

Införande av passivt optiska kundterminaler hos en bredbandsleverantör

Peter Grönberg

Examensarbete för Tradenom-examen
Utbildningsprogrammet i informationsbehandling
Raseborg 2012



EXAMENSARBETE

Författare: Peter Grönberg

Utbildningsprogram och ort: Informationsbehandling, Raseborg

Handledare: Tomas Hammar

Titel: Införande av passivt optiska kundterminaler hos en bredbandsleverantör

Datum 8.11.2012

Sidantal 31

Bilagor 3

Sammanfattning

Uppgiften för examensarbetet var att införa ett passivt optiskt nätverk till ett bostadsbolag i omnejden. Arbetet utfördes under den tiden som jag jobbade på Karis Telefon Ab.

De optiska fibertjänsterna har tidigare levererats via aktivt optiska nätverk och det fanns ingen annan metod till förfogande. Det fanns ett stort behov av en alternativ lösning som man kunde vända sig till.

I arbetet tas det upp hur grundstrukturen för det passivt optiska nätverket (GPON) ser ut och de olika komponenterna samt utrustningen som krävs för att nätverket skall fungera. Utrustning som används är bland annat Single-mode fiberkablar, Optical Network Unit, WDM combiner med mera. Arbetet utförs från det passivt optiska nätverkets utgångspunkt i kopplingscentralen ända fram till kundens lägenhet. I arbetet tas inte den administrativa delen av nätverket upp utan endast uppbyggnaden av förbindelsen och dess utrustning.

Slutresultatet av arbetet är ett fungerande passivt optiskt nätverk som levererar optiska fibertjänster till alla som är bosatta i bostadsbolaget.

Språk: Svenska Nyckelord: Optiska fiber, passivt optiska nätverk, GPON, FTTB

BACHELOR'S THESIS

Author: Peter Grönberg

Degree Programme: Business Information Technology, Raseborg

Supervisors: Tomas Hammar

Title: Introduction of Passive Optical Customer Terminals at a Broadband

Provider /Införande av passivt optiska kundterminaler hos en bredbandsleverantör

Date: 30 November 2012 Number of pages: 31 Appendices: 3

Summary

The project of this thesis was to establish a passive optical network to an apartment building in the region. The project was done during the time that I was working at Karis Telefon Ab.

The optical fiber services were previously delivered through an active optical network and there was no other method available. There was a need for an alternative solution that one can turn to.

In this thesis I discuss how the structure of the passive optical network (GPON) is built and the different components and equipment needed to make a functional network. The equipment used is, among other things, Single-mode fiber cables, Optical Network Unit, WDM combiner, etc.

The work is performed from the passive optical network's starting point at the point-of-presence all the way to the client's apartment. The administrative part of the network is not described in this thesis, only the equipment and getting the connection up and running.

The final result of this thesis is a fully functional passive optical network that will deliver the optical fiber services of the company to all the residents of the apartment building.

Language: Swedish Key words: Optical fiber, Passive Optical
Network, GPON, FTTB

Innehållsförteckning

1	Introduktion	1
1.1	Uppdragsgivare	2
1.2	Om företaget.....	2
1.3	Syfte och målsättning	2
1.4	Målgrupp.....	3
1.5	Avgränsning.....	4
2	Ordförklaring samt förkortningar	4
3	Internet i vardagen	5
3.1	Fiber-To-The-Building (FTTB)	6
3.2	Fiber-To-The-Home (FTTH)	8
4	Fiberkablar	8
4.1	Single-mode fiberkabel.....	9
4.1.1	Olika typer av Single-mode fiberkablar	9
4.1.2	Simplex och Duplex	9
4.1.3	Kopplingkontakter	10
5	Aktivt eller Passivt Optiskt nätverk	11
6	Passivt Optiskt Nätverk	12
6.1	Aktiv PON utrustning.....	13
6.1.1	Point-of-Presence	13
6.1.2	Optical Line Terminal	13
6.1.3	Optical Network Terminal	14
6.1.4	EDFA	14
6.2	Passiv PON utrustning.....	15
6.2.1	WDM Combiner (Wavelength Division Multiplexing)	15
6.2.2	Splitter	15
6.3	PON & AON topologi	16
7	I praktiken	17
7.1	Zhone MXK 819 (Optical Line Terminal)	18

7.2	EDFA samt splitter	19
7.3	Mätinstrument	21
7.4	WDM Combiner.....	22
7.5	Kundsplitter.....	23
7.6	Optical Network Terminal (ONT).....	24
8	Testning & Problem	26
9	Framtiden	26
10	Slutdiskussion	28
11	Avslutning	29
	Källförteckning	30
	Figurförteckning	31
	Bilagor	32

1 Introduktion

I vårt nutida samhälle har möjligheten till internetanslutning blivit ett måste. Om ett företag i dagens läge inte har tillgång till internet eller företaget själv anser att de inte behöver det så kan man vara säker på att konkurrenterna blir förvånade.

Efter att ha jobbat en tid inom internetleverantörbranschen på Karis Telefon Ab har jag insett hur otroligt beroende vi har blivit av internet.

Mitt uppdrag är att se till att ett bostadsbolag i trakten ska förses med passivt optiskt fibernätverk eftersom företaget vill ha flera möjligheter till sitt förfogande när det kommer till optiska fiberlösningar. Före den passivt optiska lösningen fanns det endast aktivt optiska lösningar och i vissa fall skulle det ha varit bra för företaget att ha möjlighet till ett annat alternativ.

Främsta målet med uppdraget har varit att få en fungerande anslutning till kunderna i bostadsbolaget. Mitt arbete kommer också att användas som en jämförelse mellan de två olika optiska nätverken och hur de i framtiden fungerar i olika situationer.

I arbetet kommer jag att beskriva de huvudsakliga komponenterna som krävs för att hela optiska nätverket skall fungera. Jag kommer att använda mig i stora drag av utrustning som redan från tidigare finns inom företaget. En stor del av utrustningen som används i det aktivt optiska nätverket kan också användas i det passivt optiska nätverket. Några nya komponenter måste dock införskaffas.

Jag kommer också att diskutera och fundera över hur framtiden ser ut inom optiska fibernätverk. Hur länge kommer det att dröja innan det system som jag nu installerar inte alls är modernt längre och måste bytas ut? Hur mycket har hastigheterna förändrats efter ett decennium och vad anses då som standardhastighet på en vanlig konsumentförbindelse för vardagligt hemmabruk.

Det är endast tio år sen det började finnas en möjlighet till ADSL-bredbandstjänster i de finska hemmen och idag ungefär tio år senare börjar ADSL anslutningen redan vara föråldrad och

kraven på förbindelsen blir allt högre. Hur ser våra krav och förväntningar ut inom de kommande tio åren?

1.1 Uppdragsgivare

Som uppdragsgivare för arbetet fungerar Patrik Gustafsson, teknisk direktör på Karis Telefon Ab. Uppdraget togs upp under den tiden som jag har jobbat deltid på företaget samtidigt med mina studier. Eftersom jag redan var lite insatt inom området så tog jag mig an projektet.

1.2 Om företaget

”Karis Telefon -koncernen är medlem i Finnet-förbundet. Bolaget som ägs av sina telefon- och optofiberabonnenter erbjuder ICT-tjänster åt konsumenter, företag, samfund och operatörer. Konsumenter betjänar vi huvudsakligen i Raseborg och Hangö, och företag på området sträckande från Helsingfors till Hangö.

Det lokala telefonbolaget grundades den 26 oktober 1920, då målsättningen var att få fungerande telefonförbindelser. I dag är verksamheten mångsidigare och förmedlaren av information, rörlig bild och tal står inför helt nya utmaningar. Det gamla koppartelefonnätet skall ersättas med ett modernt optiskt fibernät som når alla hem i Raseborg och Hangö. Målsättningen är att alla nya fiberabonnenter även skall bli bolagets aktieägare. På det sättet säkerställs att bolaget även i fortsättningen ägs lokalt och fortsätter att arbeta för det lokala samfundets välfärd.” (Karis Telefon Ab, 2012)

Företaget består idag av ungefär 25 anställda som arbetar främst från huvudkontoret i Karis och företaget hade år 2011 en årlig omsättning ca 7 miljoner euro. Samarbete görs bland annat med lokala företag som Westcom, Sydweb, N3M med flera.

1.3 Syfte och målsättning

Jag har under en längre tid jobbat med installation av optiska nätverk till antingen egnahemshus eller bostadsbolag med flera lägenheter. Syftet med arbetet är införande av passivt optiska kundterminaler hos Karis Telefons Ab:s kunder. Tidigare fanns det endast aktivt optiska nätverk i bruk samt de gamla traditionella ADSL förbindelserna via kopparnätet.

Jag ville verkligen sätta mig in i det här arbetet och få ordentlig uppfattning om vad som krävs för att bygga upp ett komplett optiskt nätverk.

Det är bra för företaget att det finns olika lösningar och möjligheter som kan tas i bruk beroende på situationen och läget var det optiska fibret skall installeras. Om det en längre tid har varit problem med någon förbindelse och man till en del vet orsaken så kan det bra att ha en möjlighet att pröva med någon annan teknisk lösning. Det är också bra att det finns alternativa lösningar så att det finns en möjlighet att se vilken metod som i längden blir den mest ekonomiskt lönsamma.

Eftersom jag tidigare arbetade med de aktivt optiska nätverken så har jag redan en aning om hur hela strukturen ser ut och också i stor grad vad för slags utrustning som kommer att användas under arbetets gång.

