

# Det du trenger å vite om 10 Gigabit Ethernet

Referanseartikler fra tidligere utgaver av Mellvik-Rapporten:

- "Gigabit nettverk" i nr. 37
- "Gigabit Ethernet: Ikke lenger en drøm" i nr. 47
- "Gigabit Ethernet: Fest setebeltene" i nr. 79
- "10 Gigabit Ethernet: Stille revolusjon" i nr. 91

... samt tallrike innslag i våre faste spalter – bl.a. i nr. 54, 59, 63, 67, 68, 76 og 108. Mange av disse utgavene er tilgjengelige *on line* i pdf-format, se side 35 for detaljer.

*Noen år har gått siden vi ble konfrontert med siste Ethernet-generasjon – 10 Gigabit Ethernet (10GbE) – som reelt alternativ, men teknologien har så langt ikke vært påtrengende i hverdagen. Det betyr imidlertid ikke at den er borte fra radarskjermen. Tvert imot følger den en utviklingstrasé som til forveksling ligner på forgjengerne, Fast Ethernet (100 Mbps) og Gigabit Ethernet (GbE).*

## Status

Alt går etter planen med 10GbE. Temaet blir imidlertid ikke dermed uinteressant. Kontinuerlig behovsutvikling på nettverks-siden i både private og kommersielle nett stiller krav: Vi skal ha oppdatert kunnskap – ikke bare om dagens situasjon, men om hva som finnes på horisonten.

Følgende hovedpunkter beskriver situasjonen og de viktigste markedskreftene knyttet til 10 Gigabit Ethernet:

- Antagelsen om at telecom-sektoren blir det viktigste marked, var naturlig for 5 år siden, men er feil i dag.
- Inntil det løsner på telecom-siden, har 10GbE sitt primær-marked på datarommet og i nettverks-sentralen: Lagringssystemer, tjener-farmer, ryggradsnett.
- Raskt voksende bruk av Gigabit Ethernet driver frem behovet for oppgradering til neste nivå både på tjenersiden og i ryggradsnettene. Over 50 millioner slike grensesnitt er solgt, og venter på å bli tatt i bruk.
- En annen viktig drivkraft som vi enda kun ser konturene av, er overgangen til VoIP, IP-basert telefo-

ni. Veksten i dette ferske segmentet overgår alle prognoser, og kan ikke unngå å få store konsekvenser også for telecom-sektoren.

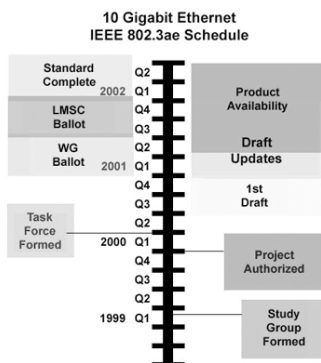
- En standard for 10GbE-forbindelser over korte avstander via kobberkabel (*twinax*) ble fullført tidligere i år. Det nye alternativet reduserer kablingskostnadene vesentlig.
- En standard og tilhørende teknologi for 10GbE over vanlig kategori-5 parkabel er underveis, og ventes klar i løpet av 2006.
- De nye kablingsalternativene kombinert med standardkomponenter for fysiske grensesnitt og ikke minst tiltagende konkurranse, sørger for at prisfallet for 10GbE allerede er i full gang. Fra USD 10.000 per port i fjor høst passerer vi i disse dager USD 5.000 og vil i løpet av neste år nærme oss USD 1.000.
- En strøm av nye produkter fra over 20 leverandører, demonstrerer en modenhetsgrad som gjør 10GbE teknologisk ufarlig for alminnelige anvendelser, dvs. anvendelser der forgjengeren GbE dominerer i dag.
- Det er vanskelig å se at FibreChannel og Infiniband i lengden kan overleve den konkurransen 10GbE etterhvert vil representere.

De første 10GbE-produktene var klare for levering omtrent samtidig med at standarden ble ratifisert i 2002, og har vært gjenstand for både praktiske prøver og regulære installasjoner i såvel telecom-sektoren som på datarommet i enkelte store organisasjoner.

I Mellvik-Rapporten nr. 91 (januar 2002<sup>1</sup>) gjennomgikk vi status, utvikling, behovsbilder og teknologisk bakgrunn for både GbE og 10GbE. De fleste prognosene fra analysen har i mellomtiden slått til. Imidlertid henger telecom-sektoren kraftig etter i forhold til prognosene: Utfasingen av tradisjonelle telecom-teknologier som ATM og SONET har ikke utviklet seg med forventet hastighet.

