

# FIBERWORKS

Et Lifco fibernettselskap.

# Bølgelengde- multipleksing

## Wavelength Division Multiplexing (WDM)

### Introduksjon

Et dokument som forklarer hva multipleksere  
(Mux / Demux) og CWDM / DWDM er



**FIBERWORKS**  
Et Lifco fibernettselskap.

lær mer på  
[fiberworks.no](https://fiberworks.no)

Spesialister på fiberoptiske  
nettverkløsninger

# Bølgelengde- multipleksing

(Wavelength Division Multiplexing)

I våre dager er det nesten like mange kabler fylt med tråder av fiberoptisk glass i bakken under oss som det er avløpsrør og elektriske kabler. Disse kablene kobler eksterne steder sammen slik at vi kan møte samfunnets krav til stadig større båndbredde.

Men la oss innse det: Fiber er dyrt, spesielt over lange avstander. Så hva er da det beste alternativet når du trenger en ekstra, eller en tredje eller ørtende kobling mellom avdelingene dine? Skal du leie enda et mørkt fiberpar eller trekke egne kabler? Du bør heller vurdere WDM.

Wavelength Division Multiplexing, også kjent som WDM, har vært den foretrukne teknologien i telekommunikasjonsindustrien i flere tiår takket være kostnadseffektiviteten. Tidligere var disse systemene omfattende, dyre og komplekse, men det er de ikke lenger.

Likevel synes mange organisasjoner at WDM er komplisert, og de har ennå ikke fått muligheten til å oppleve fordelene med teknologien når det gjelder å maksimere båndbredde og kutte kostnader.

Takket være det raske tempoet som teknologien utvikler seg i, finnes det WDM-løsninger med forskjellige konfigurasjoner som oppfyller de spesifikke behovene til bedrifter, datasenter og offentlige operatører. Uansett om målet er å utvide nettverket til nye steder eller å optimalisere eksisterende infrastruktur, bør WDM være ett av verktøyene i verktøykassen.

## Optisk trygghet fra Fiberworks



100 %  
kompatibelt



Omfattende  
garantier



Support på  
stedet og teknisk  
støtte



Stort lager /  
levering  
samme dag



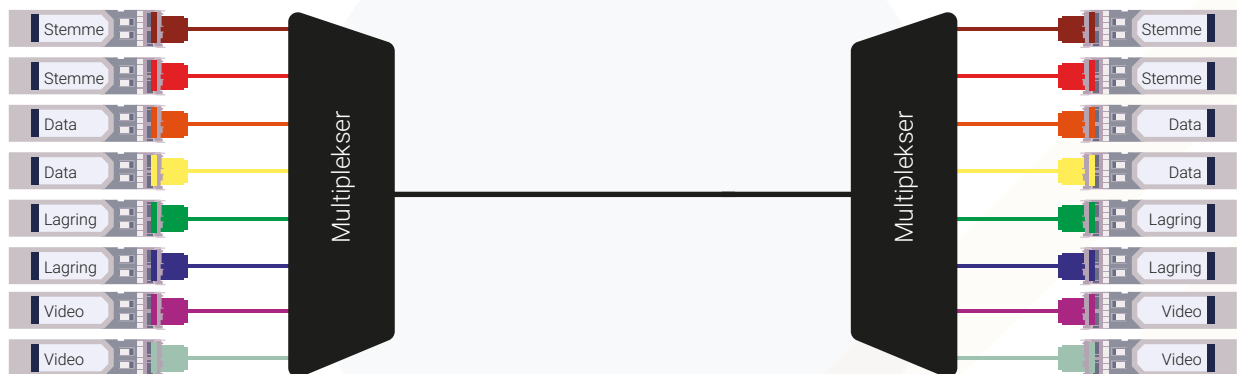
ISO-sertifisert  
produksjon



Remote omkodning  
med oppdaterte  
kodedatabaser



Ett fiberpar per kanal



Ved å bruke multipleksing kan du kombinere flere kanaler på én enkelt mørk fiberkabel

# Det tekniske grunnlaget



I singelmodusfiber inneholder lysstrålen vanligvis bare én datastrøm ved én bølgelengde, og denne blir overført via én fibertråd.

