

MEGABIT PÅ LÄNGDEN OCH TVÄREN

Hur många megabyte får det plats mellan Stockholm och Uppsala? Hur långt är egentligen ett datapaket på den optiska fibern?

Ljuset i en optisk fiber färdas inte oändligt fort, utan något långsammare än det går i rymden. Eftersom hastigheten är välkänd, skulle man i princip kunna mäta ett datapaket i en optisk fiber med linjal för att få en uppfattning om hur långt det egentligen är. När ett paket sänts ut från Stockholm tar det en stund innan det dyker upp i exempelvis Uppsala. Eftersom datapaketet har en känd längd kan man också räkna ut hur många byte som ligger på lut och färdas på vägen i fibern mellan Stockholm och Uppsala. Det hjälper när man vill ha en ungefärlig, begriplig uppfattning om vad som färdas i fibrerna. Vi ska ta reda på hur långa och hur många.

HUR ÄR ETT IP-PAKET KONSTRUERAT?

Allt data som sänds på optiska fibrer är paketerat enligt IP-protokollet. IP-protokollet är en digital förpackning runt din text eller dina bilder (din nyttolast) som är ett sätt att ge nyttolasten en avsändar- och mottagaradress och ett antal möjligheter till felkontroll, vilket är anledningen till att data som hamnar i din dator alltid är riktigt, oavsett om det farit fem meter eller runt halva jorden.



Uttrycker man mycket förenklat ett IP-paket som block ser det ut som ovan. Först kommer headern, som innehåller mottagaradress, avsändaradress och uppgifter om nyttolastens längd, ett sekvensnummer och så vidare, så man kan veta vart paketet ska, hur stort det borde vara och vilket paket i ordningen det är osv. Headern är alltid lika stor, nämligen 160 bit eller 20 byte.

Därefter följer själva nyttodatat, alltså din text eller bitar av din bild. Den kan vara olika lång, men normalt väljer man den allra längsta sorten 12000 bit eller 1500 byte.

Slutligen kommer en kontrollsumma, som utgör bevis på att paketet är oskadat. Den är alltid 24 bitar eller tre byte lång.

Ett typiskt paket är alltså 1523 byte långt när det ska ut på den optiska fibern.

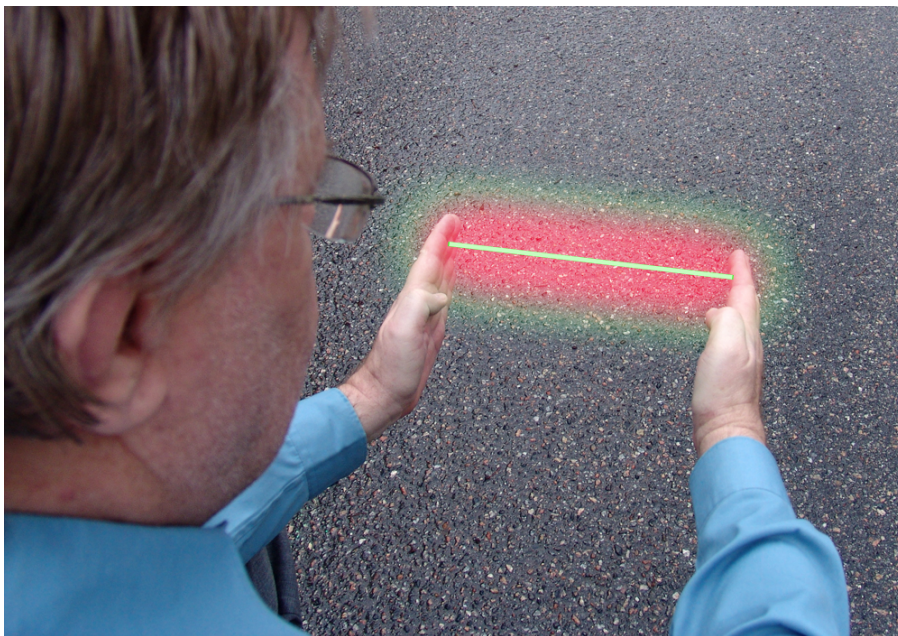
SÅ HÄR LÅNGT ÄR ETT MAIL

Paketet sänds ut i fibern som (exempelvis) ljusblinkningar där en blink motsvarar en etta och avsaknad av en blink en nolla. På en förbindelse med 100 Gbps kapacitet blir det hundra miljarder möjliga blinkningar per sekund. Det kan visualiseras så här.