Målet med arbetet är att kunderna i bostadsbolaget slutligen har möjlighet till alla de tjänster som Karis Telefon Ab har att erbjuda via sitt optiska fibernät samt ett fungerande passivt optiskt fibernätverk.

1.4 Målgrupp

Målgruppen för arbetet är personer som är mera insatta i hur nätverk fungerar i en större skala, dels också personer som har ett intresse för hur optiska fiber fungerar och hur strukturen är uppbyggd.

De anställda på Karis Telefon kan också använda sig av arbetet och få en helhetsbild av hur nätverket fungerar. En person som tidigare har jobbat inom internetleverantörsbranschen och endast har jobbat med de gamla kopparnäten kan ha ganska stor nytta av att läsa detta arbete, främst på grund av att det optiska fibret blir allt vanligare.

1.5 Avgränsning

I det här arbetet kommer jag främst att fokusera på Passivt Optiskt Nätverk (PON). Den typ av PON standard som jag kommer att presentera är GPON (Gigabit-PON). I arbetet kommer jag att beskriva processen att få en fungerande förbindelse till husbolag med flere lägenheter eller till större bostadsområden. I förbindelsen ingår internetförbindelse, kabeltelevision, IPTV samt bredbandstelefon.

Det kommer att visas i arbetet hur olika administrativa sidor ser ut när man väl har fått igång ett fungerande passivt optiskt nätverk, men jag kommer inte att gå in i detalj på hur förbindelser och dylikt konfigureras. Hela den processen skulle göra arbetet allt för omfattande eftersom man inte bara kan gå in på ett område utan att känna till helheten bakom ett helt stort system.

Jag kommer också att ta upp gamla lösningar samt andra fiberlösningar främst i jämförande syfte.

Vissa saker har också plockats bort för att förhindra publicerande av information som inte får publiceras som till exempel namn på kunder och företag eller annan viktig information.

2 Ordförklaring samt förkortningar

I arbetet används en hel del förkortningar. Här är en lista på några förkortningar som kommer att användas i arbetet och eventuellt en kort beskrivning.

- FTTH (Fiber to the Home), Fiber till hemmet eller till företag. En FTTH förbindelse har en fiberkabel ända in till bostaden.
- FTTB (Fiber to the Building), Fiber till byggnaden. En FTTB förbindelse har en fiberkabel dragen till en kopplingspunkt i bostadsbolagets källargång eller trappuppgång och signalen färdas oftast vidare därifrån via det gamla kopparnätet eller dylikt.

- PON (Passive Optical Network), Passivt Optiskt Nätverk
- AON (Active Optical Network), Aktivt Optiskt Nätverk
- ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)
- VDSL (Very High Bit Rate Digital Subscriber Line)
- VOIP (Voice over IP), Bredbandstelefon
- FTTx (Fiber to the X, allmän förkortning på alla de olika FTTx förbindelserna)
- CATV (Cable Television), Kabel-TV
- dB (Decibel), den optiska signalstyrkan mäts i decibel
- nm (nanometer), den optiska signalens våglängder mäts i nanometer.
- OLT (Optical Line Terminal)
- ONT (Optical Network Terminal), fiberterminalen hemma hos kunden
- PTP (Point-to-Point)
- PTMP (Point-to-Multipoint)
- RF (Radio frequencies)
- EDFA (Erbidium-Doped Fiber Amplifier), förstärker den optiska fibersignalen
- WDM Combiner (Wavelength Division Multiplexing), kombinerar två fibersignaler
- HEAD-END, Plats där TV-signalen tas emot och krypteras för att sedan skickas ut i kabel-tv nätet. Signalen blir också förstärkt.

3 Internet i vardagen

För tio år sen räckte ännu det klassiska DSL-nätet till och det fanns inga behov av att byta från de välfungerande koppartrådarna till fiber. Varför skulle någon sätta pengar på förbättring när det inte finns något stort behov av förbättring?

Inom de senaste fem åren har dock utbudet via internetförbindelser förändrats drastiskt. Eftersom det blir allt vanligare med tjänster så som högdefinitions IPTV eller mera krävande och mera avancerad kameraövervakning som är tillgänglig dygnet runt. Allt detta har satt höga krav på de gamla koptarkablarna och man har märkt ganska snabbt att DSL-förbindelsens överföringshastighet inte räcker till.

Det är ganska skrämmande att se hur vårt samhälle har börjat förlita sig på att internet alltid skall finnas och om inte så försvarar det all verksamhet på ett mycket märkbart sätt.

Det är på grund av detta, det vill säga att någonting kan lamslås totalt tack vare att det inte finns internetförbindelse, som det konstant undersöks och forskas i hur man kan göra internetuppkopplingar och förbindelser mera stabila. Detta är ett område som gör framsteg dagligen och om du har lärt dig någonting specifikt så kan den informationen vara helt irrelevant inom några månader.

Den största förändringen som har börjat ske i Finland de senaste åren är övergången från kopparnät till optiskt fibernät. Övergången från kopparnät till det moderna optiska fibernätet är en lång och kostsam process, men det lönar sig med tiden. Fiberoptik är framtiden i jämförelse med de gamla telefonkopparnäten som fortfarande är i användning av en stor del av den finska befolkningen. Statistik på internet användningen i Finland kan ses i bilaga 1.

3.1 Fiber-To-The-Building (FTTB)

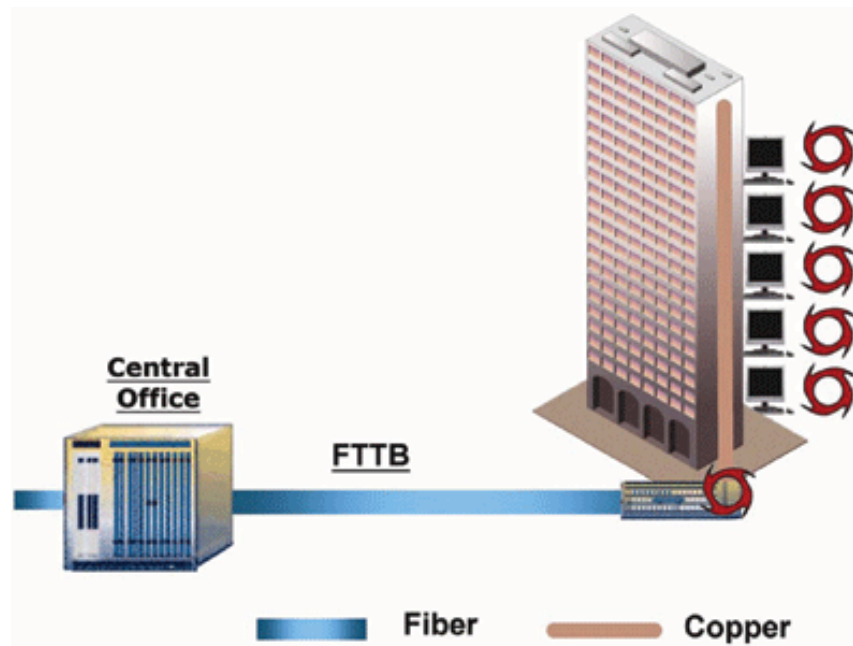
En sak som är viktigt att poängtera är att ett bostadsbolag själv kan välja vilken sorts fiberanslutning de vill ha. Ska det installeras fiberkabel ända in till lägenheten eller ska fiberkabeln installeras i husfördelaren i källaren. Det dras alltid ett antal optiska fiberkablar fram till huset och därifrån in till husets husfördelare. Husfördelaren är hela bostadsbolagets gemensamma kopplingspunkt. I de flesta bostadsbolag är alla gamla kopparkablar anslutna till en husfördelare för att man på ett enkelt sätt sedan kan koppla förbindelser vidare utan att behöva gå in i lägenheten.

Det vanligare alternativet är, som det demonstreras i figur 1, att fiberkabeln avslutas nere i husfördelaren och anslutningen färdas upp till lägenheterna via det gamla kopparnätet. Denna lösning är mycket billigare eftersom man utnyttjar det internnät som redan finns. Aktiv utrustning installeras i husfördelaren som omvandlar fiberanslutningen till VDSL-anslutning som sedan skickas upp via de gamla koppartrådarna till lägenheterna. På det här sättet kan man nå upp till hastigheter på till exempel 100/100mbs, men denna förbindelse är ändå begränsad och kan inte utmana en fullständig fiberanslutning där fibret kommer ända in till lägenheten.

För att man ska kunna försäkra sig om en internetförbindelse som kan klara av framtida krav och belastningar krävs som sagt en fiberanslutning som har avslutats inne i lägenheten. Denna lösning är dyrare eftersom det kräver att hela byggnadens internnät måste byggas om. De gamla koppartrådarna bör tas ur bruk och istället dras fiberkablar in till varje lägenhet i huset.

Eftersom hela den här processen är mycket dyrare försöker man oftast få allt detta gjort i samband med en större rörremont som ändå måste göras i huset. Det vill säga på samma gång som de nya rören dras in till alla lägenheter i huset ser man till att dra också fiberkablar in. På det här sättet slipper man dubbelt arbete och kostnaderna blir betydligt mindre och man höjer värdet på bostadsbolagets alla lägenheter eftersom det nu finns fiberkabel ända in till lägenheten.

