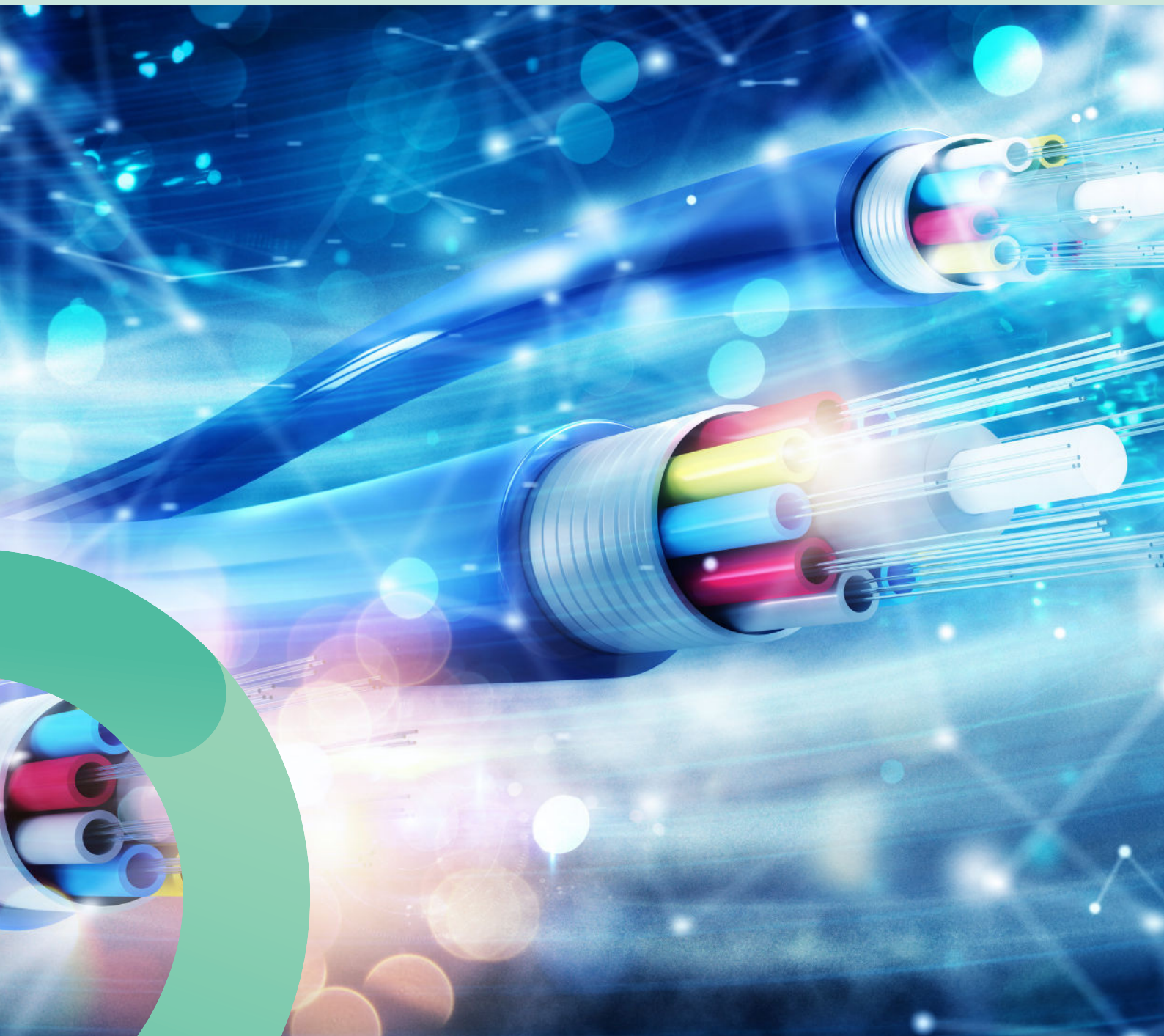


NEK TR 750:2023

Fiberoptisk tilgang for sluttbrukere

En veiledning i etablering av FTTx-nett

Norsk elektroteknisk rapport



NORSK ELEKTROTEKNISK RAPPORT

ICS 33.180.99

Erstatter NEK TR 750:2015

Norsk versjon

Fiberoptisk tilgang for sluttbrukere - En veiledning i etablering av FTTx-nett

Fibre optic access to end-user
A guideline to building of FTTX fibre optic network

Accès à l'utilisateur par fibres optiques - Lignes
directrices relatives à la construction d'un réseau en
fibres optiques de type FttX

Lichtwellenleiterzugang zum Endkunden - Leitfaden für
die Erstellung von FTTx-Lichtwellenleiternetzen

Denne elektrotekniske veiledning bygger på rapport godkjent av CENELEC den 2021-08-09.