1 Ta kontakt med oss dersom du har behov for særtrykk av artikkelen "10 Gigabit Ethernet: Stille revolusjon" fra Mellvik-Rapporten nr. 91.

## Telecom-revolusjon på vent



Standarden for 10GbE bygger naturlig nok på tidligere Ethernet-standarder og ble ferdig på rekord-tid. Kompatibilitet med egen historie er en kritisk suksess-faktor også for denne Ethernet-generasjonen.

Det betyr imidlertid ikke at potensialet er blitt mindre. Tvert imot står vi på terskelen til et gjennombrudd for nykommeren, drevet frem av moden teknologi og kraftig prisfall. Kombinasjonen utgjør en nærmest uimotståelig drivkraft, ikke bare for omlegging av tradisjonelle teletjenester, men for introduksjonen av nye, båndbredde-krevende varianter. En kostnadsfordel på 80% per port i forhold til tradisjonelt SONET/SDH-utstyr og en ideell rekkevidde for såkalte MANs, *Metro-politan Area Networks*, sørger for å holde både kunder og leverandører på tå hev.

Vi diskuterte behovsutviklingen på dette området i artikkelen "Bredbånd: Europa i baksetet" i Mellvik-Rapporten nr. 117, og konstaterte blant annet at det latente behovet for båndbredde i konsumentmarkedet er intet mindre enn formidabelt. Slik den økonomiske situasjonen er for de fleste telecom-aktører, er det imidlertid få som tør å investere før de ser at markedet finnes. Brent barn skyr ilden.

Mens denne forsiktigheten hemmer utviklingshastigheten, forandrer den ikke behovet eller behovsutviklingen. Eksistensen av rimelig og effektivt 10GbE-utstyr i ISPenes ryggrads- og transportnett blir betraktet som én av forutsetningene for at utviklingen skal komme i gang. Utstyret har i løpet av de siste 2 årene passert bleiestadiet, og befinner seg som nevnt på kanten av en raskt fallende priscurve. Samtidig vet vi at det i løpet av siste halvdel av 90-tallet ble lagt ned ufattelige mengder fiberkabel rundt om i verden, ikke minst i Europa, hvorav store deler fortsatt ikke er tatt i bruk. Dermed er 2 viktige grunnstener på plass. Som vi var inne på i ovenfornevnte artikkel, er imidlertid *the last mile*, som det heter – linjene ut til abonnentene, fortsatt en betydelig og uløst utfordring i store deler av 'den gamle verden'.

### 10 Gbps over parkabel – er det mulig?

Erfaring forteller at slike 'er det mulig'-spørsmål er meningsløse. Gang på gang har vi vært vitne til at det umulige er blitt mulig, og Ethernet er kun ett av utallige eksempler. Knappt noen husker lenger at en hel verden var imponert over demonstrasjonene av 3 Mbps Ethernet i 1980.

For Gigabit Ethernet var kobberkabel opprinnelig utelukket, og ikke inkludert i standarden. Villfarelsen varte mindre enn et år, og etter to år var standarden et faktum. Temmelig nøyaktig tilsvarende har skjedd for 10GbE: Den opprinnelige standarden inneholdt ingen spesifikasjon for kobberkabel, men arbeidet med en slik standard ble satt i gang like etter ratifiseringen av IEEE 802.3ae i 2002. Høsten 2003 var arbeidet tilstrekkelig fremskredet til at de første leverandørene våget seg frem på med såkalte pre-standard produkter, og i februar i år var IEEE 802.3ak klar.

I tråd med tradisjonene fra andre kablingsteknologier for Ethernet, har standarden også fått navnet 10GBASE-CX4, som for ekspertene indikerer en dobbel twinax-kabel. Kabel og tilkoblingsteknologi tilsvarer hva som benyttes for InfiniBand-nettverk (se faktaramme på neste side), hvilket bidrar til å redusere selve kablingskostnadene.

Mens 10GbE i utgangspunktet var rettet mot stamnettforbindelser i telecom-sektoren, og fiberforbindelser over lange avstander, gjør 10GBASE-CX4 teknologien egnet for datarommet – både praktisk og økonomisk. Maksimal kabellengde er 15 meter.