Nu gäller det som leverantör att fundera vilken sorts lösning man ska ta i bruk för att få fiberanslutningen till bostadsbolaget på ett lätt och smidigt sätt. (Piyush Sevalia, 2008)



Figur 1: FTTB alternativ via kopparnätet

3.2 Fiber-To-The-Home (FTTH)

När det gäller fiber till egnahemshus så är det fiberkabel ända in till huset som är aktuellt. I nyare hus avslutas oftast fibret i ett tekniskt utrymme dit också resten av husets internnät är draget. Husets ägare samt leverantören måste samarbeta och komma överens om hur arbetet ska utföras på bästa möjliga sätt så att det blir så enkelt och smidigt som möjligt för båda.

Det är viktigt att tänka på om kunden också beställer kabel-tv tjänster. Då måste man komma ihåg att kabel-tv-signalen också kommer att sändas ut från fiberterminalen hos kunden. Det räcker inte bara med att man installerar internnätet för datasignalen fram till arbetsrummet där kunden har sin dator utan det gäller också att tänka på var det kommer att finnas tv apparater.

4 Fiberkablar

För att skicka den optiska fibersignalen mellan de olika utrustningarna och platserna används fiberkablar. Det finns många olika typer av fiberkablar utgående från längd, tjocklek, single-mode eller multi-mode. I en kabel kan det finnas flera optiska fiber som alla är skyddade av ett lager med plast och själva fiberkabeln är sedan skyddad beroende på till vilket ändamål den kommer att användas.

Det är mycket viktigt att komma ihåg att fiberkablar är en aning känsliga i vissa situationer. När en förbindelse kopplas måste man vara noga med att det inte blir allt för skarp böjning på fiberkabeln. Detta på grund av att ett allt för stort veck på fiberkabeln enkelt kan blockera ljussignalen som skickas genom det smala fibret. Om man kommer att dra flera fiberkablar inom ett och samma område så lönar det sig att alltid lämna lite spelrum så att fiberkabeln har möjlighet att och röra på sig utan att det skapar störningar i signalen.

En normal single-mode fiberkabel har en diameter på ungefär 8 - 10,5Mm (mikromillimeter). Varje gång ett fiber kopplas måste man se till att man putsar fibret före det kopplas fast. När det är frågan om en sådan liten diameter krävs det inte mycket för att fibret blir smutsigt och

inget ljus släpps igenom. Mycket tid kan gå till spillo på grund av ett smutsigt fiber och det i sin tur leder till att signalen försvagas i slutändan och om förbindelsen har 5 stycken olika kopplingspunkter på vägen så är det inte lätt att hitta problemet.

4.1 Single-mode fiberkabel

De olika fiber som jag kommer att nämna i den praktiska delen av uppdraget är alla av typen single-mode fiber. Det betyder i stort sätt att det sänds endast en enda ljussignal genom fibret. Till skillnad från ett Multi-mode fiber som kan sända flera ljussignaler genom fibret är single-mode fibrets dämpning mindre på längre sträckor. Ett single-mode fiber ger också möjlighet till bättre hastigheter.

Utrustningen som ett single-mode fiber kräver är i allmänhet dyrare än ett multi-mode fiber, men själva fibret är billigare att köpa och i längden är det mer kostnadseffektivt.

4.1.1 Olika typer av Single-mode fiberkablar

Det finns flera olika typer av fiberkablar samt olika kopplingskontakter på en fiberkabel.

4.1.2 Simplex och Duplex

Först måste man veta om man behöver simplex eller duplex fiber. Skillnaden mellan dessa två är att ett simplexfiber består endast av ett fiber och signalen behöver bara färdas ena vägen som till exempel kabel-tv signaler. Signalen skickas ut till kundens tv och det finns inget behov av att den skickas tillbaka.

Duplexfiber används när signalen behöver färdas åt båda hållen. Signalen kan både skickas och tas emot på samma gång och det är lättare att synkronisera två aktiva utrustningar som sänder signaler åt varandra. Ett bra exempel på en linje som fungerar med samma princip som duplexfiber är en telefonlinje. I detta fall har båda personerna möjlighet att prata med varandra på samma gång utan några störningar. Om signalen är en Full Duplex signal fungerar det som

en telefon och om det endast är en half duplex signal kan inte signalerna skickas på samma gång. En half duplex signal kan liknas vid en ”walkie-talkie” och man måste vänta på att den andra har pratat klart före man har möjlighet att säga någonting tillbaka. (InetDaemon Enterprises, 2012)

4.1.3 Kopplingkontakter

Ett enkelt sätt att koppla de olika fiberkablarna till utrustningarna är att använda sig av kopplingskontakter som finns på ändan av varje fiber. På det sättet kan du enkelt koppla ett fiber utan att signalen försvagas allt för drastiskt. Den optiska signalen dämpas en aning vid varje koppling, men är inte märkbart om man ser till att rengöra fibret före det kopplas.

I arbetet har jag endast använt mig av två olika typer av fiberkontakter. I figur 2 ser vi ett typiskt single-mode fiber som jag använt under de olika kopplingarna. De två olika typerna är SC/UPC (blå) samt SC/APC (grön).

SC (Subscriber Connector, Square Connector) är typen av kopplingsmekanism som fibret har. En SC kontakt är av typen ”Push and Pull” vilket betyder att man kan trycka den på plats samt dra löst den från kopplingen utan problem.

UPC (Ultra Physical Contact) kontakt används oftast vid förmedling av datasignaler medan APC (Angle Polished Connector) används vid kabel-tv signaler. Det som skiljer dessa två åt är att APC kontakten är konformad i ändan vilket gör att det reflekteras mindre ljus tillbaka vid koppling av kontakter. En UPC kontakt har en liten kurva på ändan men är så gott som platt vilket gör att själva fiberkärnorna i kablarna får direkt kontakt med varandra vid koppling. En UPC kabel har också en större risk att reflektera tillbaka ljuset till den sändande utrustningen eftersom kopplingen inte är lika noggrann.

Vid kopplingar där signalerna är mera känsliga så lönar det sig att använda APC kontakter därför att dämpningen är aningen mindre.

Det är också viktigt att se till att man inte kopplar ett fiber med en APC kontakt in i en panel som har en UPC kontakt. Eftersom de inte är gjorda för varandra blir resultatet märkbart. En APC kontakt som är kopplad i en UPC kontakt kan tappa ganska mycket signalstyrka eftersom

de inte passar ihop och ljuset kan rymma. Kopplingsportarna dit fiberkablarna kan kopplas är märkta med samma färg som fibret det vill säga blått för UPC och grönt för APC. (Toner Cable Equipment, Inc.)



Figur 2: Single-mode SC/UPC – SC/APC fiber

5 Aktivt eller Passivt Optiskt nätverk

Det pågår hela tiden debatter om vilken lösning som är den bättre när det kommer till den aktiva utrustningen. Är det bättre att använda sig av passivt optiskt nätverk (PON) eller aktivt optiskt nätverk (AON). Med den utrustning som finns i dag så kan man inte säga vilket som är rätt eller fel. Båda lösningarna är acceptabla och det beror mera på vilken lösning leverantören vill utnyttja sig av.

En av de större skillnaderna är att PON har en nätverksstruktur som använder Point-to-Multipoint, vilket betyder att en signal som skickas ut vid något skede splittras till flera olika signaler. AON har en Point-to-Point struktur vilket i sin tur betyder att en signal går direkt fram till kunden utan att splittras eller delas på vägen.

Detta betyder att med PON får alla kunder samma optiska signal och i ett AON så får varje kund en egen signal.

En stor fördel med att använda sig av ett passivt nätverk är att du kan få ut en större mängd förbindelser och använda dig av mycket mindre utrustning än vad du vanligtvis skulle göra när du använder dig av ett aktivt optiskt nätverk.

Det innebär också mycket mindre underhåll att endast föra ut de passiva splitter som behövs för passiva nätverk än att vara tvungen att föra ut aktiv utrustning som till exempel en switch. Ett scenario kan vara att ett större område på landsbygden har försetts med fiberanslutning och området i sig är oftast utsatt för strömavbrott samt åskväder. I det här fallet är det mycket säkrare att sätta ut en passiv utrustning på området eftersom den inte kräver underhåll och ifall strömmen avbryts på området så har det ingen betydelse. Det är nämligen alltid en risk när det förs ut aktiv utrustning på fältet. Det finns många faktorer som kan förorsaka att det slutar fungera och det i sin tur skapar stora problem. I sådana fall är det en fördel att ha all aktiv utrustning koncentrerad på ett ställe i en stor central och endast passiv utrustning ute på fältet.

Ekonomiskt sätt blir utbyggnaden av PON nätverket också billigare om man utnyttjar sig av splitter för att dela på signaler istället för att varje konsument skulle ha tillgång till en egen signal via AON.

6 Passivt Optiskt Nätverk

Inom den Internationella Teleunionen (ITU) har fastställt vilka typer av PON standarder som hör vart. Till de olika standarderna hör APON, BPON, EPON, GPON och 10G-PON (XG-PON).

När man använder sig av en GPON signal har man tillgång till en nedladdningskapacitet på 2,5Gbps samt en uppladdningskapacitet på 1,25Gbps. Signalen kan splittras och delas ut till maximalt 64 stycken användare. Räckvidden på GPON nätverket är cirka 20 kilometer.

Till exempel en 10G-PON förbindelse har en kapacitet på 10Gbps nedladdningskapacitet samt 2,5Gbps uppladdningskapacitet och signalen kan fördelas till 128 stycken användare.

