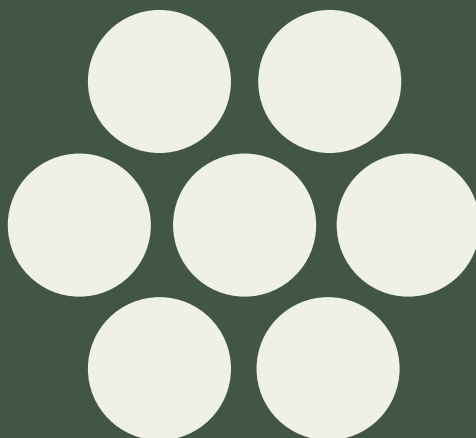


Vägledning för införande av Passiva Optiska Nät

Bilaga 2 Kontrollmätning

Version 1.0



Innehåll

1.	Inledning	2
2.	Dämpningsbudget.....	2
	2.1 Optik	2
	2.2 Split-ratio	4
	2.3 Dämpningsbudget exempel	5
	2.4 Övriga överväganden.....	6
3.	Mätning/Verifiering.....	7
	3.1 Mätning.....	7
	3.1.1 Allmänt om mätning i PON-nät	7
	3.1.2 Kontroll av fiberkontakter.....	7
	3.1.3 Utförande av mätning	7
	3.2 Signalöverhörning	10
	3.3 Utrustning	10
4.	Dokumentation.....	10



1. Inledning

Dokumentet "Vägledning för införande av Passiva Optiska Nät" består av ett huvuddokument och ett antal bilagor. I denna bilaga, Bilaga 2 Kontrollmätning, finns samlade data, verktyg och exempel på hur man kontrollmäter de olika komponenterna i ett PON-nät. Dokumentet är en vägledning för att man ska kunna ta fram sin egen rutin för kontrollmätning/verifiering.

2. Dämpningsbudget

Dämpningsbudgeten är den maximala tillåtna signalförlusten mellan sändare och mottagare i ett optiskt system, baserat på deras specifikationer. I en dämpningsbudget för ett PON-nät är de två viktigaste komponenterna, utöver den passiva infrastrukturen (fiber, kontakter, svetsar), optikens sändar-/mottagaregenskaper och splittrarnas dämpning. För att förenkla kalkylarbetet är det bra att fokusera på en typ av optik och bestämma en standard split-ratio. Detta gör att man alltid jobbar med samma grundvärden.

Tillåten dämpningsbudget (från optiken):

- Dämpningsbudget = Sändareffekt - Mottagarkänslighet
Detta är maximalt tillåten dämpning i det passiva nätet - alltså den signalförlust som optiken tål innan kommunikationen bryts.

Faktisk dämpning i nätet:

- Total dämpning = Fiberdämpning + Skarvdämpning + Kontaktdämpning + Splitterdämpning.
Detta är den verkliga förlusten som uppstår i nätet - den måste alltid vara lägre än eller lika med den tillåtna dämpningsbudgeten från optiken.

2.1 Optik

I en dämpningsbudget för ett PON-nät ingår flera komponenter, men de två mest avgörande, utöver fiber- och kopplingsdämpning i det passiva nätet, är optikens sändar-/mottagaregenskaper och splittrarnas dämpning.

För att förenkla kalkyler och säkerställa jämförbara beräkningar är det en god idé att:

- använda en standardiserad typ av optik (t.ex. XGS-PON Class* N1),
- och välja en fast split-ratio (t.ex. 1:32) som grund i alla dimensioneringar.

***Class** är en specifikation för optik i XGS-PON-nät som bland annat definierar hur starkt sändaren sänder (TX-effekt), hur känslig mottagaren är (RX-känslighet) och därmed hur mycket dämpning nätet får ha.

Detta ger enhetliga förutsättningar vid planering, och minimerar behovet av omräkningar i dämpningsbudgetar.



Klass	Max tillåten dämpning dB	Beskrivning
N1	29	Basnivå för typiska urbana/MDU-miljöer med korta avstånd och få splittrar.
N2	31	Ökad budget för längre avstånd eller fler splitternivåer - t.ex. för mer utspridda nät.
E1	33	Utökad längd - för längre länkar, glesare befolkade områden eller hög splitternivå.
E2	35	Maximal räckvidd och/eller splitternivå - används i stora, glesa nät med höga krav.
C / C+	32 dB	Traditionell benämning från äldre GPON/XGS-PON (N2/E1-område).