CENELEC-medlemmer er de nasjonale elektrotekniske komiteene i Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Republic of North Macedonia, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and the United Kingdom.

Innhold

Side

NORSK ELEKTROTEKNISK RAPPORT	1
Nasjonalt forord	3
1 Omfang	4
2 Normative referanser	4
3 Termer, definisjoner og forkortelser	4
4 Nettstruktur og noder.....	8
5 FTTx kommunikasjonssystemer.....	9
6 Passive nettprodukter og systemløsninger for FTTx	13
7 Nettdesign	38
8 Planlegging	47
9 Kvalitet.....	52
Tillegg A (Informativt) Liste over standarder.....	53
Tillegg B (Informativt) Eksempler på fiberoptiske kabler – utforming og bruk	64
Tillegg C (Informativt) Eksempler på rør og mikrorør	72
Tillegg D (Informativt) Eksempel på et PON-aksessnett i boligblokker (MDUer) med forhåndsterminerte løsninger	74
Tillegg E (informativt) Installasjon.....	76
Tillegg F (informativt) Målinger, dokumentasjon og drift.....	88

Nasjonalt forord

Denne veiledning gir informasjon om hvordan bredbåndsnett basert på fiberoptiske kabler (FTTx) planlegges og installeres.

Det har vært en voldsom økning i utbygging av FTTx –nett de siste årene og det forventes fortsatt vekst i dette fagområdet. Samfunnet er avhengig av bredbåndsinfrastruktur for å fungere. Dette gjelder både innen private, offentlige og næringsmessige anvendelser.

Veiledningen tar ikke mål av seg til å være en komplett lærebok i etablering av FTTx-nett, men snarere fungere som et oppslagsverk og støtteverktøy på de forskjellige fasene i etableringsprosessen. Rekkefølgen på avsnittene i veiledningen følger ikke den kronologiske rekkefølgen i etableringsprosessen.

For nærmere beskrivelse av installasjonsplanlegging og utforming av ekomannlegg inne i bygninger, så henvises det til NEK EN 50174-2. Planlegging og praksis utenfor bygninger behandles i NEK EN 50174-3. NEK EN 57000 gir informasjon om PDAN-kabling (Premises Distribution Access Network).

NEK EN 50174-2, NEK EN 50174-3 og NEK EN 50700 er utarbeidet av CENELEC TC 215, og er referert til i NEK 700 serien.

Veiledningen er basert på CLC/TR 50510:2021, som er utarbeidet av CLC/TC 86A, Optical fibre and optical fibre cables.

Veiledningen er oversatt til norsk, bearbeidet og tilpasset norske forhold av NK 86.

Europeisk forord

Dette dokumentet (NEK TR 750:2023) er utarbeidet av CLC/TC 86A, " Optical fibres and optical fibre cables".

Dette dokumentet erstatter NEK TR 750:2015.

Følgende større endringer er gjort i forhold til NEK TR 750:2015

- a) fullstendig omarbeidelse av dokumentet
- b) informasjon om nye PON systemer og om luftledningsinstallasjoner er lagt til.

Det gjøres oppmerksom på muligheten for at noen av elementene i dette dokumentet kan være gjenstand for patentrettigheter. CENELEC kan ikke holdes ansvarlig for å identifisere noen eller alle slike patentrettigheter.

Eventuelle tilbakemeldinger og spørsmål om dette dokumentet bør rettes til brukernes nasjonale komité (NK86). En fullstendig liste over disse organene finnes på CENELEC-nettstedet.