6.1 Aktiv PON utrustning

Fastän det heter passivt optiskt nätverk finns det ändå några aktiva delar i nätverket. Dessa aktiva delar är oftast koncentrerade på en och samma plats för att underlätta underhåll. Den aktiva PON utrustningen är ekonomiskt sett billigare än vad den aktiva utrustningen är i AON nätverk, främst för att det finns en möjlighet att använda sig av splitter.

6.1.1 Point-of-Presence

Det som skiljer det passiva och det aktiva optiska nätverket åt är bland annat att i PON är all den aktiva utrustningen koncentrerad inom ett område (Point-of-Presence). Denna koncentrationspunkt kan vara ett större serverutrymme där all utrustning för en hel stad är samlad. Den aktiva utrustningen i PON finns i början och slutet av förbindelserutten det vill säga vid koncentrationspunkten och hemma hos kunden. På vägen från koncentrationspunkten fram till kunden finns det endast passiv utrustning som inte är i behov av underhåll.

6.1.2 Optical Line Terminal

Den viktigaste delen av ett passivt optiskt nätverk är utrustningen från vilket alla förbindelser och kundprofiler och dylikt hanteras. Optical Line Terminal (OLT) är oftast den utrustningen som är placerad på koncentrationspunkten och det är via OLT som man i stort sätt kan styra och ställa hur hela det passiva optiska nätverket skall fungera.

Utrustningen kan också vara utplacerad i mindre centraler som i sin tur är placerade på strategiska platser så att det täcker största möjliga område. En OLT skickar ut datasignaler på våglängden 1310/1490nm i jämförelse med catv-signaler som går på 1550 nm. Uppladdningen skickas på våglängden 1310nm och nerladdning skickas på våglängden 1490nm.

6.1.3 Optical Network Terminal

När man pratar om Optical Network Terminal (ONT) syftar man på den fiberterminal som kunden har i sitt hem. Det är till fiberterminalen som det inkommande optiska fibret fästs och efter att rätt profil har aktiverats i OLT börjar den fungera som en mindre mediecentral hemma hos kunden.

Beroende på vilka tjänster leverantören erbjuder så kan fiberterminalen förse kunden med VoIP, Ethernet, VDSL2 uppkoppling eller RF-uttag varifrån man sedan kan avsluta vanlig antennkabel till sitt gamla antennät för tillgång till kabel-tv tjänster som erbjuds.

Fiberterminalen blir en viktig del av det moderna hushållet och det lönar sig att fundera noga vart den placeras eftersom alla de ovannämnda tjänsterna har sin utgångspunkt därifrån.

Det finns olika sorters ONT produkter beroende på var de kommer att placeras. Om det kopplas utomhus finns det en speciell version av ONT som klarar strängare förhållanden. Vanligast är det dock med en ONT som är gjord för inomhusbruk.

En optical network terminal kan också kallas optical network unit (ONU). (FTTH Council Europe 2012, 2012, s. 25-34).

6.1.4 EDFA

En EDFA (erbidium-doped fiber amplifier) förstärker den optiska fibersignalens våglängd till 1550nm och används för att kunna skicka signalerna längre sträckor utan störningar. Det är via dessa signaler som kabel-tv tjänsterna skickas ut till kunderna.

En signal kan till exempel skickas in i EDFAn med en styrka på +4,5dB och därefter finns det möjlighet att få ut 2 stycken signaler på +18,5dB. Med tanke på att en kabel-tv signal ska vara cirka -7dB hemma hos kunder så kan signalen splittras och fördelas ganska många gånger på vägen till kunderna. (Dr. Rüdiger Paschotta, 2012)

6.2 Passiv PON utrustning

Till den passiva utrustningen hör sådana delar som inte är i behov av något underhåll efter att de har placerats ut på respektive platser. Man behöver inte fundera på någon form av strömkälla eller liknande; det enda som behövs är ett ställe där utrustningen är i skydd. Oftast placeras den passiva utrustningen i olika uteskåp i området eller på vägen till kunderna.

6.2.1 WDM Combiner (Wavelength Division Multiplexing)

En combiner är ganska långt vad namnet säger. Den kombinerar den optiska data signalen från OLT och den optiska kabel-tv signalen från EDFAn till en gemensam signal. På det här sättet minskar man mängden fiber som måste användas till hälften eftersom allt går på ett och samma fiber.

Det är viktigt att poängtera att eftersom signalen går genom en combiner är det möjligt för signalen i ett simplexfiber att också fungera båda vägarna såsom i ett duplexfiber. Efter att signalen har gått igenom en combiner är det möjligt att sända signaler på olika våglängder genom ett och samma fiber. I ett GPON nätverk kombineras tre stycken olika våglängder det vill säga 1310/1490/1550nm. Om inte signalen kombineras så skulle det behövas ett duplexfiber för uppladdnings- och nerladdningssignal och ett ytterligare fiber för kabel-tv-signalen.

6.2.2 Splitter

Ett splitter delar på den inkommande signalen till flera likadana men försvagade signaler. Beroende på hur stark den inkommande signalen är kan signalen splittras flera gånger.

Med ett 1 x 2 (1 till 2) splitter tappar man högst en signalstyrka på 4dB enligt tabellen i figur 3 medan man med ett 1 x 32 splitter kan man tappa signalstyrka ända upp till 17dB. Signalstyrkan dämpas kanske inte exakt enligt siffrorna i tabellen, men det är bra att ha en

utgångspunkt när det görs planeringar om hur signaler ska splittras och i vilka skeden.
(Samsung Fiber Optics)

SPECIFICATIONS (With Connector)										
Description	1 x 2	1 x 4	1 x 8	1 x 16	1 x 32	1 x 64	2 x 4	2 x 8	2 x 16	2 x 32
Operating Wavelength	1260 ~ 1640nm									
Insertion Loss(Max.)	4.0dB	7.8dB	10.1dB	13.9dB	17.2dB	20.5dB	8.1dB	11.5dB	15.1dB	18.5dB
Uniformity(Max.)	0.8dB	0.8dB	1.0dB	1.5dB	1.8dB	1.8dB	1.2dB	1.5dB	2.0dB	2.5dB
Return Loss	≥55dB									
PDL	0.15dB	0.3dB	0.3dB	0.3dB	0.3dB	0.3dB	0.3dB	0.3dB	0.4dB	0.4dB
Directivity	≥55dB									
Temperature Stability	≤0.6dB	≤0.6dB	≤0.6dB	≤0.8dB	≤1.0dB	≤1.2dB	≤0.6dB	≤0.6dB	≤0.8dB	≤1.0dB
Operating Temp. Range	- 40°C to + 85°C									
WDL	≤1.0dB									
Package Dimension* (L×W×H)	40 x 4 x 4mm			60 x 7 x 4mm		58x12x4mm	50 x 5 x 4mm		60 x 7 x 4mm	

※ Return Loss of connector : ≥ 40dB(PC), ≥50dB(UPC), ≥60dB(APC)

Figur 3: Dämpningsschema

6.3 PON & AON topologi

Det passivt optiska nätverkets struktur skiljer sig en aning från det aktivt optiska.

Det bör nämnas att en optisk fiberförbindelse i dagens läge inte bara gäller en internetförbindelse. Det är mycket vanligt att kunden också vill ha kabel-tv via fiber till hemmet eller husbolaget.

PONs struktur kallas oftast för trädstruktur. Det betyder att man kan jämföra det med ett träd med en stor stam och många grenar som växer ut från stammen. Eftersom datasignalen, som skickas ut från OLT och kabel-tv signalen, som skickas ut från EDFA, kombineras behövs det endast ett fiber till kunden som innehåller alla tjänster. Den ena signalen går genom ett splitter som sedan delas ut till kunderna på samma sätt som grenar växer ut från stammen på ett träd.

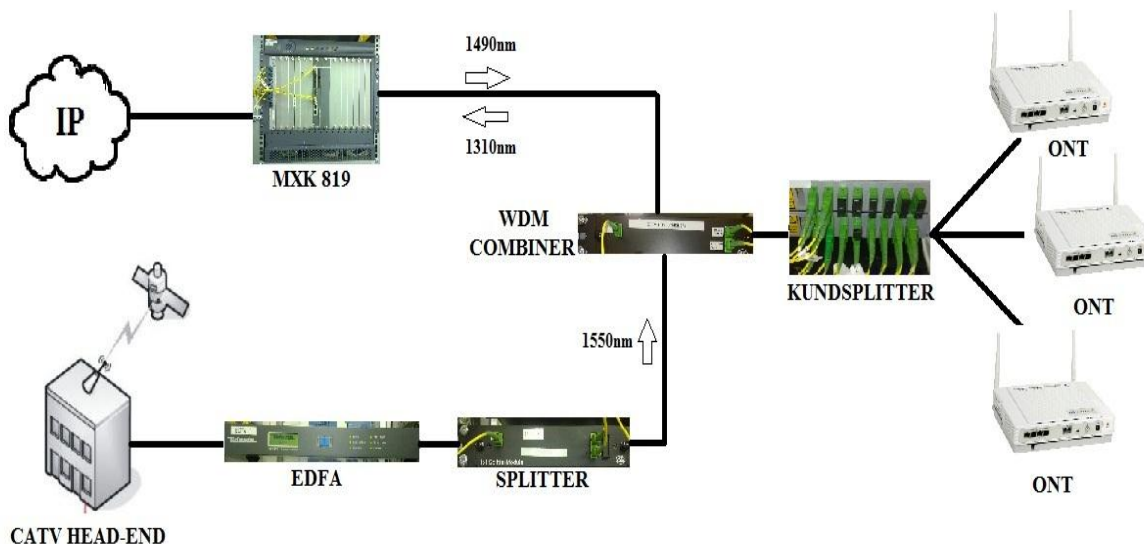
Jämfört med AON där kombineras inte signalen utan kunderna får två stycken fiber upp till lägenheten och de två olika tjänsterna kommer på ett enskilt fiber: ett med datasignal och ett med kabel-tv-signal. PON utrustningen utvecklas hela tiden för att se till att fastän signalerna endast kommer via ett fiber skall det hålla samma standard som via två skilda fiber. Det beror också en del på ONT och hur den utvecklas. Fiberterminalen i sig är gjord för att endast fungera i PON nätverk och den måste också konstant uppdateras för att klara av nya krav. Det är viktigt att det inte blir ett ”flaskhalsfenomen” där effekten försvinner på slutet på grund av att utrustningen inte är kapabel att hantera förbindelsen. (Keymile, 2008)

