

## I MÖRKRET ÄR ALLA KATTER INFRARÖDA

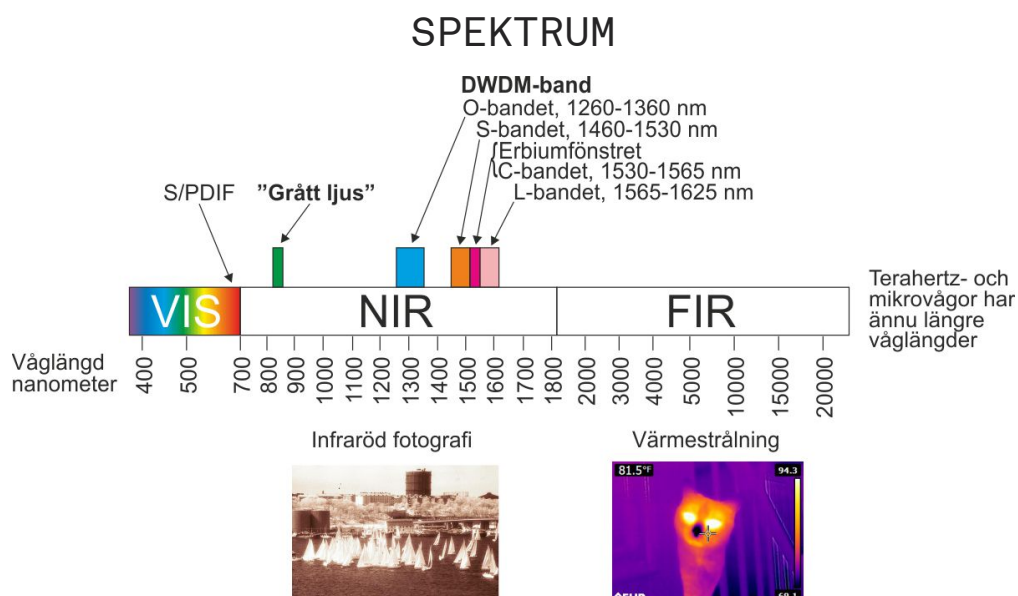
Vi upplever världen omkring oss genom att skilja på de våglängder våra ögon registrerar. Fiberoptiska nät fungerar också genom att hålla ordning på olika våglängder.

Olika våglängder är bara ett finare sätt att säga "färg". Vi känner igen färgerna rött, grönt och blått för det är vad vi kan se med våra ögon. Färg är bara vårt namn på de våglängder vi kan se. För oss har infrarött ljus ingen färg. Men sträcker man ut definitionen lägre ned i spektrum kan man säga att även infraröda våglängder har "färg".



Så här ser naturen ut i våglängder mellan 900 och 1500 nanometer, allmänt kallat **NIR**, Near Infrared eller **kortvågigt infrarött ljus**. Bilden är tagen på silverfilm med Kodak Wratten filter 87C och visar en seglingstävling kring Lidingö i Stockholm.

Det märkliga är att gräset och träden är vita. Det är de naturligtvis inte, utan de reflekterar helt enkelt allt inkommande infrarött ljus. Växter ser gröna ut för våra ögon, för att bladen fullständigt struntar i grönt ljus, så det reflekteras bort, till våra ögon. Växterna är vita i NIR eftersom friska växter inte heller är intresserade av de våglängderna.



Här är hela spektrum med de våglängder inlagda som är av intresse i fiberoptiska nät. Man indelar våglängderna som används för dataöverföring i grupper och kallar dem för "band", precis som vi har ett kortvågsband och ett mellanvågsband för radio.

## VÅGLÄNGDSMULTIPLEXERING

Inom varje band kan man stapla flera våglängder som överför data oberoende av varandra. Modern teknik medger att man staplar flera hundra våglängder i samma band.

Att låta flera våglängder överföras tillsammans i samma medium kallas för våglängdsmultiplexering, eller på engelska Wavelength-Division Multiplexing (WDM). En lärdare definition är "multipel överföring genom våglängdsdelning". Jämför gärna med FM-bandet där samma luft används för att överföra flera radiostationer samtidigt.

Bilden ovan visar de olika definierade banden, O, S, C och L-banden. De har den utsträckning de har tack vare att glasfibers egenskaper är som bäst vid just dessa våglängder. Groparna mellan banden uppstår på grund av att glasets dämpning ökar på vissa ställen, och på att vatten absorberar vissa våglängder (sk water peaks), vilket inverkar menligt om fukt skulle tränga in i fibern. Därför undviker man vissa våglängdsband.

De absolut intressantaste banden för dataöverföring på långa sträckor är C- och L-banden, mellan 1530-1610 nanometer, eftersom det samtidigt är "erbiumfönstret", alltså det våglängdsband där erbiumförstärkare (EDFA) fungerar naturligt. Se vidare <https://www.sunet.se/blogg/teknisk-djupdykning-optisk-magi-med-edfa/>

### CWDM

Coarse WDM eller grov våglängdsmultiplexering var det första försöket att överföra flera våglängder samtidigt på samma fiber. Det standardiserades av ITU år 2002 och innebär att våglängderna ligger 20 nm från varandra, exempelvis 1271, 1291, 1311, 1331, 3151 nm och så vidare. Eftersom CWDM tillåts använda mindre effektiva band (dämpning, fukt) mellan 1270 – 1610 nm räknar man inte med att nå längre än 60 kilometer med en kapacitet på 2,5 Gbps per våglängd. Det duger bara för innerstadsbruk, för distribution av kabel-TV och liknande.

