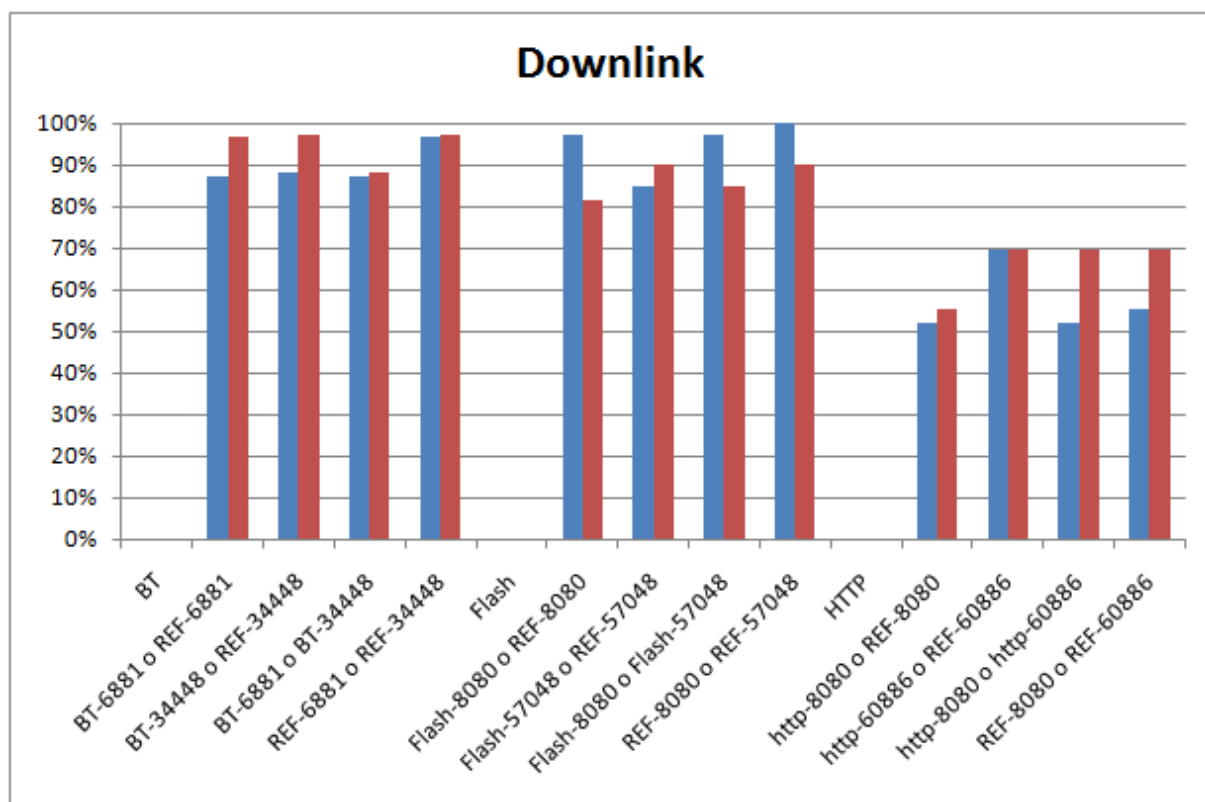
Upplänkstrafiken för 3G-operatör A varierade relativt mycket. Det går också att se en trend i att det för Flash-trafik är extra dåligt. Om detta beror på någon form av aktiv begränsning är svårt att säga.