De fysiske egenskapene til lyset gjør at lys ved forskjellige bølgelengder ikke forstyrrer hverandre. WDM gir oss derfor muligheten til å kombinere flere datastrømmer ved å tildele hver enkelt strøm en egen lysbølgelengde. På denne måten kan datastrømmene dele det samme fysiske mediet i stedet for at hver enkelt får sin egen fiberkabel.

Siden de kan virke helt uavhengig av hverandre, kan vi kombinere alle typer datastrømmer fra 100 Mbps til 400 Gbps og gi dem sine egne, fysiske uavhengige kanaler samtidig som det blir mulig å utvide ved å legge til flere kanaler.

Optiske transceivere overfører data som lys

1.

2.

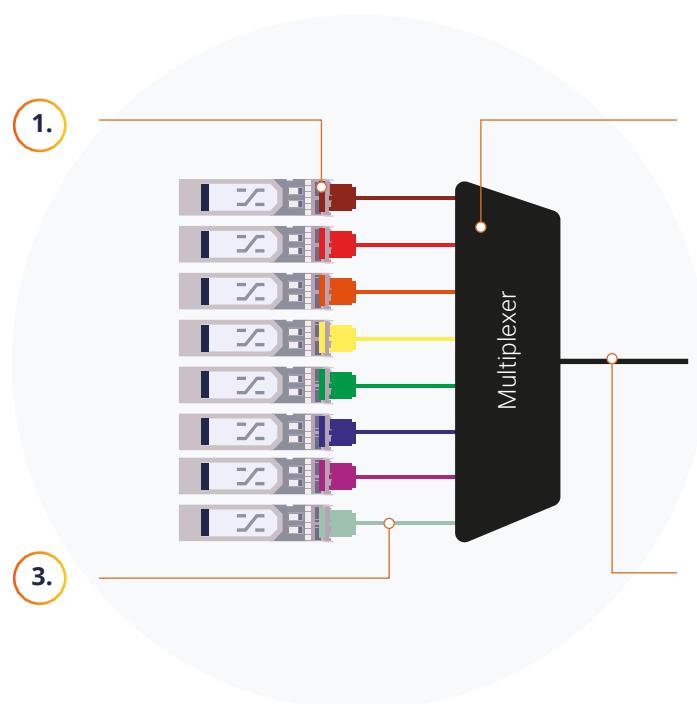
Optimaliser bruken av fiberkablene med WDM-multipleksing

Patchkabel mellom transceiveren og multiplekseren

3.

4.

Mørk fiber



# Transceiveren



Optiske transceivere omformer det elektriske signalet fra sitt vertsutstyr til et optisk signal som inneholder en kodet datastrøm.

Ikke-WDM-transceivere overfører vanligvis lys ved 1310 nm bølgelengde fordi slike lasere er mest kostnadseffektive å fremstille. På grunn av den høye lysdempingen i optisk fiber ved 1310 nm, bruker man vanligvis 1550 nm i stedet når

rekkevidden må være minst 40 km. I stedet for å bruke disse to vanlige bølgelengdene, blir en WDM-transceiver stilt inn til å sende lys på en kanal valgt fra et standardisert sett av WDM-kanaler.



# Multiplekseren

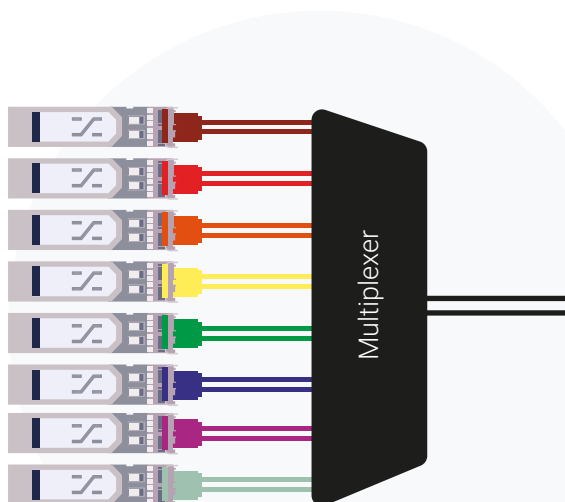


Selve kjernen i WDM-systemet er multiplekseren, som også blir kalt «mux».