7 I praktiken

Jag kommer nu att göra en redovisning över hur hela det passivt optiska nätverket är uppbyggt i praktiken. I det här fallet gäller det ett bostadsbolag med 24 stycken lägenheter som nyligen gjort en fullständig rörsanering. På samma gång drogs fiberkabel in till varje lägenhet och bostadsbolaget skall nu förses med fiberanslutning.

De tjänster som levereras är internet med hastigheter upp till 100mb/s, kabel-tv tjänster samt internettelefoni. Det gamla kopparnätet och antennätet kommer sakta men säkert att tas ur bruk efter att installationen är färdig.

Figur 4 visar hur jag har strukturerat uppdraget som jag ska verkställa. Bilden skall läsas från vänster till höger. Bilden visar att själva datasignalen från IP-rymden skickas in till MXK819 (OLT) från en switch i centralen. Från MXK819 skickas sedan datasignalen till en WDM combiner. En EDFA får sin signal från HEAD-END som skickar ut kabel-tv signal till ett splitter som sedan också skickar signalen in till samma combiner som datasignalen. Från combinern skickas sedan en gemensam signal vidare till ett splitter som i det här fallet placerats ut i bostadsbolaget. Signalen splittras sedan från upp till alla lägenheter i bostadsbolaget.



Figur 4: Det passivt optiska nätverkets struktur

7.1 Zhone MXK 819 (Optical Line Terminal)

Som utgångspunkt för det passivt optiska nätverket fungerar en Zhone MXK819. Den har kapacitet att förse totalt 3600 stycken användare med en 100mb/s GPON förbindelse.

Zhone MXK819 använder sig av ett html-baserat administrationsprogram, vilket gör underhåll och konfigurering bättre än om det endast vore till exempel textbaserat via Telnet. Telnet är ett enkelt textbaserat program som ger möjlighet att ansluta till datorer eller annan utrustning via internet. Detta kräver dock rättigheter och tillgång till utrustningen i fråga. Arbetet i Telnet görs via olika textkommandon. Telnet är inte aktiverat som standard på windows operativsystemet, det ska aktiveras skilt. (Microsoft, 2012)

Inne i administrationsprogrammet har du möjlighet att ställa in allt som har med kundens fiberterminal att göra. Så länge kunden har fiberterminalen igång och en fungerande fibersignal kan man göra underhåll på fiberterminalen. Bilder över management finns i bilaga 2 & 3.

Det är härifrån som man ställer in om kunden skall ha en 30mb/s eller 100mb/s internetförbindelse. Om kunden skall ha trådtelefon konfigureras kundens linje så att endast den linjen har en registrerad telefonsignal som sedan sänds ut till fiberterminalen.

Telefonnummret registrerar sig till fiberterminalen och därefter finns det tillgång till VoIP telefontjänsten. Det går också att konfigurera kundens förbindelse beroende på om man ska ha kabel-tv eller IPTV. Så länge som fiberterminalen är igång och har tillgång till internet kan man sköta största delen av underhållet på distans.

Zhone MXK 819 stöder antingen GPON eller aktiv Ethernet linje kort. Aktiva Ethernet linje kort stöder point-to-point-förbindelser via koppar samt optiskt fiber med symmetriska 100mb/s eller 1Gb/s datahastigheter. Möjligheterna till olika förbindelser finns, men i det här fallet fokuserar vi på GPON förbindelsen.

Det finns möjlighet till ett 4 eller 8 portars linjekort som har en standardnerladdningshastighet på 2,5Gb/s och en uppladdningshastighet på 1,25Gb/s. (Zhone Technologies, 2012)

I början använder man sig av denna standardhastighet eftersom behovet av högre hastigheter först infinner sig i ett senare skede. Det finns ännu gamla förbindelser i användning och kunder är skeptiska till att byta från någonting de har blivit vana vid till någonting nytt. Därför är behovet av högre hastighet inte så relevant direkt i början då ny utrustning kopplas.

I det här praktiska fallet så använder jag mig av ett 8 portars linjekort med ovannämnda hastigheter. För att koppla en förbindelse till bostadsbolaget tas port 3 i linjekortet i bruk. Porten som tas i bruk måste sedan aktiveras.

Den utgående datasignalen skickas ut på våglängden 1490nm och signalen som sedan skickas tillbaka till MXK:n så skickas med våglängden 1310nm.

Signalen skickas härfter vidare med ett SC/UPC – SC/APC fiber till en combiner där den kombineras med kabel-tv signalen.

7.2 EDFA samt splitter

Bostadsbolaget skall också förses med kabel-tv. Kabel-tv-signalen kommer från EDFA utrustningen som också finns i samma central som GPON utrustningen.

EDFAn skickar signalen till ett kabel-tv splitter som är utplacerat i närheten. Eftersom man kan sända ut en så stark signal från en EDFA kan man enkelt splittra den till flere svagare

signaler och på det här sättet spara en hel del på utrustning. Beroende på styrkan splittras signalen till en lämplig styrka.

Eftersom sträckan mellan husbolaget och centralen där utrustningen befinner sig inte är så lång behöver inte signalen vara stark. Det är viktigt att se till att den i slutändan håller sig inom rätt styrka.

Signalen i splittret på bilden i Figur 5 är +12,4dB och för att signalen skall vara på en bra nivå hemma hos kunderna måste den ligga på en styrka runt ungefär -7dB. När vi ser på signalen såsom den är för tillfället är den otroligt hög, men det måste beaktas att signalen kommer att splittras ännu i husbolaget och signalen kommer att försvagas en aning på vägen till husbolaget.

En vanlig tv eller ”digibox” klarar av att ta emot en signal inom en viss gräns. En alltför stark eller svag signal gör bilden dålig eller så får man ingen bild alls. Därför måste man vara noggrann och se till att signalen från början är inom rimliga gränser. Det gäller också att tänka på att kunden kanske vill ha möjlighet att ha tv uttag på flera platser i huset och i så fall måste signalen splittras ännu hemma hos kunden. Signalen splittras oftast så att den fördelas ut till kundens internnät i hemmet.

Kabel-tv signalen kopplas nu vidare med ett SC/APC – SC/APC fiber till en combiner. I Figur 5 ser vi ett kabel-tv splitter. Till vänster ser man var den inkommande signalen från EDFA:n kommer och till höger ser man att den har blivit splittrad till 4 stycken svagare signaler. Signalen är kopplad med ett SC/APC fiber. Notera också att porten dit fibret är kopplat är grön för att man ska veta att det är frågan om en APC kontakt.



Figur 5: Kabel-tv splitter

7.3 Mätinstrument

För att göra de olika optiska mätningarna använder jag mig av olika mätinstrument. För mätning av GPON signalen måste man se till att man använder sig av en PON mätare. AON optiska fibermätare klarar inte av att mäta PON-signalen eftersom den oftast bara mäter på våglängderna 1310/1550nm. Mätinstrumentet måste kunna mäta signalerna 1310/1490/1550nm så som figur 6 visar.

Fiberkabeln kopplas fast i ena uttaget på övre sidan och därefter kan man läsa av signalstyrkan. Man kan se i figuren att de tre olika våglängderna syns samt vilka de är. Man ser till exempel att fiberterminalen är igång i andra ändan av förbindelsen eftersom den skickar tillbaka signaler till OLT:n.

Från PON mätare får man dock endast den optiska signalen. För att vara säker på att kabel-tv-signalen har rätta värden när den skickas ut i antennätet så behövs också en RF-mätare. Den fungerar med samma principer som en optisk fibermätare men istället för att mäta signalstyrkan från en fiberkabel mäter man signalen via en antennkabel som är direkt fast i mätaren.

Det finns olika varianter av RF-mätare, sådana som endast ger de värden du behöver för att försäkra dig om att allting stämmer överens. Det finns också mera avancerade mätare med en inbyggd tv-skärm i själva mätaren att man kan kolla direkt om tv-signalerna fungerar. Detta är bra om kunden inte ännu har flyttat in i ett nytt hus, men de vill ändå försäkra sig om att allting fungerar när de väl flyttar in. Hur mätningen gör berättas i beskrivningen av ONT installationen. De mätningarna görs med en helt vanlig RF-mätare som endast ger signalvärden.