## 3G-operatörB

### 12.11.1 3G-operatör B mätpunkt 1



## 12.11.2 3G-operatör B mätpunkt 2

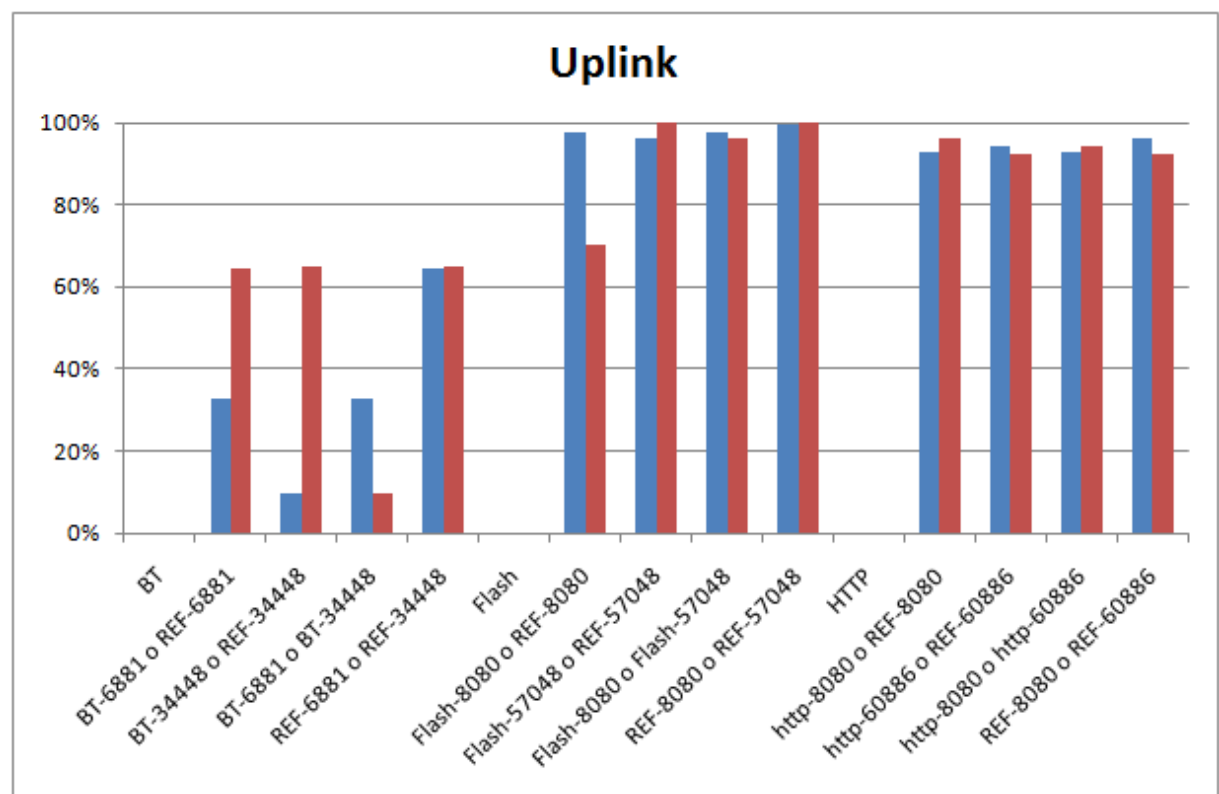
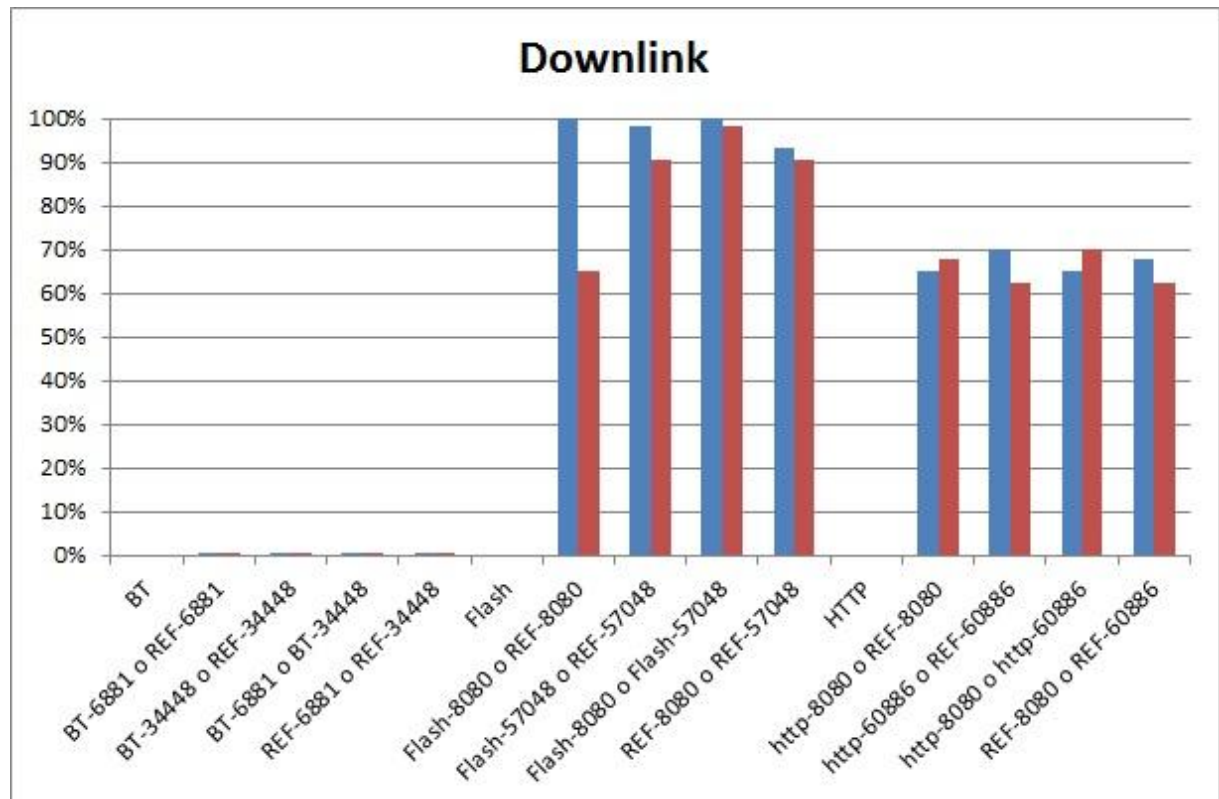