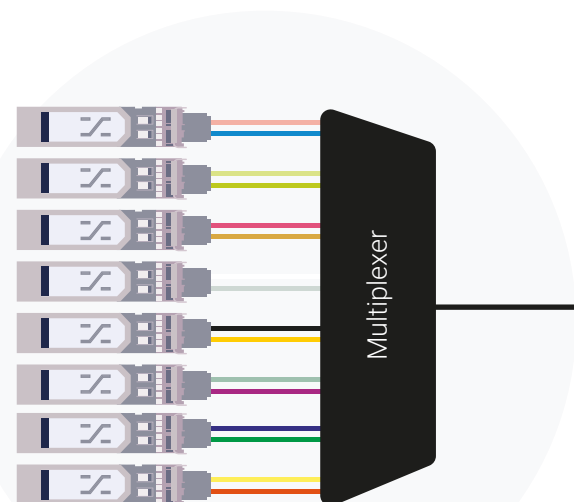
Det er det kritiske utstyret som kombinerer (multiplekser) alle de individuelle kanalene til én lysstråle med alle bølgelengdene som skal overføres til en fibertråd. I den andre enden finner du demultiplekseren, også kjent som «demux», som separerer (demultiplekser) bølgelengdene tilbake til individuelle kanaler. Mux kan brukes i både dual og single trådkonfigurasjoner fordi de fysiske egenskapene til lyset

innebærer at lys ved forskjellige bølgelengder ikke kolliderer selv om det går i motsatt retning. Av den grunn kan én enkelt fibertråd føre flere datastrømmer begge veier. Mux- / Demux-teknologien blir i dag ofte innebygd i mange høykapasitetstransceivere for å kombinere flere datastrømmer og oppnå hastigheter fra 40 Gbps opp til 400 Gbps og mer.

Teknologien er i stadig utvikling, og i dag kan vi bygge multipleksere som gjør det mulig for opptil 96 kanaler å bære data over samme fiberpar samtidig.



En dual fiber CWDM-mux har kapasitet for opptil 18 kanaler over ett fiberpar.



En single fiber CWDM-mux har kapasitet for opptil 9 kanaler over ett fiberpar.