Figur 6: Pon mätare

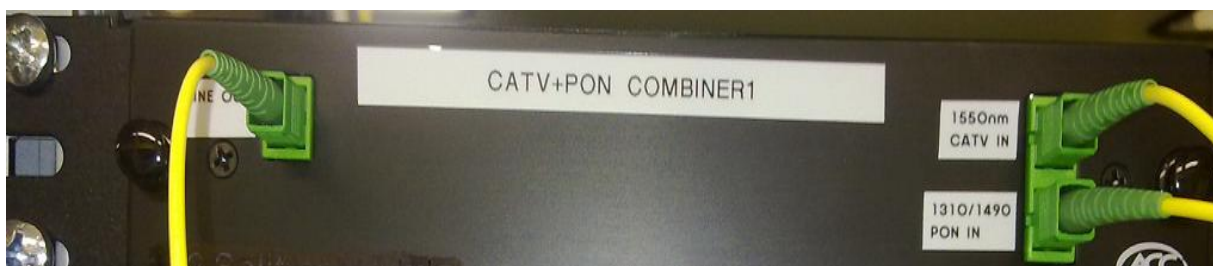
7.4 WDM Combiner

Datasignalen skickas nu från port 3 i MXKn vidare med ett fiber till en combiner och samma gäller kabel-tv signalen som har kopplats från splittret vilket nämndes tidigare. I figur 7 ser vi hur datasignalen skickas in i combinern med våglängden 1310/1490nm och kabel-tv signalen skickas in med våglängden 1550nm. Här är också kopplingarna gröna så att de klart och tydligt visar att det är frågan om SC/APC kablar för att förhindra felkopplingar.

Signalerna kombineras nu till en enda signal som går på våglängderna 1310nm/1490nm/1550nm. Det som också visas i figur 7 är att efter att båda signalerna har kombinerats i en combiner behövs det endast ett fiber för att man ska få båda signalerna ut till bostadsbolaget.

Jag mäter också signalen före den skickas ut till bostadsbolaget så att jag kan försäkra mig om att styrkan inte minskar för mycket på sträckan mellan centralen och husbolaget. Ifall värdena

inte stämmer och signalen är allt för låg så skulle det kunna tyda på att något fiber är smutsig eller i kläm någonstans så att signalen har försvagats. Det finns också risk för att någon skarvning på vägen till husbolaget inte är fullständig och signalstyrkan försvagas på grund av det, men detta förekommer sällan.



Figur 7: En CATV + PON Combiner

7.5 Kundensplitter

Kundsplittret är placerat i husbolagets källare där fiberkabeln är avslutad. Eftersom det är frågan om 24 stycken lägenheter som skall förses med fiber så installerar jag ett 1x32 splitter i källaren. Det är alltid bra att mäta den inkommande signalen direkt för att man sedan ska vara säker på att det inte finns några dämpningar på vägen.

Jag kopplar den inkommande signalen in i splittrets Input port och därefter fördelas signalen till de 32 portarna som också finns i splittret. Kundensplittret ser likadant ut som splittret i figur 7 förutom att det har 32 portar istället för 4, men principen är den samma.

Efter att splittret är kopplat måste man återigen mäta och vara säker på att signalen är som den ska. När jag mäter signalen efter splittret så märker jag att den är aningen lägre än vad jag hade förväntat mig. Detta var en av de problem som jag stötte på i det här arbetet. Eftersom signalen var aningen svagare än beräknat så måste jag se till att signalen som slutligen kopplas hemma hos kunden är fungerande och stabil. Mätningen görs via RF-porten som finns i fiberterminalen. Mera om det nämner jag vid installationskedet.

7.6 Optical Network Terminal (ONT)

Optical Network Terminal eller fiberterminal som den också kallas är den sista komponenten i hela GPON förbindelsen. Fiberterminalen installeras hemma hos kunden nära den plats där fiberkabeln är intagen i lägenheten. I det här bostadsbolaget var fibret avslutat inne i tamburen på väggen. Lättast är det att installera fiberterminalen någonstans i närheten och skruva fast den i väggen. Fiberkabeln som går från panelen hemma hos kunden in till fiberterminalen ska vara så kort som möjligt eftersom det är den som är känsligast och är lättast att skada. Hellre drar man då en nätverkskabel eller en antennkabel en längre sträcka eftersom de inte är lika känsliga och de klarar av att ta några stötar. Det är också bäst att skruva fast terminalen på väggen eftersom risken minskar att någon flyttar på terminalen och den får hänga i fred på väggen.

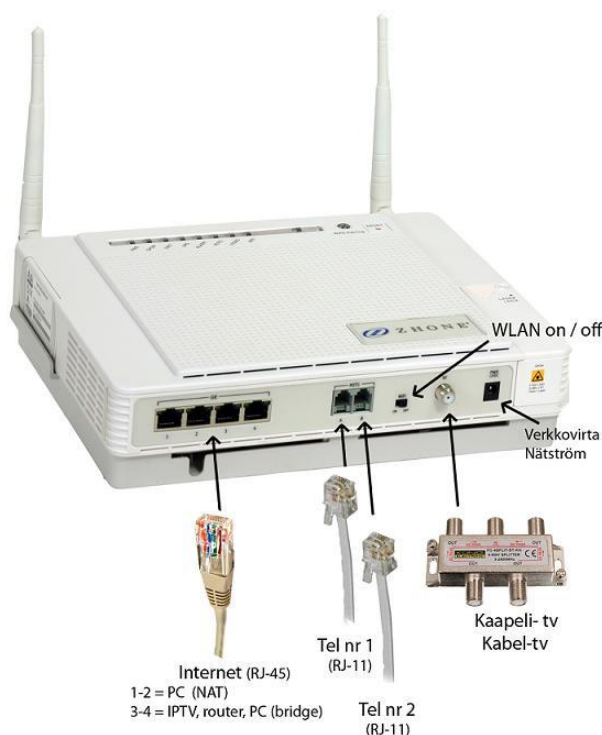
En fiberkabel kopplas mellan panelen hos kunden fast i fiberterminalen. Det är frågan om en SC/APC – SC/UPC kabel. När fiberkabeln är putsad och kopplad behöver fiberterminalen ström. Nu har fiberterminalen ström och den har internetkontakt och i det här skedet kan man få kontakt med den på distans. Kunden har nu möjlighet att få internetanslutning, kabel-tv, IPTV samt bredbandstelefon till sin lägenhet och allting sänds ut från fiberterminalen som hänger på deras vägg. I figur 8 kan man se vilka möjligheter det finns med en typisk PON fiberterminal. På bilden kan man se att den har fyra stycken ethernetportar där datasignalen samt IPTV signalen skickas ut. Kunden har också möjlighet att beställa två stycken VoIP-anslutningar eftersom det finns tillgång till två stycken telefonuttag i fiberterminalen. Tillgången till trådlöst nätverk i fiberterminalen finns också. I figuren ser vi också RF-uttaget där kabel-tv signalen sänds ut. Det är från RF-uttaget som signalen sedan kopplas vidare med antennkabel direkt till en tv eller som i figuren till ett splitter i lägenhetens/husets internnät. Kabel-tv splittret kan variera beroende på hur många rum som är i behov av signal.

I figur 8 ser vi ett splitter med fyra stycken utgående portar samt en inkommande port. Signalen sänds då vidare från fiberterminalen via antennkabel till splittrets inkommande port där signalen sedan delas till fyra andra signaler som kan skickas ut till olika rum i lägenheten.

Nu gäller det bara att konfigurera de rätta tjänsterna åt kunderna efterhand som de beställer sina tjänster. Det är husbolaget som har beställt kabel-tv så den tjänsten är hela tiden igång eftersom det inte är beroende av den enskilda kunden utan husbolaget står för den kostnaden.

Som jag nämde tidigare så var signalen aningen svagare än vad jag hade beräknat. Nu gäller det att kolla alla värden, speciellt kabel-tv signalen. Själva fibersignalen har inte ändrats i någon större grad på vägen från källaren upp till lägenheten så den vetenskapen hjälper inte mig i det här fallet. Istället måste jag mäta kabel-tv signalen som sänds ut från fiberterminalens RF-uttag. Till RF-uttaget kopplas normalt en koaxialkabel (antennkabel) som sedan går vidare till kundens tv eller till ett splitter. När jag mäter signalen direkt ur RF-uttaget så kan jag se om signalens värden stämmer överens med vad de normalt brukar vara inom ett vanligt antennät. De olika kanalpaketen sänds ut på vissa frekvenser och det gäller att se att kanalpaketen är inom rätt dB-styrkor.

Alla värden ser bra ut och jag testar också att allting fungerar i kundens tv. Alla andra kunder har i det här fallet också samma signal så jag kan vara relativt säker på att signalerna i de andra lägenheterna är inom samma gränser, men för säkerhets skull dubbelkollas några av de följande kundernas signaler ännu.



Figur 8: GPON fiberterminal

8 Testning & Problem

Testning har jag gjort efterhand som arbetet har framskridit. Det är lättare att se till att alla de tidigare stegen är klara innan man går över till nästa steg. Alla de olika mätningarna av signaler verkar lite tröttsamt i längden, men när allting fungerar som det ska så är man nöjd att man har gjort jobbet grundligt från början till slut.