### 12.11.3 Kommentarer till resultat från 3G-operatör B

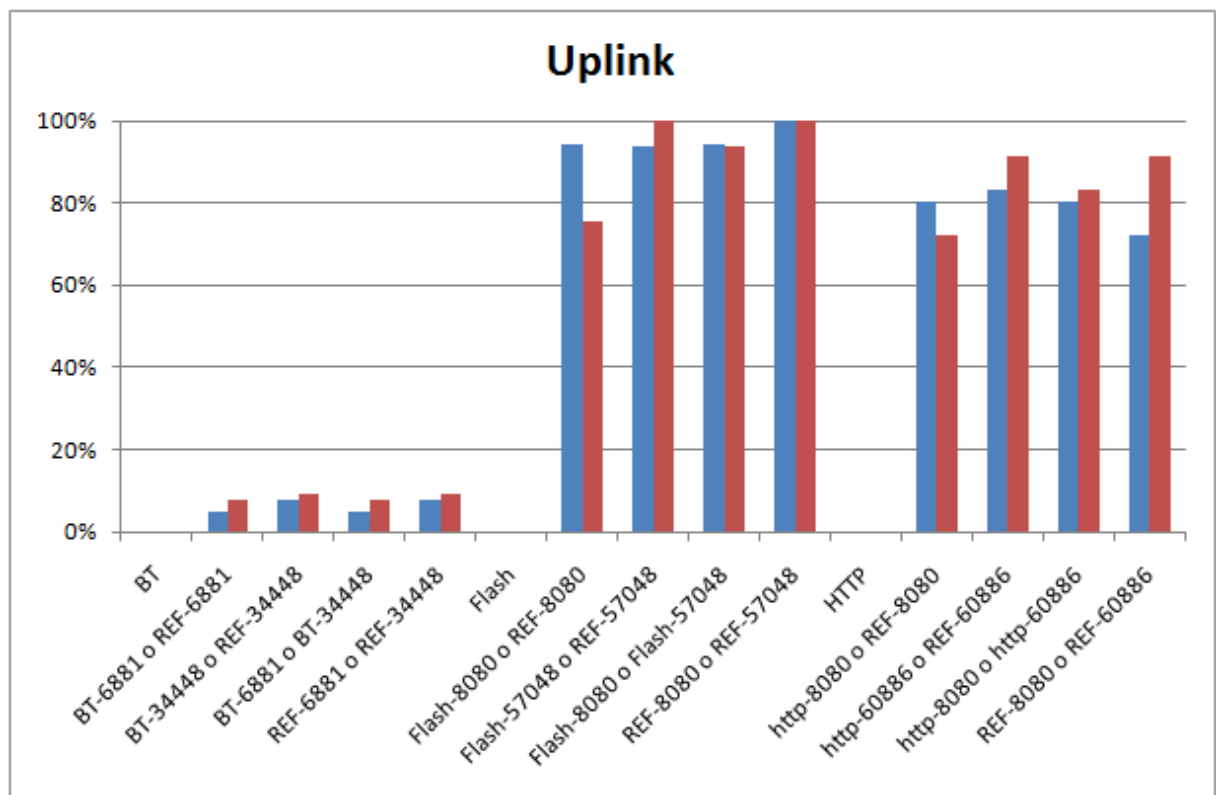
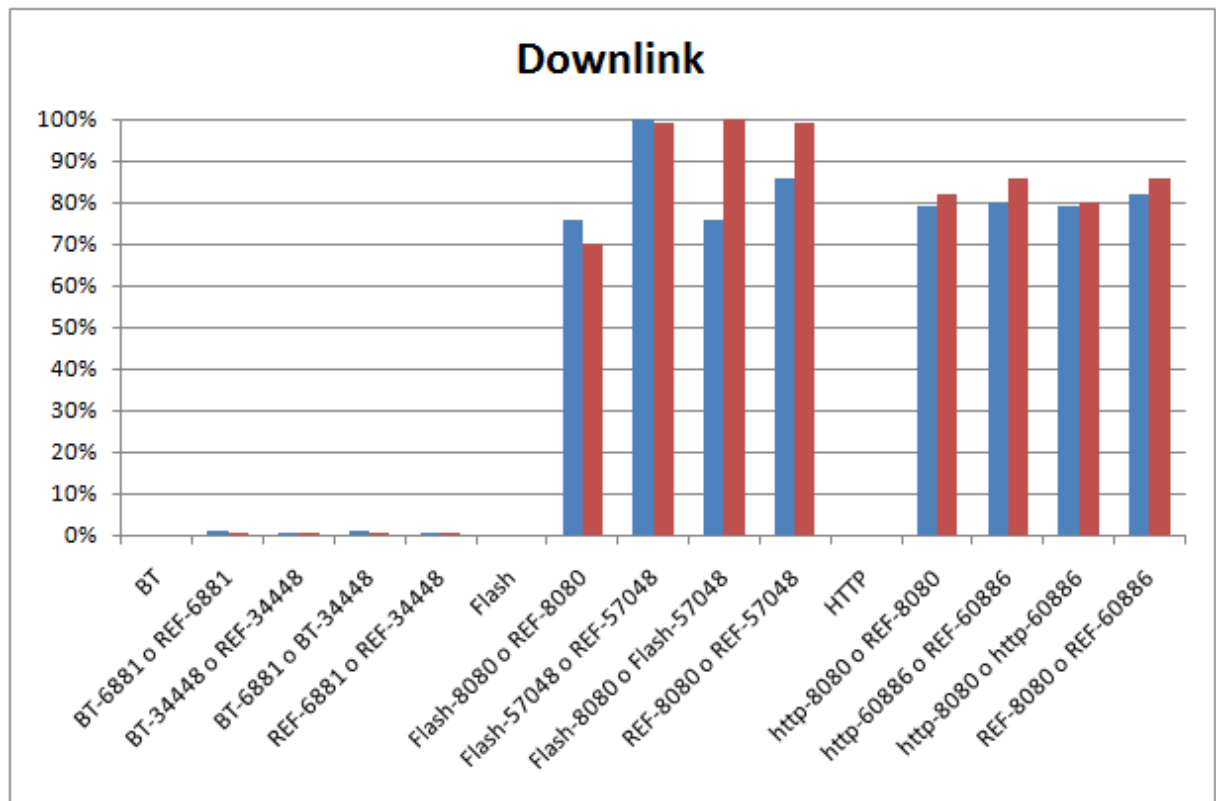
Så vitt vi kan bedöma verkar det förekomma en viss begränsning av BitTorrent och port 8080 oavsett vilket protokoll som används.