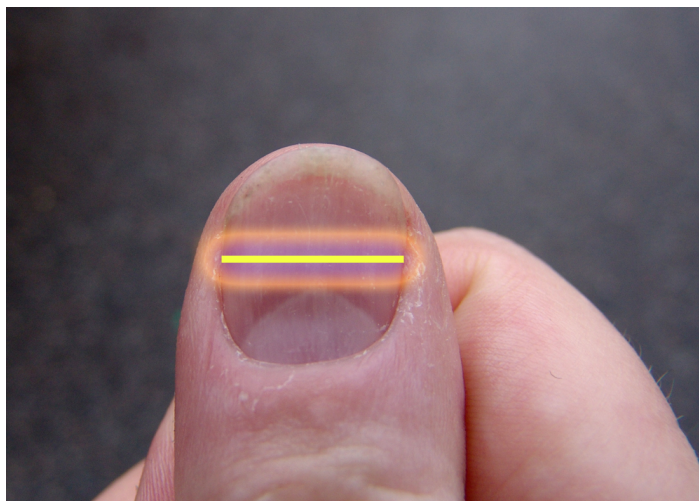


Överdimensionerat ljussvärd? Här står undertecknad med ficklampa och skickar iväg ett datapaket. Antag att jag är riktigt snabb med tummen och kan blinka fram IP-paket med 100 gigabit (gigablink) per sekund. Då skulle ett datapaket av den största storleken med 160 bitars header och 12000 bitars nyttolast se ut så här, cirka 24 meter långt. Det skulle ta 0,12 mikrosekunder att skicka ut.

Så här lång är headern på 160 bitar, cirka 33 centimeter. Den syns inte på förra bilden.



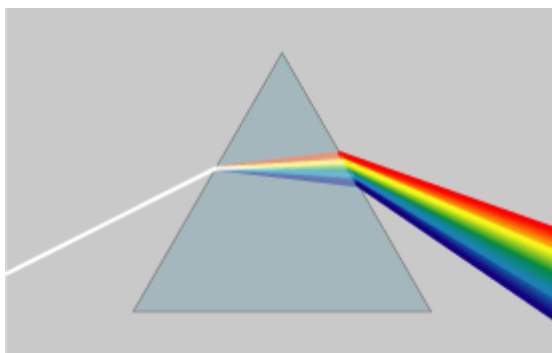
En byte om åtta bitar blir bara ynka 1,6 centimeter lång och får plats på en tumnagel.



(Det här är bara delvis sant. Man kan optimera överföringen genom att sända flera bitar samtidigt på olika våglängder i samma fiber, och sända flera dataströmmar samtidigt på flera parallella fibrer. Med mera. Men vi struntar i det.)

LJUSETS HASTIGHET I MEDIET

Du måste låtsas att mediet framför ficklampan är glas och inte luft. Ljuset går långsammare i glas än i luft, och långsammare i luft än i vakuum. Det har med mediets brytningsindex att göra, den parameter som avgör hur kraftigt ljuset bryts när det passerar in i eller ut ur ett material och in i ett annat.



Det är av den anledningen vi kan se hur ett prisma bryter solljus. Glasets brytningsindex är olika för olika våglängder, så att dessa bryts olika starkt och därför sprids ut så snyggt. Regnbågen är samma fenomen. Ju högre brytningsindex, desto långsammare går ljuset i mediet.

Det lägsta brytningsindexet har rymdens vakuum, nämligen 1. Ljusets hastighet i vakuum är 299.792.458 m/s, väldigt nära 300.000 km/s.

Luftens brytningsindex är något högre, nämligen omkring 1,0003, vilket ger ljuset en hastighet på $\sim 298.896.000$ m/s i luft.

Av större vikt för SUNETs användare är glasets brytningsindex på cirka 1,5, vilket ger ljuset en hastighet på $\sim 199.000.000$ m/s i optisk fiber.

MÄT SVERIGE I MEGABYTE

Därför kan vi mäta dataförbindelsernas utsträckning i megabyte. Titta bara på kartan.