1 Omfang

Dette dokumentet er en revisjon av NEK TR 750:2015 Fiberoptisk aksess til bruker - En veiledning for å etablere FTTx-nett. På det tidspunktet forrige utgave ble publisert fantes det ikke noe dokument som utførlig beskrev fiberoptiske aksessnett, og det var få FTTx-nett som hadde blitt implementert. Siden den gang er det gjort massive utrullinger i de fleste europeiske land, men mye gjenstår og i dag foreligger det også veiledninger fra organisasjoner som f.eks. FTTH council Europe.

Denne utgaven av NEK TR 750 tar opp i seg erfaringer som er gjort gjennom utrullinger som er gjennomført så langt, og henviser til eksisterende dokumenter der det er relevant. Den tar for seg virkningene den nye generasjonen kommunikasjonssystemer har hatt på tilgangsnettverk og komponenter. Og mer konkret gir den veiledning i forhold til IEC og CENELEC sine standarder relatert til aksessnett og deres teknologier.

På lik linje med første versjon tar denne for seg FTTx-nett generelt, og inkluderer:

- FTTC = Fibre to the Curb, altså fiber til endefordeler i gaten (i et kabinett);
- FTTB = Fiber to the Building, ofte inn i bygningens kjeller;
- FTTH/P = Fibre to the Home/Premise, dvs. til hjemmet (en bygning i et boligområde).

Den har også relevans for:

- FTTE = Fibre to the Enterprise,
- FTTA = Fibre to the Antenna.

Dette dokumentet er inndelt i fem hoveddeler:

- **Nettstruktur og noder:** introduserer infrastruktur for telekommunikasjon og gir en oversikt over den grunnleggende strukturen for et FTTx-nett.
- **FTTx kommunikasjonssystemer:** introduserer neste generasjons kommunikasjonssystemer som vil kjøres på FTTx-nett.
- **Passive nettprodukter og systemløsninger for FTTx:** beskriver systemimplementasjon for FTTx inkludert krav til produkter og installasjonsteknikker.
- **Nettdesign:** gir veiledning i hvordan setter sammen et nett og gir en oversikt over nett-topologier som kan benyttes.
- **Planlegging:** gir grunnleggende informasjon om forskjellige installasjonspraksiser og planlegging som er relevant for disse praksisene.

Det er også verdifull informasjon tilgjengelig i Tilleggene.

2 Normative referanser

Det er ingen normative referanser i dette dokumentet.

3 Termer, definisjoner og forkortelser

3.1 Termer og definisjoner

Det er ingen termer eller definisjoner listet i dette dokumentet.

3.2 Forkortelser

Forkortelser	Engelsk	Norsk
APC	Angled Physical Contact	Skråslipt fysiskkontakt
CENELEC	Comité Européen de Normalization en Electronique et en éLEctrotechnique	Europeisk elektroteknisk standardiseringsorganisasjon
CLC	CeneLeC	
CPE	Customer premises equipment	Kundeutstyr
CPR	Construction Product Regulation	Byggevareforordningen
CWDM	Coarse Wavelength Division Multiplexing	Grov bølgelengemultipleksing
DP	Distribution Point	Distribusjonspunkt
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing	Tett bølgelengemultipleksing
EPON	Ethernet Passive Optical Network (IEEE 802.3ah)	Ethernet Passivt Optisk Nettverk
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	
EU	European Union	Europeisk Union
FCP	Fibre concentration point	Konsentrasjonspunktet for optiske fibre
FMS	Fibre Management System	Fiberadministrasjonssystem
FTTB	Fibre To The Building	Optisk fiber til bygningen
FTTC	Fibre To The Curb	Optisk fiber til endefordeler
FTTH	Fibre To The Home	Optisk fiber til boligen
FTTX	FTT (X stands for B, C, H, etc.): Generic term for FTTB, FTTC, FTTH, etc.	Optisk fiber til ... (generell term, felles betegnelse)
GB	Giga Byte	Gigabyte