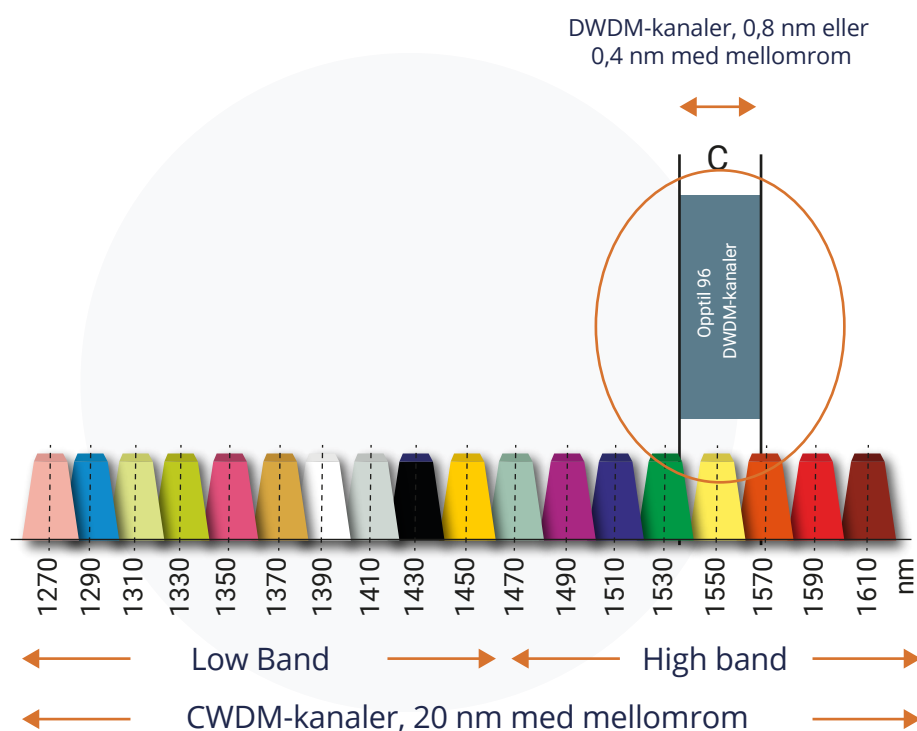
# Grov og tett WDM



WDM blir vanligvis delt inn i to kategorier: Grov WDM (CWDM) og tett WDM (DWDM).

Begge kategoriene har sine egne kanalkonfigurasjoner, fordeler og ulemper. Hovedforskjellen er at CWDM gir mindre tetthet og kortere rekkevidde til en lavere kostnad mens DWDM gir høy tetthet og lengre rekkevidde til en høyere kostnad. De kan også brukes samtidig, side om side, i samme system. En annen viktig fordel med DWDM er at

det også kan overføre mye større båndbredde per kanal enn CWDM. I 2022 er det vanlig med pluggbare transceivere som kan nå 200 Gbps og integrerte komponenter som kan overføre over 1 Tbps og teknologien utvikler seg med lysets hastighet. For CWDM er nåværende maksimum 10 eller 100 Gbps.



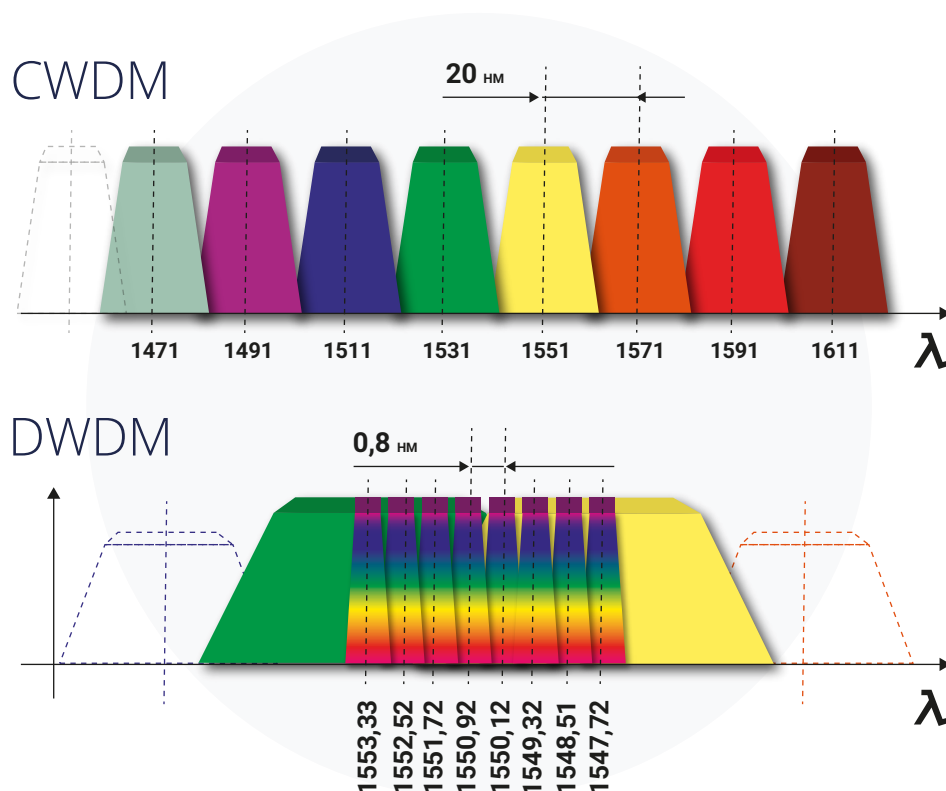
# Kanalene



Både CWDM og DWDM har kanalavstandsgrid standardisert av ITU hvor CWDM bruker en bredere avstand (20 nm) sammenlignet med den tette avstanden til DWDM (0,8 nm eller 0,4 nm).