## 3G-operatör C

### 12.12.1 3G-operatör C mätpunkt 1



## 12.12.2 3G-operatör C mätpunkt 2



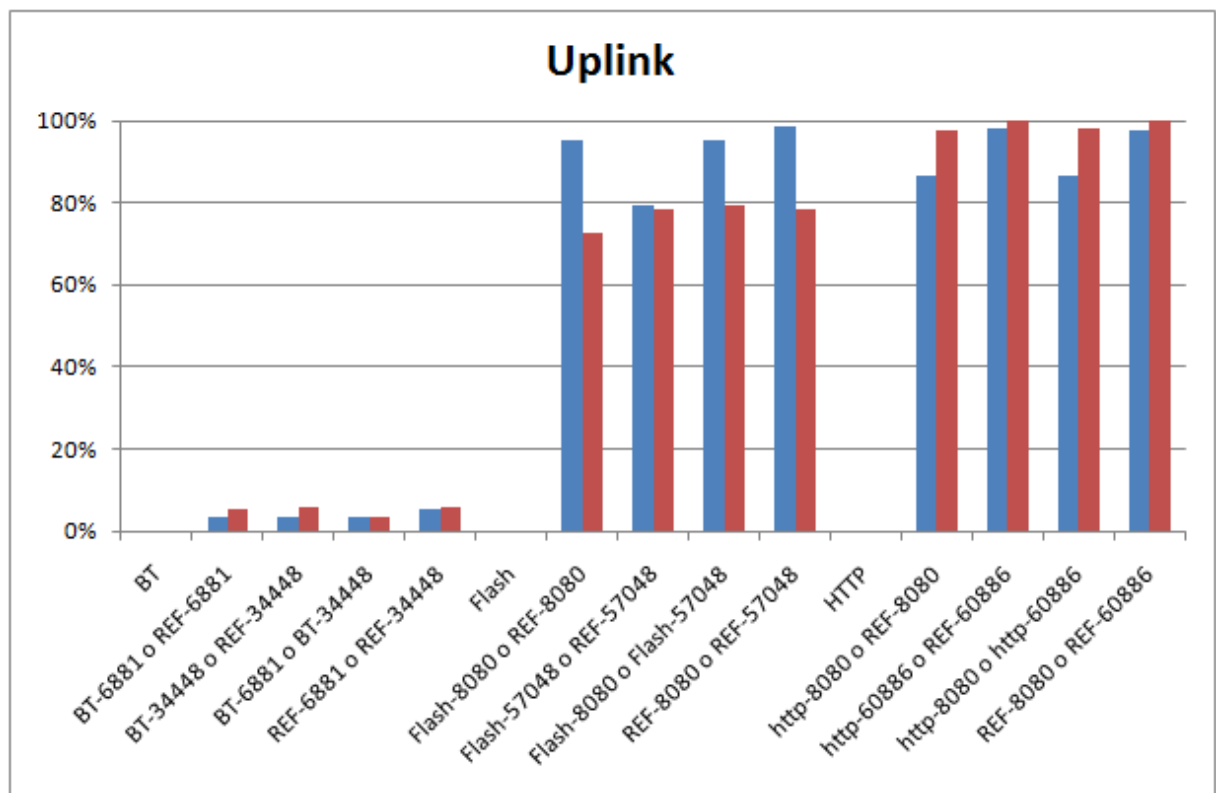