Svaret på spørsmålet i overskriften er med andre ord 'nei'. Det de fleste av oss oppfatter som parkabel, er ikke anvendelig til 10GbE – i motsetning til hva tilfellet er for GbE: IEEE 802.3ab-standard (1000Base-T) angir hvordan GbE-enheter kan sammenkobles via vanlig kategori-5 parkabel over avstander opp til 100 meter.

Alt håp for den tradisjonsrike parkabelen sammen med 10GbE er imidlertid ikke ute. Så sent som i slutten av august, overrasket selskapet Solarflare Communications [www.solarflare.com] en ny brikke som de hevder skal gjøre underverker i så henseende. Med utgangspunkt i støyfiltreringsteknologi fra romfartsorganisasjonen NASA hevder selskapet å kunne gjøre det umulige. Vårt historiske sladrespeil indikerer at de trolig vil få det til. Veien frem til en eventuell standard – som startet i slutten av mai under navnet IEEE 802.3an [10GBASE-T] – er imidlertid minst 2 år lang. Videre forteller nyhetsmeldingen ingenting om verken leveringstidspunkt eller pris. Vi venter i spenning.

For Internett-segmentet kan vi dermed konstatere at mens teknologien og utstyret finnes, venter vi på at infrastrukturen skal bli i stand til å utnytte den. Tilbakeholdenheten representerer ingen brems på den overordnede teknologiutviklingen, men betyr at anvendelsesområdene der de fleste av oss vil stifte bekjentskap med 10GbE de neste årene, er på datarommet og i vår egen infrastruktur.

## Klar for datarommet

På datarommet har den eksplosive utviklingen av lagringssystemer utgjort et naturlig første nedslagsfelt for både GbE og 10GbE. Den høye enden av lagringssegmentet har vært (og er fortsatt) dominert av kostbare teknologier som FibreChannel og i nyere tid InfiniBand (se faktaramme på neste side). At første 10GbE-generasjon har vært relativt kostbar sett i et Ethernet-perspektiv, har derfor ikke vært noe handicap i dette segmentet. Tvert imot har 10GbE hatt åpenbare fordeler i lagringssammenheng både ytelsesmessig og kostnadsmessig fra første stund (se også artikkelen "Lagring: iSCSI overtar" i Mellvik-Rapporten nr. 117).

### Gigabit Ethernet som torpedo

En annen og etterhvert langt viktigere drivkraft for 10GbE er at utbredelsen av forrige teknologi-generasjon – Gigabit Ethernet – nå er inne i en eksplosiv fase:

- ✓ I 2003 ble over 30 millioner PCer og tjenere med GbE-grensesnitt solgt. Tallet for 2004 blir trolig nærmere det dobbelte.
- ✓ Prisforskjellen mellom 10/100-grensesnitt og 10/100/1000-grensesnitt er praktisk talt borte.

### InfiniBand på hell

InfiniBand ble utviklet i et samarbeidsprosjekt mellom mange av de største aktørene i IT-markedet på slutten av 90-tallet. Teknologien har sitt utspring i PC-segmentet og skulle erstatte den etterhvert aldersstegne og ytelsesmessig hemmende PCI-bussen. InfiniBand spesifiserer en nettverksarkitektur med opp til 64.000 noder, punkt-til-punkt serielle forbindelser, og hastigheter fra 0,6 GBps og oppover.

Mens teknologien har fått en viss utbredelse, har tiden motarbeidet den, og så langt hindret noe stort gjennombrudd:

- PCI-bussen den skulle erstatte, er blitt oppgradert flere ganger – til dagens PCI-X533, med en kapasitet på over 4 GBps.
- SATA, serielle forbindelser på billige disk, tar voksende markedsandeler, og har mange av fordelene InfiniBand skulle gi.
- FireWire (IEEE 1394) har vokst frem som et billig alternativ for eksterne disk i den lave enden av skalaen og dermed fjernet et stort segment fra InfiniBands nedslagsfelt.
- GbE gir omtrent samme effektive dataoverførings-hastighet som standard InfiniBand (0,6 GBps), mens 10GbE gir hastigheter som overstiger 2. generasjons (4x) InfiniBand. Samtidig gir Ethernet-variantene en brattere prisfallskurve og får vesentlig større utbredelse.
- iSCSI (se Mellvik-Rapporten nr. 117) kombinert med GbE og 10GbE, tilbyr de fleste fordelene InfiniBand har til lavere priser og med en teknologi som i kraft av sin utbredelse fremstår som et trygt valg – ikke minst kompetansemessig.