Gbit/s	Giga bits per second	Gigabit per sekund
GPON	Gigabit capable Passive Optical Network (ITU-T G.984)	Gigabit passive optiske nett
HDPE	High Density PolyEthylene	
HFFR-LS	Halogen Free Flame Retardant Low Smoke	Halogenfri, flammehemmende, lite røyk
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	
IL	Insertion Loss	Innskuddstap
IP	Internet Protocol	Internettprotokoll
ISO	International Organization for Standardization	
ITU	International Telecommunication Union	
ITU-R	International Telecommunication Union - Telecommunications	
ITU-T	International Telecommunication Union – Radio-communications	
LC	Lucent Connector	
LFH	Low Fire Hazard	Lav brannfare
LSOH	Low Smoke Zero Halogen	Lite røyk, ingen Halogen
Mbit/s	Megabits per second	Megabits per sekund
MDU	Multi Dwelling Unit	Bolig med flere enheter (boligblokk)
MM	Multimode Fibre	Multimodusfiber
NG-PON	Next-Generation Passive Optical Network	Neste generasjons passive optiske nettverk
ODF	Optical Distribution Frame	Optisk distribusjonsramme
OLT	Optical Line Terminal	Optisk linjeterminal

ONT	Optical Network Terminal	Optisk nettermineringsenhet
OPGW	Optical Ground Wire	Optiske fibre integrert i luftspenns jordline
OTDR	Optical Time Domain Reflectometry	Optisk reflektometer, tidsdomene
P2P	Point to Point	Punkt til Punkt
P2MP	Point to Multiple Points	Punkt til Multipunkt
PE	Polyethylene	Polyetylen
PMD	Polarization Mode Dispersion	Polarisasjonsmodusdispersjon
PON	Passive Optical Network	Passive optiske nettverk
POP	Point of Presence	Presentasjonspunkt
PtP	Point to Point	Punkt til Punkt
PVC	Polyvinylchloride	
RL	Return Loss	Returtap
RoW	Right of Way	Tilgang til offentlig infrastruktur
SC	Subscriber Connector	
SDU	Single Dwelling Unit	Enebolig
SM	Single Mode Fibre	Singelmodusfiber
TC	Technical Committee	Teknisk komite
TR	Technical Report	Teknisk rapport
UPS	Uninterruptible Power System	Avbruddsfri energiforsyning
WDM	Wavelength Division Multiplexing	Bølgelengdemultipleksing
XG-PON	10 (X stands for 10) Gigabit Passive Optical Network	10Gbit/s Passive optiske nettverk
XGS-PON	10 (X stands for 10) Gigabit Symmetrical Passive Optical Network	10Gbit/s Symmetriske passive optiske nettverk