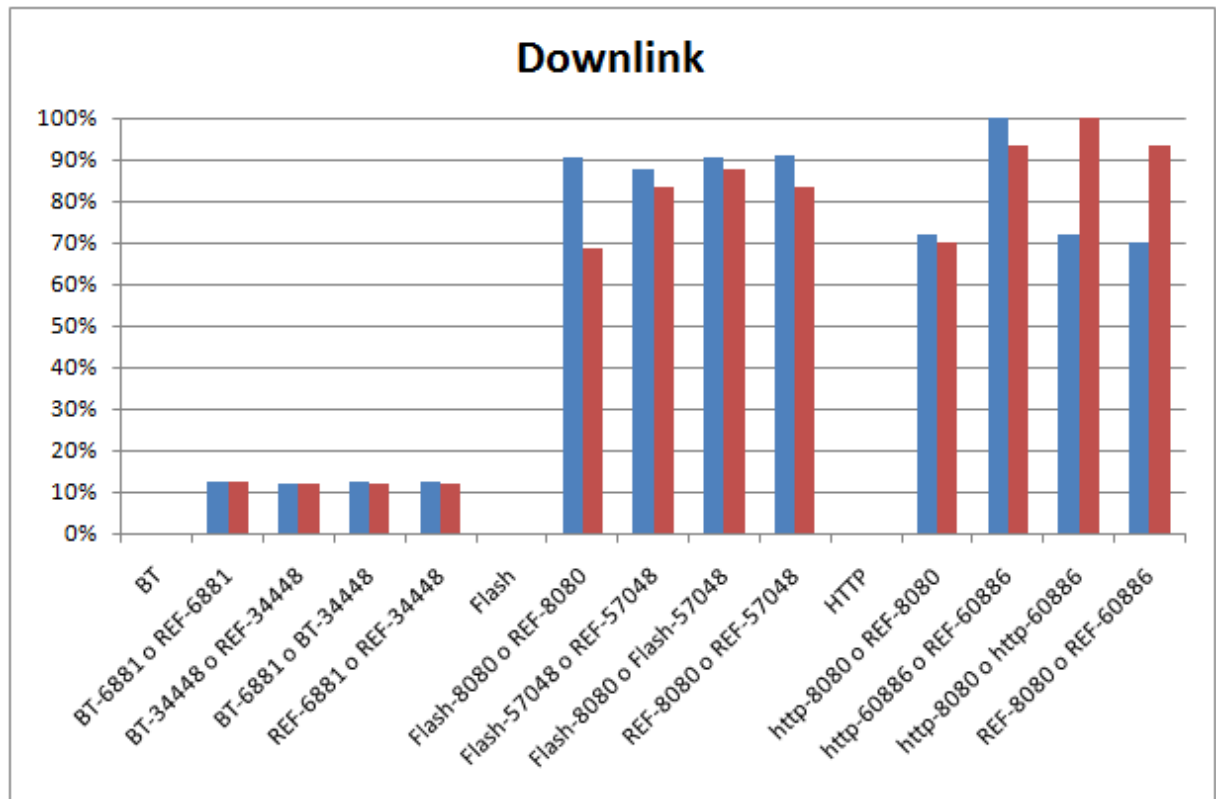
### 12.12.3 Kommentarer till resultat från 3G-operatör C