Ett problem som jag stötte på var fiberterminalens montering hemma hos kunden. Alla lägenheter är inte identiska vilket gör att det varierar en aning. Oftast var fiberkabeln avslutad på väggen i tamburen. I några lägenheter måste man dock vara på sin vakt eftersom den plats som det hade planerats för fiberterminalen inte var lämplig, på grund av att det gick en el-kabel i väggen just på den planerade platsen som man inte kan borra i. Hela processen med att montera fiberterminaler blev efter den här upptäckten aningen mera komplicerad och med hjälp av elektriker hittade vi på alternativa lösningar på problemet. Det uppstod också små problem under arbetet eftersom det också fanns andra anställda inblandade i projektet från företagets planerings och administrativa sida. De olika problemen togs upp och löstes efterhand som uppdraget framskred. Problemen påverkade dock inte på mitt arbete, men som del av det hela var det bra att jag också fick ge mina synpunkter på arbetet.

Eftersom jag har jobbat inom området ganska mycket tidigare stötte jag inte heller enligt mitt tycke på några större svårigheter. Skulle jag inte ha varit insatt i hur saker och ting fungerar och jag skulle ha börjat utan någon kunskap hade problemen säkert varit betydligt flera. Jag hade också hela tiden stöd och hjälp av de anställda på Karis Telefon som kunde svara på de små problem som jag inte kunde lösa på egen hand.

Det gjordes tester på förbindelser och konfigurationer innan den slutliga produkten levererades till kunderna. Den första kunden som kopplades i det här fallet var också medveten om situationen och att det kan finnas några små saker som ännu måste finjusteras.

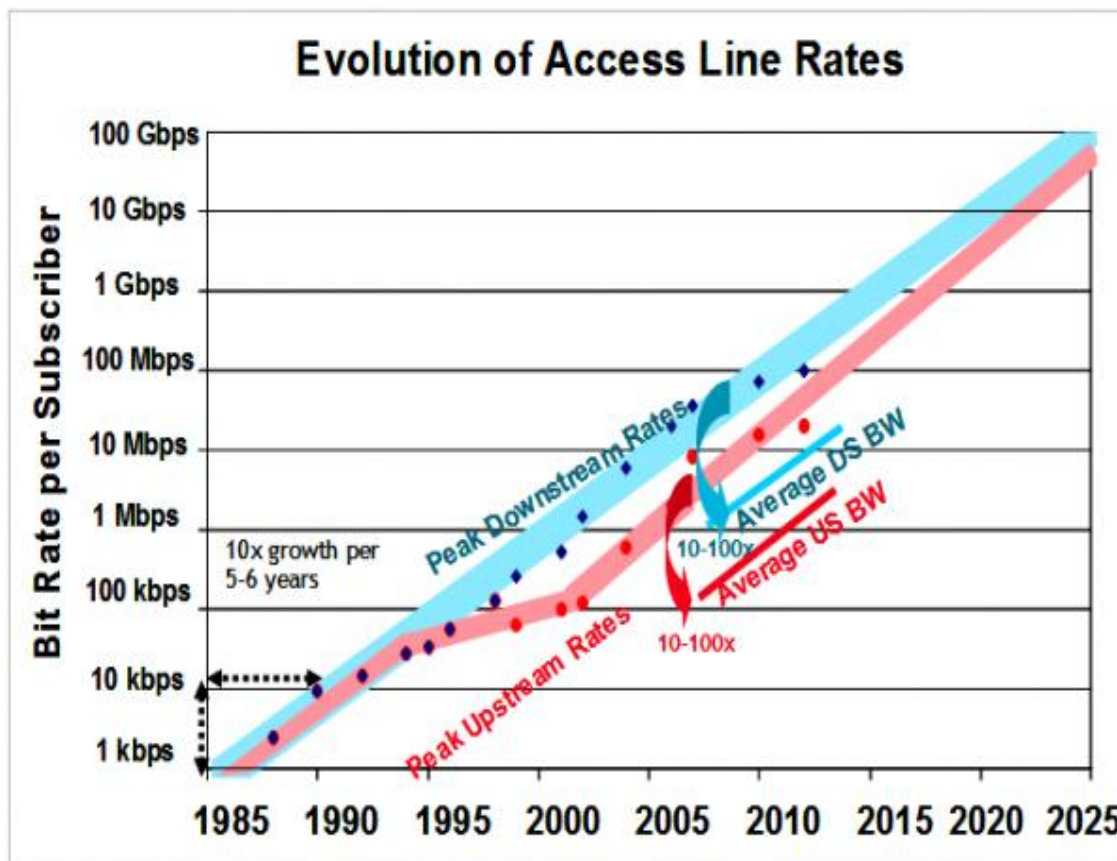
9 Framtiden

Tillgången till internet samt kraven på internet beräknas att växa ytterligare under de kommande åren. I figur 9 kan vi se att om utvecklingen fortsätter i samma fart som den hittills

har gjort kommer vi att ha möjlighet till 10Gb/s internetförbindelser om tio år. Det som man kan se från figuren är att hastigheterna har ökat med relativt konstant fart varje år.

PON tekniken utvecklas hela tiden och eftersom XG-PON redan är standardiserad är det de passivt optiska nätverkens följande utvecklingsskedet. Med XG-PON finns det en möjlighet att fyrdubbla hastigheten det vill säga från 2,5Gb/s till 10Gb/s och nätverkets räckvidd ökar från 20km upp till 60km. En linje kan också splittras upp till 128 gånger i skillnad till 64. Eftersom detta ännu är i utvecklingsskede kan man inte utföra en fullständig splittring på 128 linjer på en 60km lång sträcka. Det är viktigt att nämna att själva strukturen på nätverket inte kräver några större ändringar. (FTTH Council Europe 2012, 2012, s. 34-37).

Det lönar sig också att fundera på hur länge det kommer att ta innan vi har lämnat den traditionella kabel-tvn bakom oss och endast använder oss av IPTV. I den takt allting framskrider för tillfället så är det kanske inte är alltför länge.



Figur 9: Internethastighetens utveckling de senaste årtiondena.

10 Slutdiskussion

Detta uppdrag har varit mycket intressant och jag har personligen fått otroligt mycket ut av det hela. Tidigare arbetsuppgifter som jag har gjort till vardagen på Karis Telefon går att relatera till det här uppdraget. Den största skillnaden nu är att jag själv har satt mig in i och lärt mig alla grunder och helheten bakom detta passivt optiska nätverk. Hela processen med signalstyrkor, dämpningar och andra typer av mätningar hade jag inte råkat ut för innan detta projekt. Eftersom hela systemet också var relativt nytt för alla på företaget var det också roligare att sätta sig in i arbetet, främst för att man såg hur saker sakta men säkert framskred.

Eftersom jag inte heller har fått någon liknande utbildning i skolan anser jag att allting jag har lärt mig under det här projektet är mycket värdefullt. Visst hade jag en bild av hur nätverk och nätverkskommunikation fungerar från kurser i skolan, men det är bara en liten del av hela helheten. Det var också mycket givande att få lära mig efterhand som jag gjorde saker och ting; så kallad ”learning by doing”. Det är mycket lättare att få en helhetsbild av någonting när man själv är med från början och bygger upp det efter hand.

Det var en rolig upplevelse att få arbeta sida vid sida med de anställda som sköter om den administrativa sidan av hela Karis Telefons nätverk samt de som är ansvariga för planeringssidan. Det var trevligt att man hade möjlighet att ha någon att ”bolla” idéer med. Fastän jag har arbetat på egen hand kändes det aldrig som om jag var ensam utan det fanns alltid någon som man kunde diskutera med. Vid sidan av allt det föregående fanns det ännu utomstående företag som arbetade med olika delmoment av det här projektet och de var också mycket samarbetsvilliga. Trots det finns det alltid en risk när utomstående företag medverkar i projektet eftersom det lättare kan bli missförstånd. Som tur var klarade jag mig relativt smärtfritt.

Under tiden som jag jobbade med det här arbetet hade jag också en hel del andra små projekt och arbeten på sidan om. Detta hade både för- och nackdelar eftersom allting ibland kunde framskrida i bra takt och plötsligt blev man avbruten och var tvungen att koncentrera sig på andra projekt. Fördelen med det här var att man oftast fick lite tid att reflektera över vad man hade gjort och bygga upp en mera fullständig helhetsbild. Det som kan hända om man länge jobbar med en och samma sak är att man blir så fokuserad på små detaljer att man glömmer bort helheten i projektet. Då det gäller nätverk så måste man alltid ha en helhetsbild i

baktankarna. Därför är det enligt min åsikt alltid bra att ta ett steg bakåt ibland och lugna ner sig lite.

Det ska också bli intressant att se hur länge det tar innan den utrustning som jag nu har installerat kommer att vara i bruk. Med tanke på den takt som allting inom branschen framskrider skulle det inte alls förvåna mig om utrustningen är förnyad inom några år. Principen hur det fungerar är högst antagligen den samma.

Som en helhet har detta uppdrag för min del varit en mycket givande och intressant upplevelse. Detta kanske främst för att jag fick känslan av hur det fungerar i verkligheten och hur det känns att ha en viss mängd ansvar. Allt detta gör slutresultatet ännu mera värdefullt.

11 Avslutning

Resultatet av mitt arbete är att Karis Telefon har ett fungerande passivt optiskt nätverk som levererar optiska fibertjänster till ett bostadsbolag i omnejden. När jag skriver det här har systemet varit i bruk i över 1 års tid. Sedan detta bostadsbolag kopplades har flera andra bostadsområden försetts med GPON-tjänster, främst på sådana platser där det är sämre förhållanden att placera ut aktiv utrustning och också på områden där själva arbetsresan från kontoret i Karis är relativt lång. Om det skulle hända någonting med den aktiva utrustningen tar det ändå en god stund innan någon är på plats. Dessa områden har också försetts med GPON.