OBS om Class C/C+:

I vissa fall kan OLT- och ONT-leverantörer eller äldre dokumentation ange Class C/C+ som optisk budgetklass, särskilt vid migrering från GPON eller äldre XGS-PON-implementationer.

För tydlighet:

- Class C+ motsvarar praktiskt ca N2/E1-nivå, dvs. en maximal optisk budget på ca 32-33 dB.
- Denna anvisning baseras primärt på N/E-klasser enligt G.9807.1.
- Mätkrav och godkännandekriterier i denna bilaga är kompatibla med Class C+ där detta används i nätet.

Syftet är att säkerställa framåtkompatibilitet och enhetlig verifiering oavsett terminologi.



2.2 Split-ratio

Förbindelsen från en OLT-port till anslutna kunder kan delas upp i ett eller flera splittersteg. Det är inte nödvändigt att alla förbindelser i nätet har samma uppdelning, men det rekommenderas att man använder en enhetlig **split-ratio** genom hela nätet för att förenkla planering, dokumentation och felsökning.

Med split-ratio avses det totala antalet kundanslutningar som en OLT-port betjänar via splitterträdet. Exempelvis ger både en direkt 1:32-splitter och en kaskadlösning med en 1:4-splitter följt av fyra 1:8-splittrar en total split-ratio på 1:32.

Att använda flera mindre splittrar i kaskad ger vanligtvis något högre total dämpning, eftersom fler komponenter och kontakter introduceras i signalvägen.

Nedanstående tabell visar typiska splitterdämpningsvärden för olika split-ratio-konfigurationer.

Splitternivå	Dämpning (dB)
1:2	ca 3,5-4
1:4	ca 6,5-7,5
1:8	ca 10-11
1:16	ca 13-14
1:32	ca 16-18
1:64	ca 19-22
1:128	ca 21-25

Valet av split-ratio är en balans mellan bandbredd per kund, kostnader och nätets design. Högre split-ratio minskar kostnader men begränsar prestanda och räckvidd.

Låg split-ratio:

- Högre bandbredd tillgänglig per ONT.
- Lägre dämpning = längre räckvidd.
- Framtidssäkrare om användandet hos kunder ökar. Slipper göra potentiella förändringar på passiva sidan.
- Mer fiberintensivt (också beroende på nätdesign/splitterplacering).
- Flera OLT:er krävs = högre kostnader för hårdvara/drift.

Hög split-ratio:

- Mindre bandbredd tillgänglig per ONT.
- Högre dämpning = kortare räckvidd.
- Mindre antal portar används = färre antal OLT:er.
- Färre fiber används.
- Risk för flaskhalsar vid hög trafikbelastning.



2.3 Dämpningsbudget exempel

Detta avsnitt redovisar en beräkning av den totala dämpningen i en länk inom ett passivt optiskt nät (PON) med en 1:32-splitter. Syftet är att säkerställa att den totala dämpningen i fibernätet inte överskrider de nivåer som tillåts av den optiska sändarens och mottagarens specifikationer.

Beräkningen omfattar samtliga komponenter som bidrar till signalförlust, såsom svetsar, kontakter och splitters, samt en definierad marginal för redundans och framtida förändringar. Exemplet innehåller även exempel på olika dämpningsmarginaler (N1, N2, E1, E2) med motsvarande uppskattade fiberlängder, baserat på en fiberdämpning om 0,36 dB/km.

Syftet är att stödja nätplanering och kvalitetssäkring vid projektering av XGS-PON-nätverk och säkerställa att länkbudgetar hålls inom godkända gränser.