4 Nettstruktur og noder

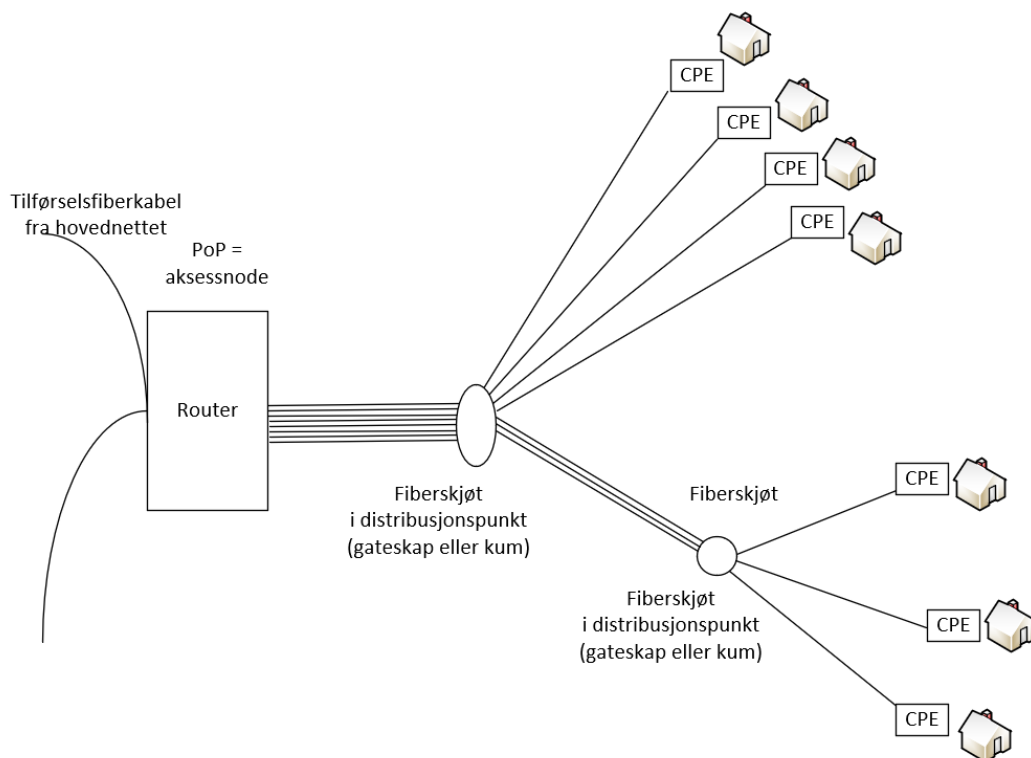
4.1 Generelt

Dette avsnittet gir en oversikt over et FTTx-nett, og gir grunnlaget for den terminologi og de referanser som benyttes i de påfølgende avsnittene.

4.2 Aksessnett

De følgende to bildene illustrerer et forenklet punkt-til- punkt (P2P) og passive-optisk nett (PON) aksessnett.

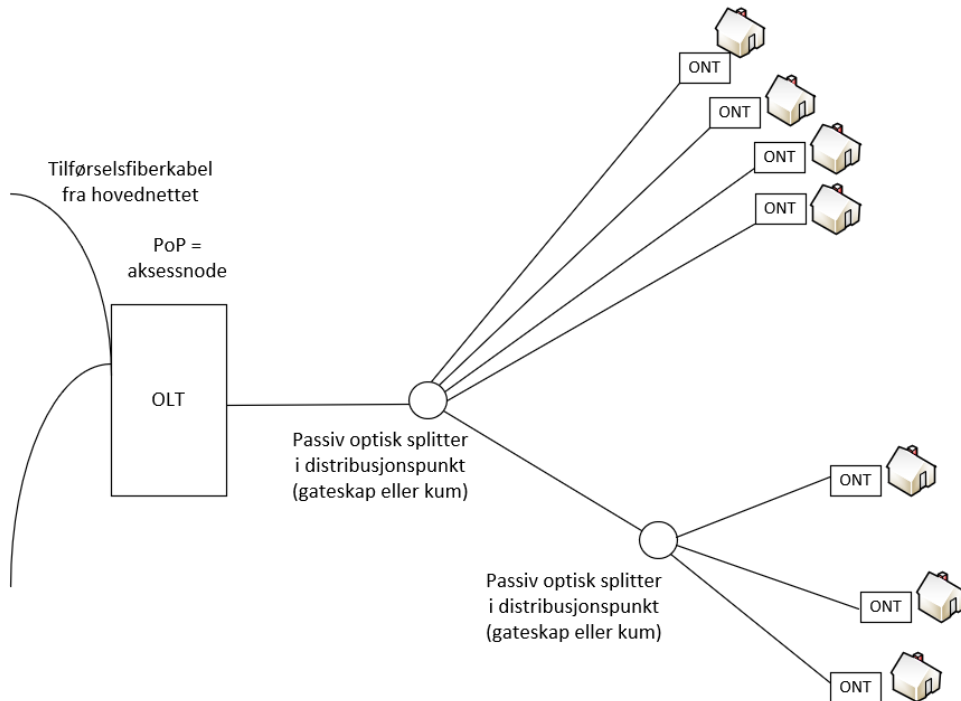
P2P er stort sett passive, der en fiber fra distribusjonsnoden (PoP) er rutet direkte til kunden og ikke benytter splittere. Med PON deles en fiber fra hoved-noden mellom et antall kunder (som regel 32, 64 eller 128) ved å benytte passive splittere plassert rundt omkring i nettet.



Figur 1 – Eksempel på et punkt-til-punkt-aksessnett.

MERKNAD 1 En PoP, eller node er et grensesnitt mellom kommunikasjonsenheter. En PoP eller node huser vanligvis rutere, multiplexere og annet nettverks-grensesnittutstyr.

MERKNAD 2 Det legges kabler mellom PoP og fiberskap/kum (distribusjonspunkt DP) med nok fiber til å forsyne alle bygninger som er koblet til distribusjonspunktene



Figur 2 – Eksempel på et passivt optisk nett (PON)

5 FTTx kommunikasjonssystemer

5.1 Generelt

Implementerte og planlagte passive FTTx nett er designet for å vare i flere tiår og må være generisk med hensyn til aktiveringsteknologier. Derfor bør de kunne støtte kommersielt tilgjengelige aktive teknologier for punkt-til-punkt (P2P) eller punkt-til-multipunkt (P2MP) (f.eks. G-PON, E-PON, 10GE-PON, XG (S) -PON), samt fremtidige standarder (f.eks. NG-PON2, 25 og 50 Gbit/s PON).