### DWDM

Dense WDM eller tät våglängdsmultiplexering specificerades också av ITU år 2002 och innebär en delning mellan våglängderna på 0,8 nm, alltså 25 gånger tätare än CWDM. Namnet på kanalplanen **ITU-T G.694.1** är viktig att hålla i minnet.

C-bandet sträcker sig mellan 1530 och 1565 nm och våglängderna är exempelvis följande: 1531,1157, 1531,8981 nm osv. Räknar man om våglängden till frekvens hamnar man på en frekvensdelning på 100 GHz mellan kanalerna. En annan, tätare indelning använder sig av 50 GHz. Men det går att pressa ihop kanalerna ännu mera, såsom British Telecom har gjort i sin överföring med 33,5 GHz kanaldelning. Se referenserna. Man kan också blanda delningarna och använda både 100, 75 och 50 GHz delning i samma överföring, så som det passar sig för bandbreddsbehovet. Detta kallas för flexibel delning (flexible grid).

En normal DWDM-överföring nyttjar 40 eller 80 kanaler (våglängder) och med 100 Gbps per kanal kan ett DWDM-band klara 4 eller 8 Tbps och nå flera hundra kilometer utan mellanförstärkare. Men utvecklingen fortsätter med nya modulationstyper som lovar 400 Gbps per kanal.

DWDM är vägen framåt och med nya fibertyper med reducerad dämpning, mindre fuktinsläpp och andra felaktigheter, kan flera band nyttjas. Givetvis arbetar både OptoSUNET och Nya SUNET med DWDM.

## GRÅTT LJUS

För internkommunikation i en datorhall behöver man inte terabit-kapaciteter och den dyra utrustning detta kräver. Det räcker med en enda våglängd i fibern och det spelar ingen roll, vilken man använder. Det infraröda ljus som används kallas för "grått" ljus för att våglängden inte har någon egentlig betydelse. Våglängden ligger oftast runt 850 nanometer. Räckvidden kan vara flera hundra meter och det räcker mer än väl för korskopplingar mellan utrustningar i en rad rackskåp.

## ANNAN FIBERTEKNIK: S/PDIF

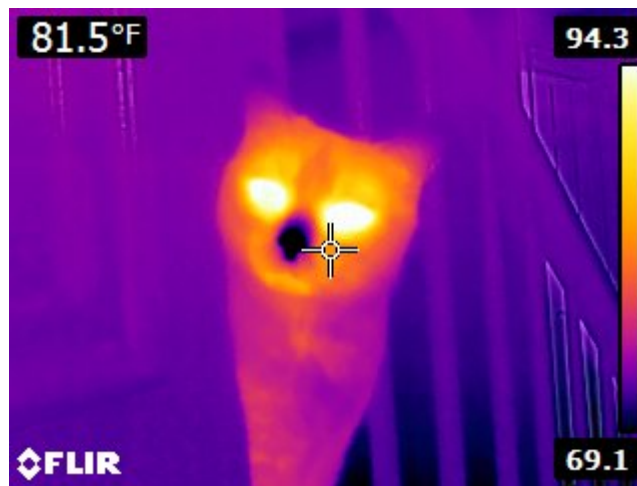
Optisk fiber används i hifi-sammanhang också, men då är det inte vare sig single mode eller kvartsglas utan grov multimode i plastfiber, och ljuskällan är en röd lysdiod. Enligt definitionen ovan skulle detta vara en tillämpning av grått ljus.



När protokollet Sony/Philips Digital Interconnect Format (egentligen AES3-protokollet för professionell ljudöverföring) överförs på optisk fiber kallas det för **TOSLINK** (Toshiba Link). Ljuset är av 650 nm våglängd och fibern består av en en-millimeters plasttråd, som inte får vara mer än 5-10 meter lång på grund av dämpningen. Kapaciteten är inte specificerad, men en typisk överföring kan vara 48 kilosample per sekund, stereo i 24 bitars upplösning vilket blir 2,3 Mbps, exklusive overhead. Det blir inga gigabit per sekund här, inte.

## LÅNGVÅGIGT INFRARÖTT

Växter syns inte alls i långvågigt infrarött (**FIR**, Far Infrared). Ingenting i naturen syns i FIR utom det som är varmt eller reflekterar värmestrålning. Som katter, till exempel.



Här är en katt i FIR, mellan 7500 och 13000 nanometer. Katter är inte alls grå i mörkret, de glöder i infrarött. Nosen är kall (svart) för den är fuktig och kyls med avdunstningskylning. Ögonen är varma (vita) för de genomflyts direkt av varma kroppsvätskor och isoleras inte mot luften av päls. Det blå runt omkring katten är väggar med rumstemperatur. Fiberoptiska nätverk har ingen som helst användning av FIR.

## LÄS MER

Mycket tät våglängdsmultiplexering slår rekord: <http://www.idg.se/2.1085/1.590938/nar-fibern-blir-full-trycker-vi-in-lite-till>

Se universum i alla våglängder: <http://www.chromoscope.net/> Titta särskilt på kortvågigt infrarött, eftersom det är där som SUNET arbetar. Det ljusa strecket mitt i är Vintergatans plan. Vi befinner oss själva i Vintergatans plan.

Skriven av



**JÖRGEN STÄDJE**

Jag heter Jörgen Städje och har skrivit om teknik och vetenskap sedan 1984. Friskt kopplat, hälften brunnet!