Bilaga Budgetkalkylator			
Konfiguration			
Komponenttyp	Dämpning (dB)	Antal	Summa dämpning(dB)
Säkerhetsmarginal	3	1	3
Skarvar (svets)	0,1	10	1
Kontakter	0,25	6	1,5
SPL 1:128	23	0	0
SPL 1:64	20,3	0	0
SPL 1:32	16,8	1	16,8
SPL 1:16	13,6	0	0
SPL 1:8	10,4	0	0
SPL 1:4	7,2	0	0
SPL 1:2	3,6	0	0
Fiber (dB/km)	0,36		
Summa dämpning med vald konfiguration	22,3		

Räckvidd (baserat på fiberdämpning)		
Typ av Optik (Klass)	Max total dämpning	Max räckvidd med vald konfiguration (km)
N1	29	18,6
N2	31	24,2
E1	33	29,7
E2	35	35,3

Beräkning:

Fast dämpning inkl. marginal = $0,1 \times 10 + 0,25 \times 6 + 16,8 + 3 = 22,3$ dB.

Återstående dämpningsbudget = $29 - 22,3 = 6,7$ dB.

Max fiberlängd = $6,7 / 0,36 = 18,6$ km.

Se Bilaga 2.1 Budgetkalkylator.



2.4 Övriga överväganden

Övriga överväganden vid nätplanering:

- Val mellan centraliserad eller distribuerad splitterplacering påverkar framtida underhåll och flexibilitet. Exempel: flerfamiljshus kan ha splitter i fastigheten, medan villaområden kan använda områdescentrala splitterpunkter.
- Geografisk gruppering av kunder på samma port förenklar felsökning och dokumentation. Rekommenderas i större nät.



3.Mätning/Verifiering

3.1 Mätning

3.1.1 Allmänt om mätning i PON-nät

Det finns flera olika metoder för att mäta och verifiera ett passivt optiskt nät (PON), och valet av metod beror bland annat på vilken del av nätet som testas samt vilka krav som ställs på dokumentation och kvalitet.

Samtliga delar av det passiva nätet ska kontrollmätas, vilket inkluderar fibersträckor, splitter, skarvar och kontakter.

Vanliga tillvägagångssätt inkluderar:

- OTDR (Optical Time Domain Reflectometry - minimum 39dB dynamik).
- OLTS (Optical Loss Test Set) ljuskälla + effektmätare 1577/1270 nm.
- XGS - PON Effektmätare 1270/1310/1550/1490/1550/1577nm.

3.1.2 Kontroll av fiberkontakter

- Kontrollera och rengör alltid alla kontakter innan mätning.
- Använd digitalt mikroskop med analysfunktion. Kontaktens yta ska uppfylla kraven för singlemode APC-kontakter enligt IEC 61300-3-35 avseende renhet, repor och övriga defekter.

3.1.3 Utförande av mätning

Nätet kan kontrolleras på olika sätt. De kontrollmätningar som ska utföras är:

Fibersträckor

Kontrollmätning av fibersträckor utförs genom:

- OTDR-mätning av fibersträckan mellan OLT/ODF och fram till första splittersteget i enlighet med Robust Fiber.

Finns fler splittersteg ska även fibersträckor mellan dessa kontrolleras med OTDR i enlighet med Robust Fiber.

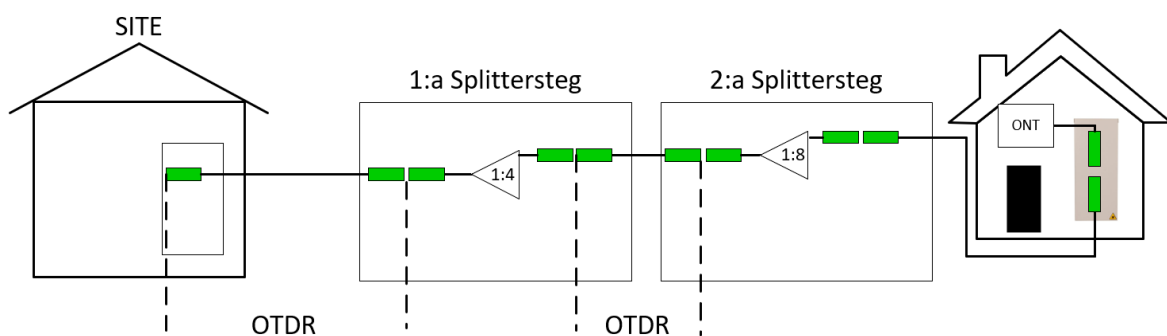


Bild. Mätning av fibersträckor



Splitter

Kontrollmätning av splitter utförs alternativt genom:

- Ljuskälla (OLT med kontrollerad uteffekt alternativt separat ljuskälla). Effektvärdet kontrolleras på matande fiber och sedan på utgående splitterport.