Dermed kan det se ut som InfiniBand blir et kortvarig mellomspill hvis ideer og intensjoner allerede er opptatt i andre teknologier med større attraktivitet og ditto potensiale i markedet.

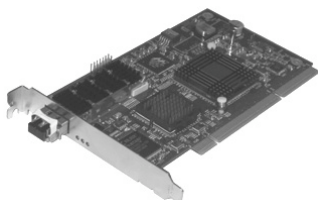
- ✓ Et voksende antall applikasjoner og maskiner er i stand til å utnytte hastigheter over 100 Mbps. Enkelte applikasjoner har sågar behov for slike båndbredder.
- ✓ Tilgjengeligheten av GbE over kobberkabel har sørget for en dramatisk reduksjon i kostnadene for tilkobling av klienter med denne hastigheten. Millioner av installerte GbE-grensesnitt har 'ligget i dvale' og ventet på denne muligheten.
- ✓ Kantsvitsjer (ut mot klientene) på nivå 2 passerer i disse dager USD 100-grensen per GbE-port, hvilket tilsvarer prisnivået for Fast Ethernet (100 Mbps) i 1998.

Vi ser med andre ord at kostnadsbildet gjør GbE til en selvfølge. Dermed blir argumentene om at vi ikke trenger så stor kapasitet borte. GbE-grensesnittene har etterhvert ingen signifikant marginalkostnad, men følger med på kjøpet. Prosessen er eksakt den samme som for Fast Ethernet på slutten av 90-tallet.

En annen interessant faktor er den relativt ferske IEEE 802.3ad-standard, som spesifiserer dynamisk sammenkobling (*trunking*) av parallelle GbE-forbindelser. I praksis betyr det at båndbredden mellom to punkter, typisk mellom to svitsjer, lett kan mangedobles ved å øke antall forbindelser mellom punktene. Flere forbindelser gir samtidig større robusthet og pålitelighet. 802.3ad-standard automatiserer denne funksjonaliteten, og har funnet veien fra skrivebord til produkter på rekordtid, og er like nyttig for tjener-til-svitsj-forbindelser og lagringsløsninger som mellom svitsjer.

Årsaken til at dette er viktig for 10GbE, er den implisitte veksten i bruk av båndbredde. Der datarommene eller nettverkssentrene er fulle av trunkede eller selvstendige gigabit-linker, vokser behovet for høyere kapasitet i ryggradsnett raskt. 10GbE står klar til å dekke dette behovet – og leverandørene sikler etter å komme i gang.

## Spennende prisutvikling



10GbE-grensesnittet fra Chelsio har formidabel prosesseringskapasitet i sin *TCP Offload Engine*, som gjør det mulig for 'alminnelige' tjenere å utnytte kapasiteten i et 10 Gbps nettverk. Prisen på ca. USD 2.000 per enhet etablerer et nytt nivå for 10GbE-porter.

### Leverandører i kø

Samtlige av de store aktørene i nettverksmarkedet og enkelte nykommere er på banen med 1. eller 2. generasjons produkter. 10GbE-relaterte nylanseringer var blant de store trekkplastrene ved årets Networld+Interop konferanse i Las Vegas i mai. Mens Cisco, 3Com og Foundry med flere presenterte nye og rimeligere svitsjer, kunne SGI vise frem lagringsprodukter med 10GbE innebygget. Nykommeren Chelsio vakte spesiell oppsikt med sine høyhastighets protokoll-prosessorer, som effektivt åpner tjener-markedet for 10GbE.

Vi har diskutert såkalte TOE-produkter – *TCP Offload Engines* – ved flere anledninger i tilknytning til lagring det siste året. Nettopp her gjør Chelsio sin entre: En PCI-X-basert TOE for 10GbE. Uten slik ytelsesmessig hjelp har alminnelige tjenermaskiner ingen mulighet til å utnytte mer enn en brøkdel av den tilgjengelige båndbredden.