5.2 P2P teknologier

Distribusjonen av et P2P nettverk gjøres ved hjelp av en enkelt optisk fiber per abonnent/CPE. Hver abonnent har dermed egen toveis-fiber som kobler den direkte til leverandørens POP. En to-veis fiber fungerer slik at lyset distribueres fra POP til CPE på en bestemt bølgelengde og fra CPE til POP på en annen bølgelengde.

Fordelen med å bygge et P2P-nett, er at abonnenten slipper å dele på hastigheten/båndbredden på fiberen, kontra et PON-Nett der opp til 64 abonnenter deler på båndbredden. Abonnenten vil også få symmetrisk båndbredde (lik hastighet på opp- og nedlasting). I tillegg er det enklere å oppgradere kunder til høyere båndbredde i et P2P-nett.

Ulempen er høyere installasjonskostnader på grunn av større fiberkabler (en fiber pr. abonnent) og høyere termineringskostnader i POP.

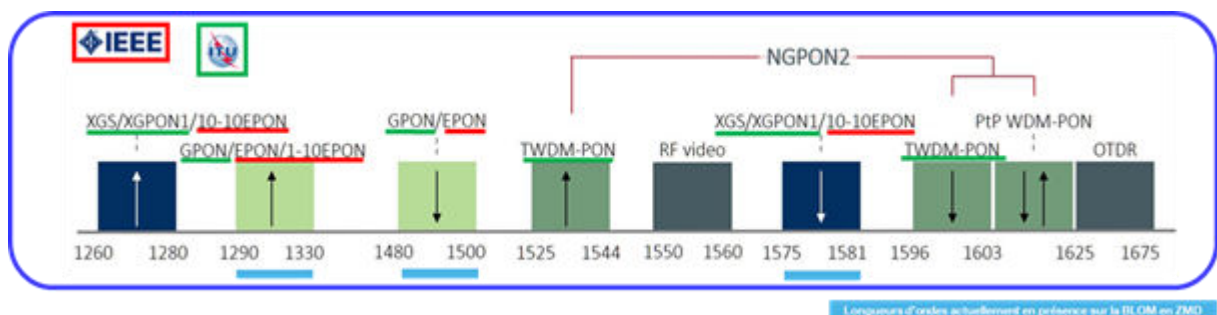
P2P teknologi er standardisert under referansen ITU-T G.9806

5.3 Transmisjonslengder i P2P-nett

ITU-T G.9806 beskriver transmisjonslengder opp til 40km, men dette er avhengig av spesifikasjoner på det aktive utstyret og antall skjøter, kontakter og kvalitet på fiberinstallasjonen.

5.4 Passive Optiske Nett - teknologier

Følgende figur viser de forskjellige overføringsteknologiene definert av International Telecommunication Union (ITU-T) og Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), samt bølgelengdene som brukes:



Figur 3 - Tildeling av PON -bølgelengder

GPON -teknologi: leverer 2,5 Gbit/s nedstrøms og 1,25 Gbit/s oppstrøms, på en fiber delt mellom flere brukere. Denne teknologien er standardisert under referansen ITU-T G.984.x

XG-PON-teknologi: leverer 10 Gbit/s nedstrøms og 2,5 Gbit/s oppstrøms, på en fiber delt mellom flere brukere. Denne teknologien er standardisert under referansen ITU-T G.987.x

XGS-PON-teknologi: leverer 10 Gbit/s nedstrøms og 10 Gbit/s oppstrøms, på en fiber delt mellom flere brukere. Denne teknologien er standardisert under referansen ITU-T G.9807.1

NG PON2 TWDM PON-teknologi: leverer 4 til 8 x10 Gbit/s nedstrøms og 4 til 8 x10 Gbit/s eller 4 til 8 x2,5 Gbit/s oppstrøms, på en fiber som deles mellom flere brukere. Denne teknologien er standardisert under referansen ITU-T G.989.x