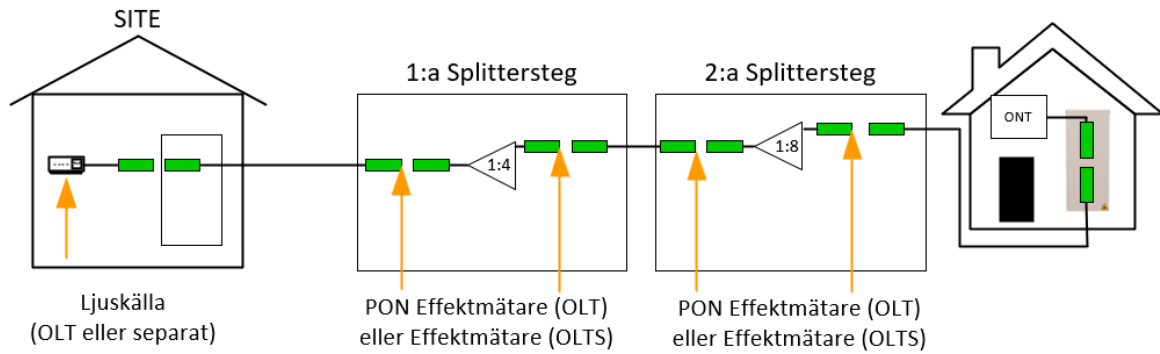


Bild. Mätning av splitter med ljuskälla

- OTDR-mätning från sista splittersteg, eller kundanslutning, mot OLT/ODF genom splitter.

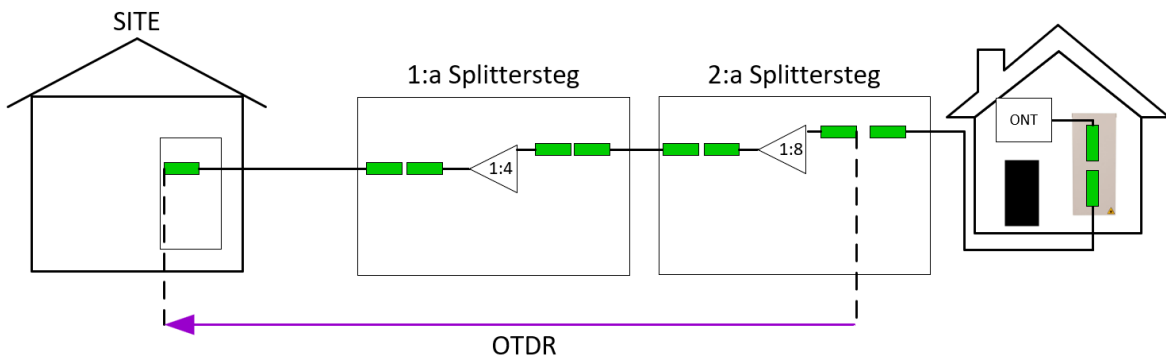


Bild. Mätning av splitter med OTDR



Slutkundsinstallation

För att verifiera slutkundsinstallation används kan dessa metoder användas:

- PON effektmätare genom att mäta effekten på utgående splitterport samt effekten i kundanslutning.

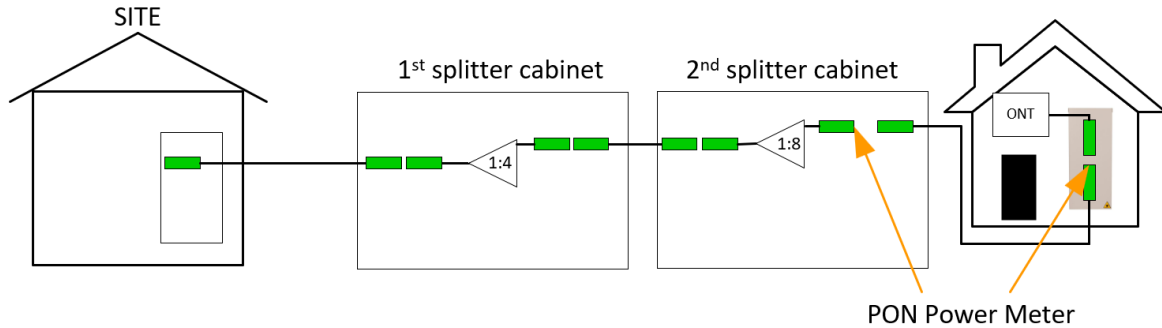


Bild. Mätning av slutkundsinstallation med effektmätare

- OTDR-mätning från kundanslutning till OLT/ODF, genom samtliga splittersteg.