Mot mätpunkt 1 verkar BitTorrent begränsas kraftigt. Upplänken visar mer klassiska drag av begränsning mot endast det protokollet.

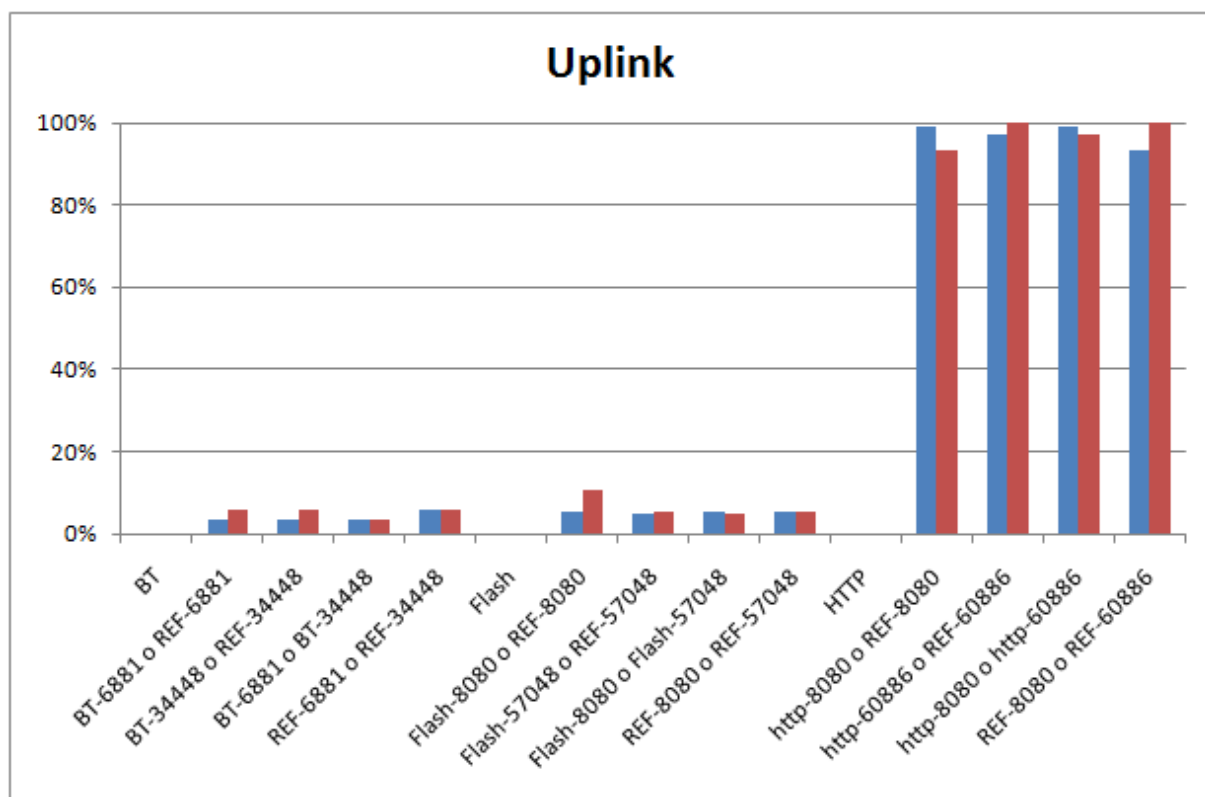
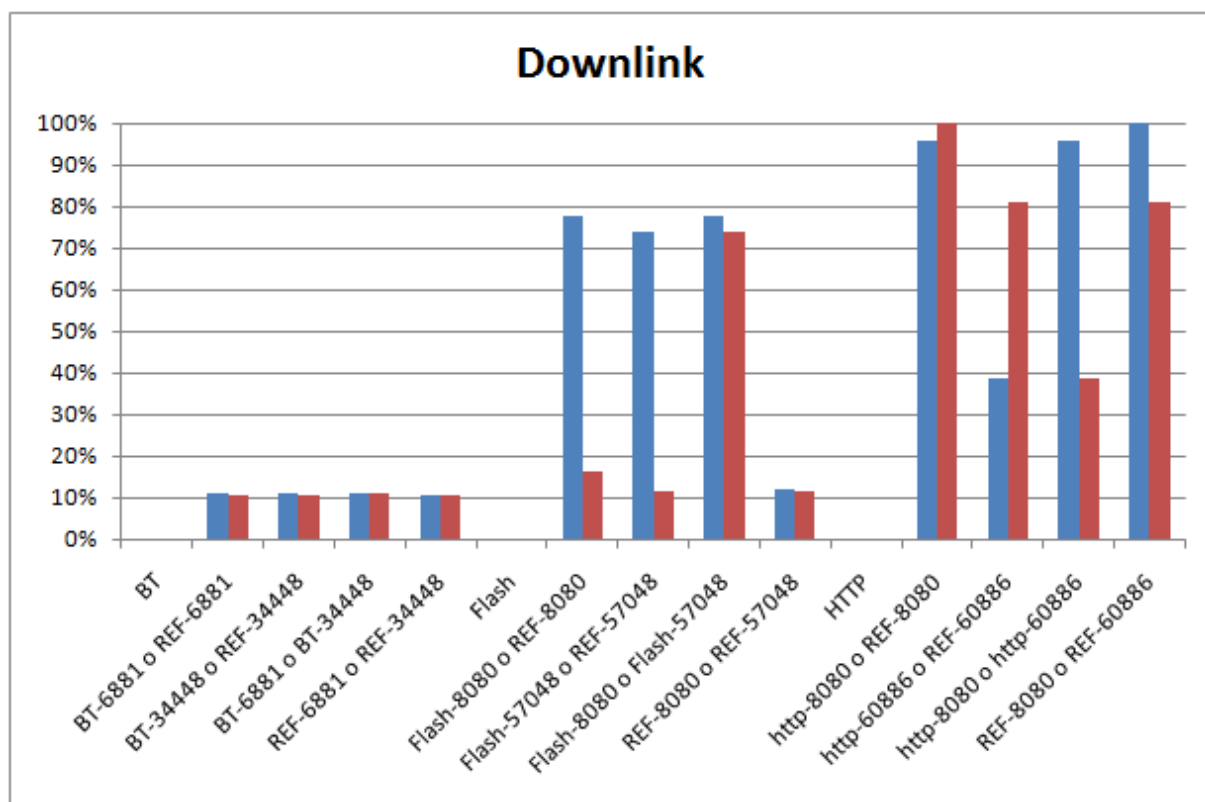
Mot mätpunkt 2 verkar det nästan vara totalt stopp för BitTorrent.

## 3G-operatör D

### 12.13.1 3G-operatör D mätpunkt 1



### 12.13.2 3G-operatör D mätpunkt 2



### 12.13.3 Kommentarer till resultat från 3G-operatör D

Mot mätpunkt 1 verkar BitTorrent strypas till cirka 10 procent av maximum. Begränsning gäller även mot mätpunkt 2. Här verkar flash-video och referensprotokollet(!) också ha blivit blockerat i flash-mätningen. En spekulation är att systemet identifierade BitTorrent och sedan väljer att prioritera ner kundens totala trafik. Denna nedprioritering kanske inte återställdes innan mätningarna med flashvideo gjordes.

Denna operatör blockerar även inkommande förbindelser mot kunden.