Det är skönt att se att det arbete jag har gjort ännu är i bruk och fungerar som det ska och att det förhoppningsvis kommer att vara i användning i fortsättningen också. Jag är också väldigt tacksam för att jag fick möjligheten att jobba med ett uppdrag som det här och att alla arbetskollegor var mycket hjälpsamma och samarbetsvilliga. Utan ett fungerande samarbete skulle det här ha varit betydligt mycket svårare.

Källförteckning

FTTH Council Europe 2012 (2012). *FTTH Handbook*. (u.o.), Connolly Communication AB

Keymile (2008). *AON vs. PON – A comparison of two optical access network technologies and the different impact on operations*.

<http://www.slideshare.net/michaelangelo/aon-vs-pon> (hämtad 18.9.2012)

Zhone Technologies (2012). *MXK: Intelligent Terabit Access Concentrator*.

<http://www.zhone.com/products/MXK/> (hämtad 21.8.2012)

Samsung Fiber Optics (u.å.). *Optical Splitter for FTTx Network*.

<http://www.samsungfiberoptics.com/Ch/Product/fttx09.pdf>

Dr. Rüdiger Paschotta (2012). *Erbium-doped Fiber Amplifiers*.

http://www.rp-photonics.com/erbium_doped_fiber_amplifiers.html (hämtad 22.10.2012)

InetDaemon Enterprises (2012). *Duplex vs. Simplex*

http://www.inetdaemon.com/tutorials/basic_concepts/communication/duplex_vs_simplex.shtml (hämtad 21.10.2012)

Toner Cable Equipment, Inc (u.å.). *Fiber Optic Tips*.

<http://www.tonercable.com/assets/files/TechnicalReference/Fiber%20Optic%20Tips%20-%20APC%20vs%20UPC.pdf> (hämtad 18.9.2012)

Piyush Sevalia (2008). *Driving the New FTTHybrid*.

<http://www.ospmag.com/issue/article/driving-new-ftthybrid> (hämtad 6.8.2012)

Microsoft (2012). *Telnet*.

<http://windows.microsoft.com/sv-SE/windows7/Telnet-frequently-asked-questions> (hämtad 28.11.2012)

Karis Telefon Ab (2012). *Om oss*.

<http://www.karistelefon.fi/sv/om-oss/koncernen>

Figurförteckning

<i>Figur 1: FTTB alternativ via kopparnätet.....</i>	<i>7</i>
<i>Figur 2: Single-mode SC/UPC – SC/APC fiber</i>	<i>11</i>
<i>Figur 3: Dämpningsschema</i>	<i>16</i>
<i>Figur 4: Det passivt optiska nätverkets struktur</i>	<i>18</i>
<i>Figur 5: Kabel-tv splitter.....</i>	<i>20</i>
<i>Figur 6: Pon mätare</i>	<i>22</i>
<i>Figur 7: En CATV + PON Combiner.....</i>	<i>23</i>
<i>Figur 8: GPON fiberterminal.....</i>	<i>25</i>
<i>Figur 9: Internethastighetens utveckling de senaste årtiondena.....</i>	<i>27</i>

Bilagor

Bilaga 1:

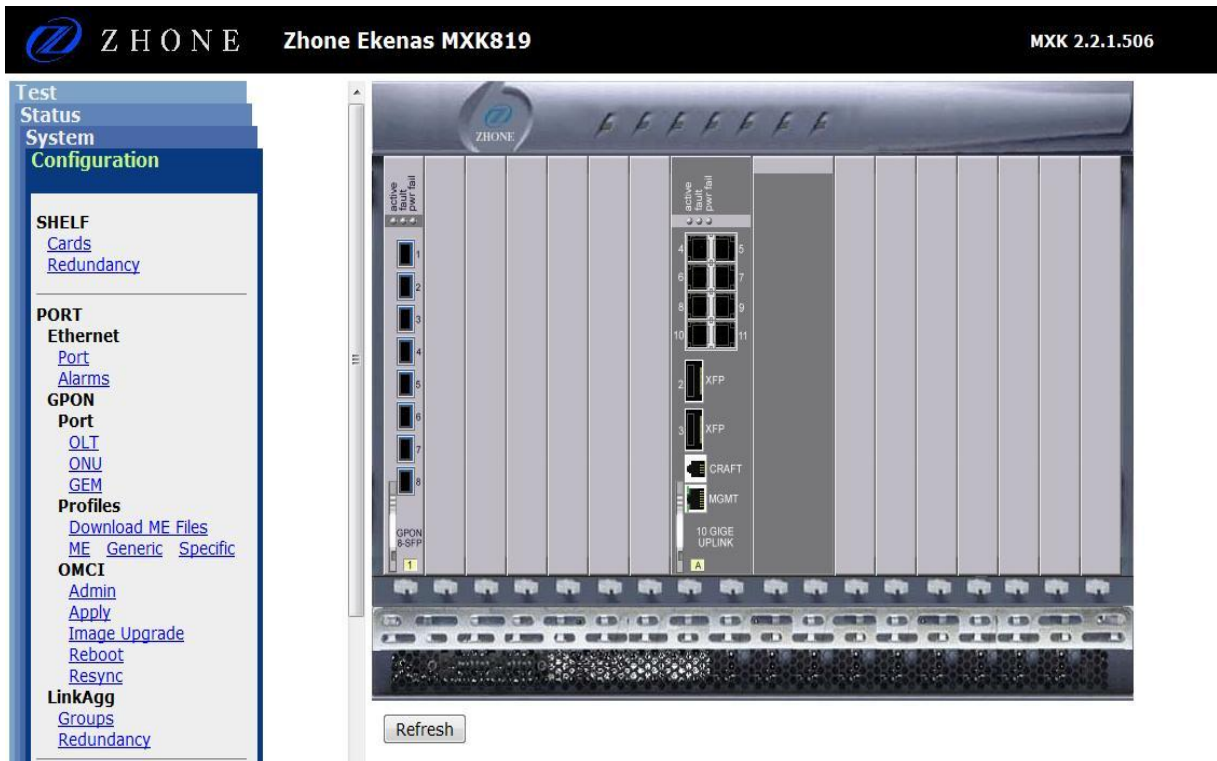
Bilden visar statistik över finländarnas internetanvändning år 2011. Av de europeiska länder så är Finland ett av de länder som använder internet mest. (Bilden är tagen från Statistikcentralens hemsidor 20.9.2012)

Internetanvändningen 2011

	Använt Internet under de senaste 3 mån.	Använder vanligen internet flera gånger om dagen	Köpt via nätet under de senaste 3 mån.	Använt någon social nätverkstjänst under de senaste 3 mån.	Använder internet via bärbar dator utanför hemmet och arbetet	Använder internet via mobiltelefon i 3G-nätverket	Har smarttelefon i eget bruk	Använde minst en valmaskin på internet före riksdagsvalet
	%andel av befolkning i 16-74 års ålder							%andel av befolkning i 18-74 års ålder
16-24 år	99	73	56	86	26	36	53	63 ¹⁾
25-34 år	100	80	67	78	35	46	55	66
35-44 år	99	76	64	58	36	47	60	58
45-54 år	95	60	46	29	30	26	42	41
55-64 år	81	41	26	15	18	13	28	30
65-74 år	53	23	10	6	11	5	11	16
Män	89	61	44	43	30	39	49	42
Kvinnor	88	57	47	46	22	19	35	45
Totalt	89	59	45	45	26	29	42	45

Bilaga 2:

På bilden ser man hur det ser ut när man har loggat in på Zhone MXK819s management sida.



Bilaga 3:

Bilden visar hur det ser ut under OLT Profile menyn i Zhone MXK819. Här ser vi vilka portar som är aktiverade och vad de har för status. I det här fallet är husbolagets förbindelse på port 1-3. När det finns flera linjekort så kan man också byta mellan de olika linjekorten. När jag har tagit screenshotten så har redan en hel del andra portar i linjekortet aktiverats.

Z HONE Zhone Ekenas MXK819 MXK 2.2.1.506 Help Login

Configuration / Port / GPON OLT Profile

Number of Entries : 8 Slot

Profile													
Port	Oper Status	Admin Status	Line Status	FEC Mode	Auto Learn	Power Level	Upstream BER Interval	Downstream BER Interval	Min RT Propagation Delay	BIP Error Monitoring	BIP ErrorsPerSample Threshold	BIP ErroredSamples Threshold	BIP Max SampleGap
			Change Trap			(dB)	(msec)	(msec)	(µsec)				
1-1	down	up	enabled	disabled	enabled	0	5000	5000	100	monitorOnly	100	10	10
1-2	up	up	enabled	disabled	enabled	0	5000	5000	0	monitorOnly	100	10	10
1-3	up	up	enabled	disabled	enabled	0	5000	5000	0	monitorOnly	100	10	10
1-4	up	up	enabled	disabled	enabled	0	5000	5000	100	monitorOnly	100	10	10
1-5	up	up	enabled	disabled	enabled	0	5000	5000	100	monitorOnly	100	10	10
1-6	up	up	enabled	disabled	enabled	0	5000	5000	0	monitorOnly	100	10	10
1-7	up	up	enabled	disabled	enabled	0	5000	5000	100	monitorOnly	100	10	10
1-8	down	up	enabled	disabled	enabled	0	5000	5000	0	monitorOnly	100	10	10

DPBO Profile