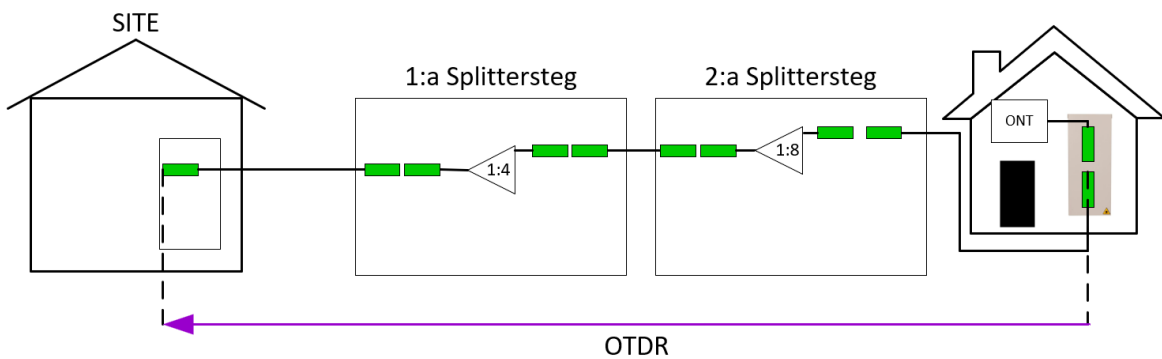


Bild. Mätning av slutkundsinstallation med OTDR

Verifiering mot dämpningsbudget

Kontrollera att mätningarna som utförts faller inom ramen för dämpningsbudgeten och ligger inom förväntade gränsvärden.



3.2 Signalöverhörning

Vid mätning i aktiverat nät med flera samtidiga signaltyper (t.ex. multi-PON eller Kabel-TV via RF Overlay) ska mätinstrument med kapacitet att filtrera våglängder användas, för att undvika felaktiga mätvärden på grund av signalöverhörning. Kontrollera att instrumentet är kompatibelt med förekommande våglängder (t.ex. 1490, 1550, 1577 nm) och PON-tekniker i nätet.

Risk för felaktiga mätvärden föreligger även om testutrustningen inte är korrekt kalibrerad för aktuella PON-profiler (exempelvis XGS-PON mot GPON).

3.3 Utrustning

- OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer* för verifiering av fiberkvalitet).
- OLTS (*Optical Loss Test Set* för verifiering av dämpning).
- XGS-PON Effektmätare.
- VFL (godkänd rödlaser för visuell felkontroll).
- Digitalt mikroskop med analysfunktion.
- Rengöringskit (t.ex. One Click, Connector Cleaner m.m.).
- Dokumentation från byggskede (fiberplan, skarvkort, portplan, splitterplan).

4. Dokumentation

För att säkerställa spårbarhet och kvalitet i PON-nätet ska alla mätningar dokumenteras på ett enhetligt sätt. Dokumentationen ska möjliggöra effektiv felsökning, uppföljning och kvalitetssäkring över tid.

Dokumentationen ska minst innehålla:

- Mätinformation:
 - OLT-portnummer.
 - Fiber-ID (unik identifiering enligt fiberplan).
 - Datum och tidpunkt för mätning.
 - Namn på utförande tekniker eller entreprenör.
- Mätresultat:
 - Effektvärden (PON-tester).
 - Dämpningsvärden vid separat ljuskälla (OLTS).
 - OTDR-diagram (trace) för varje fibersträcka.
 - Mätfiler ska levereras i originalformat samt PDF.
- Awikelser och åtgärder:
 - Notering av felaktigheter, reflektioner, för hög dämpning m.m.
 - Vidtagna åtgärder (t.ex. omkoppling, omsvetsning, rengöring).