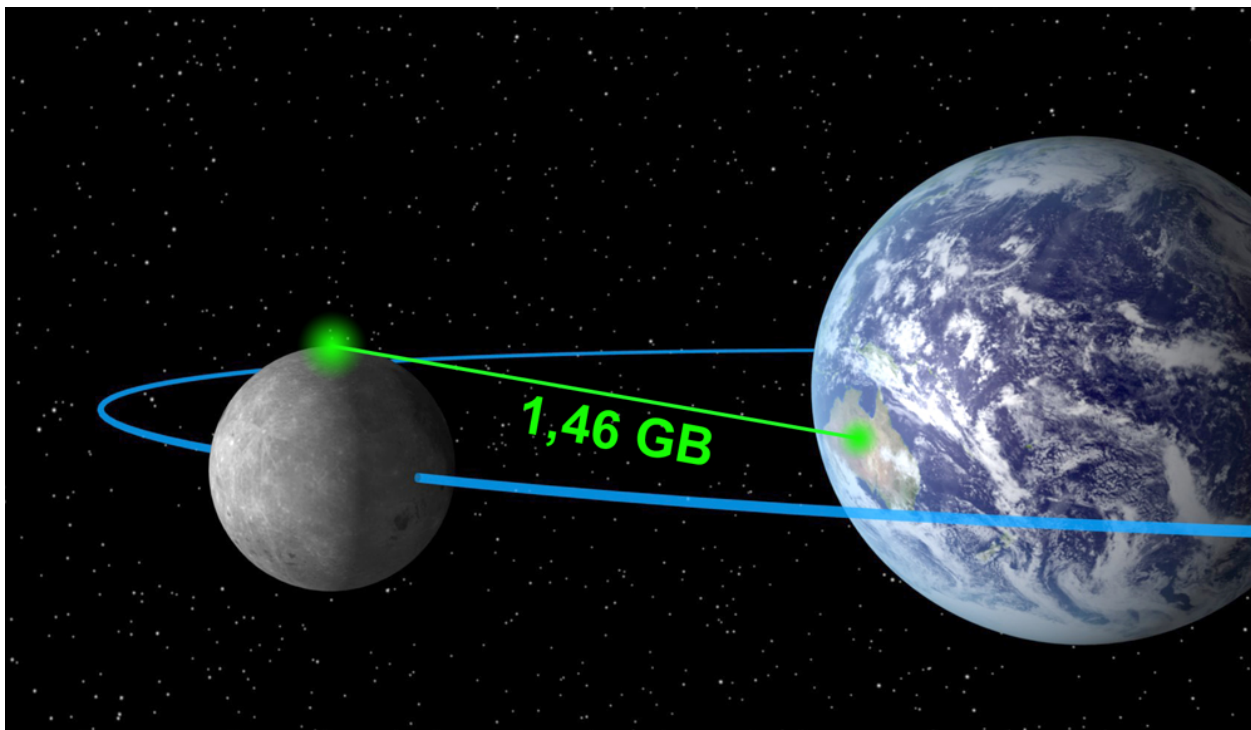


Det får grovt räknat plats 62,5 kilobyte per kilometer fiber. Sålunda är Sverige 97,9 megabyte (1567 km) långt från Ystad till Treriksörset.

Men det kommer mer!

Inom en snar framtid kommer flera nationer att ha etablerat kolonier på Månen, kanske till och med inom Nya SUNETs livstid, framåt år 2030. Men hur ska man kommunicera med Jorden? Det är uppenbart att "Houston, we read you, over" Pip. Sprak. "Tranquility base..." inte duger för den moderna internetmänniskan. Internet kommer att behöva sträckas ut även till månbasen. Laserkommunikation till Internationella Rymdstationen har redan provats och visats fungera. För snabb överföring till månbasen sätter man lämpligen upp en laser på Månens hitsida, riktad mot Jorden. Eftersom Månen inte vrider sig i förhållande till Jorden, behövs det bara en laser. En lämplig plats för en månbas är Månens nordpol, eftersom den är ständigt solbelyst, vilket är positivt för bruket av solceller, och det verkar finnas vatten i de ständigt mörka kratrarna därstädes.

Men Jorden vrider sig i förhållande till Månen, så på Jorden behövs flera mottagarstationer. Lämpligen ett par stycken på varje kontinent, eftersom en laserstråle inte kan gå igenom moln.



Mellan Jorden och Månen är det cirka 350.000 kilometer, så där får det plats 1,46 gigabyte i 10 Gbps (observera att ljusets hastighet i vakuum är 300.000 km/s). 100 Gbps är inte att hoppas på, på grund av turbulens i atmosfären.

Eftersom fördröjningen är 1,16 sekunder till och från Månen kommer telefonkonversationer och videokonferens att bli lite besvärliga, fast det nog går att vänja sig. Huvudambitionen kommer säkerligen att läggas på applikationer som Facebook och e-post där fördröjningen inte är lika irriterande. Sannolikt får också tjänster som Netflix ett uppsving. Bandbredd lär det inte bli någon brist på.

När det första universitetet etablerats på Månen kommer de utan tvivel att behövs anslutning till SUNET. SUNET kommer att hyra in sig på NASAs länk till Månen och kalla det för Svarta nätet.

LÄS MER

Att bo och kommunicera på Månen: <http://techworld.idg.se/2.2524/1.500569/snart-kan-du-och-jag-bo-pa-manen>

Interplanetärt Internet: <http://techworld.idg.se/2.2524/1.106378/reportage-fran-jorgen-stadje-interplanetart-internet>

Kan man göra ett ljussvärd? <http://techworld.idg.se/2.2524/1.516856/att-svinga-ett-ljussvard—sci-fi-eller-sanning>

Skriven av



JÖRGEN STÄDJE

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