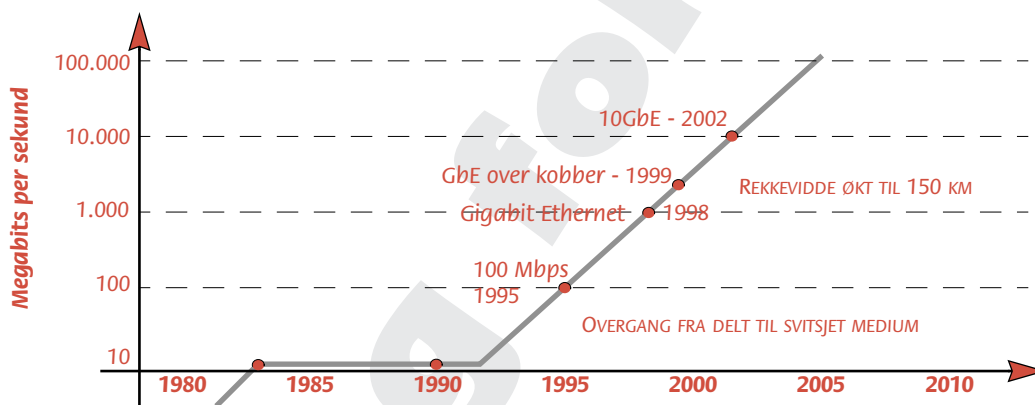
Tilsammen over 30 leverandører tilbyr 10GbE-produkter i dagens marked – mer enn rikelig til å sørge for rask progresjon og ikke minst prispress. De fleste produktene er velprøvde GbE-svitsjer som utvides med én eller to 10GbE-porter for tilknytning til et raskere ryggradsnett. Hakk i hæl kommer rene 10GbE svitsjer. Nok en gang er likhetene med tidligere Ethernet-generasjoner påtagelige.

### Prisfall som foreskrevet

Prisfallet i kjølvannet av den store leverandørinteressen har ikke unnlatt å sette spor etter seg. Ratifiseringen av en standard for sammenkobling via kobberkabler og tilhørende fysiske grensesnitt (se egen ramme på side 5), preget den nye produktgenerasjonen vi refererte til ovenfor. Prisen per 10GbE-forbindelse har falt fra ca. USD 10.000 i fjor

høst til rundt USD 6.000 i sommer, og fortsetter nedover – i takt med produktlanseringene. Det nevnte TOE-grensesnittet fra Chelsio, som er prissatt til ca. USD 2.000 og blir tilgjengelig i løpet av høsten, forteller hvilken vei det bærer.

Samtidig vokser antall aktive leverandører i segmentet – og konkurransen gir resultater. Amerikanske Dell'Oro Group mener i en fersk analyse at prisen per port vil falle til USD 1.000 i 2007. Til tross for at IDC og Gartner Group er enda mer forsiktige, og med den nevnte produktlanseringen fra Chelsio i friskt minne, tror vi Dell'Oro er pessimister. USD 1.000-merket vil passeres på full fart nedover omtrent samtidig med at 10GBASE-T blir tilgjengelig i 2006. Da er det *timeout* for FibreChannel og InfiniBand.



**Figur 1** Ethernet har gått gradene siden 1980. Det er ingen grunn til å tro at utviklingen stopper ved 10 Gbps. Arbeid med tentative teknologier og standarder for 10 Gbps og 100 Gbps er i gang.

## Konklusjon

Det er viktig å legge merke til hvilken holdningsendring markedet har gjennomgått siden Apple introduserte GbE som standardutstyr på enkelte bærbare maskiner for 3 år siden. På den tid var en typisk reaksjon at 'det har vi ikke bruk for'. I dag er den 'fint', eller kanskje sågar 'en forutsetning' – ikke nødvendigvis for bærbart utstyr, men for tjenere og i noen tilfeller arbeidsstasjoner.

Denne forandringen kan ikke unngå å få konsekvenser for kravene som stilles til nettverksutstyr og tjenere – i dag og i tiden fremover. Ethernet-historien gjentar seg for 3. gang, og suksessen for 10GbE er praktisk talt sikret – til alles fordel. Mange av grunnlagsteknologiens svakheter er de samme som tidligere, men blir mer enn oppveid av fordelene – som anføres av enkelhet, kompatibilitet og etablert kompetanse i markedet. Disse faktorene skaper en grad av trygghet ingen nykommer kan varte opp med, og representerer dermed en utviklingsmessig massefart.

De neste 12 månedene vil 10GbE fortsatt høre til sjeldenhetene i våre nærmiljøer – av såvel behovsmessige som prismessige årsaker. Mot slutten av 2005 starter den virkelige veksten for nykommeren – drevet av en uimotståelig pris/kapasitetsgevinst. Planleggingen av denne relativt nære fremtiden for våre nettverk starter nå. ■