Dette betyr at CWDM støtter opptil 18 kanaler, og med DWDM er det mulig å få plass til 40, 80 eller til og med opptil 96 kanaler på samme fiberpar. For CWDM er kanalene lokalisert mellom 1271 nm til

1611 nm, og for DWDM er et frekvensområde kalt C-båndet (1530 nm–1565 nm) mest vanlig på grunn av den lave lysdempingen i optisk fiber ved disse bølgelengdene.





# Laseren



Når lasere når høyere temperaturer, har de en tendens til å begynne «drifte». Dette betyr at de begynner å sende lys med en litt annen frekvens enn det de opprinnelig var innstilt til å gjøre. På grunn av den brede kanalavstanden til CWDM er dette ikke et problem, men for DWDM kan dette skape problemer. Løsningen her er å bruke avkjølte lasere. Ved å avkjøle laseren blir mer nøyaktig i en lengre tidsperiode, men ulempen er høyere strømforbruk og mer kompleksitet, noe som innebærer høyere kostnader. DWDM-transceiverne har derfor historisk vært dyrere ettersom mesteparten av produksjonskostnadene for transceiveren er knyttet til laseren, men etter hvert som teknologien utvikler seg, blir prisforskjellen mindre og mindre.

# Rekkevidden



Ved hjelp av EDFA- eller RAMAN-forsterkere kan DWDM-signalet forsterkes og dermed nå avstander på over 2500 km, noe som gjør det mulig å bygge land- og sjøkabelsystemer over lengre distanser. CWDM-transceivere fungerer på mange måter veldig likt vanlige transceivere (de er begrenset til linkbudsjettet), men for DWDM er det Optical Signal to Noise Ratio (OSNR) som er viktigst. På grunn av dempingen i fiberkabelen avtar kvaliteten til DWDM-signalet konstant, og når det forsterkes, forsterkes også støyen. Dette gjør at det er begrenset hvor mange ganger det er mulig å forsterke et signal slik at mottakeren fremdeles kan dekode det når det kommer frem. Langdistanse DWDM-systemer medfører også andre utfordringer, som blant annet kromatisk spredning. Dette betyr at de forskjellige lysbølglengdene beveger seg med litt forskjellige hastigheter, og at disse over lange avstander begynne å blande seg sammen.

## CWDM

- ⬇ **Lavere** total kostnad
- ⬇ **Mindre** kompleks
- ⬇ **Lavere** strømforbruk
- ⬇ **Mindre** kompliserte og billigere lasere

## DWDM

- ↔ **Lengre** rekkevidde
- ⬆ **Høyere** tetthet og båndbredde
- ⓘ **Mer** nøyaktige lasere
- ⚡ **Kan** forsterkes

# Notater

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Vi tilbyr kurs innen det meste av fiberoptisk teknologi.

I vår kurskalender holder vi deg løpende orientert om datoer for kommende kurs.

[fiberworks.no/kurs](https://fiberworks.no/kurs)

## Kvalitetsleverandør til ditt fibernetts!

Vårt produktspekter omfatter optiske komponenter, xWDM løsninger, test og måleinstrumenter, komponenter for transmisjons- og aksessløsninger.

[fiberworks.no/produkter](https://fiberworks.no/produkter)



Eikenga 11  
0579 Oslo  
Norway

Telefon: +47 23 03 53 30  
salg@fiberworks.no  
fiberworks.no

## Din løsningspartner for:

- ✔ TRANSCIVERE
- ✔ XWDM MULTIPLEKSERE
- ✔ PANELER, BOKSER OG SKAP
- ✔ INSTRUMENTER
- ✔ KABEL OG BLÅSEMASKINER
- ✔ FIBERSNORER
- ✔ RENSEUTSTYR
- ✔ AKTIVT UTSTYR
- ✔ MTP/MPO MULTI-FIBER
- ✔ TAPS OG SPLITTERE
- ✔ VERKTØY OG KOMPONENTER
- ✔ KURS OG TJENESTER

**FIBERWORKS**  
Et Lifco fibernettselskap.

Hold deg informert...

