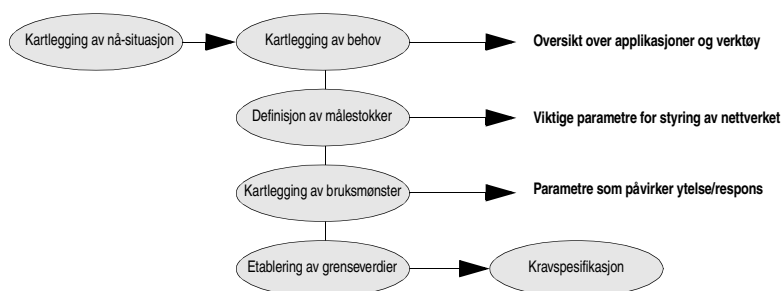


# Analyse, arkitektur og design av nettverk

Dette er 5. artikkel i en serie med fokus på bygging av moderne lokalnett: Behovsanalyse, krav, komponenter, innhold, design og styring. Serien er praktisk orientert på den måten at den gir råd og vink med hensyn til hvordan problemstillingene kan angripes for å komme frem til optimale resultater på kortest mulig tid.

I forrige artikkel tok vi fatt på selve analyseprosessen – som i seg selv involverer 6 distinkte faser (figur 3), og rakk over 5 av disse fasene. Den siste – kravspesifikasjonen – gjenstår, og innleder 5. etappe på vår vei frem til et moderne, effektivt og skalerbart nettverk.



**Figur 3** Selve analyse-prosessen består av 6 distinkte faser. Vi gjennomgjikk de 5 første i forrige utgave, og starter med den siste – kravspesifikasjon – nedenfor.

## Kravspesifikasjon

Som figur 3 viser, er kravspesifikasjonen ikke det eneste konkrete resultatet som kommer ut av analyseprosessen, men definitivt det viktigste. Den består av to deler, hvorav den første er selve spesifikasjonen, mens den andre kan kalles et kart: En oversikt over hvor de ulike kravene oppstår – det vil si hvor brukerne, applikasjonene og elementene i infrastrukturen finnes. Til sammen utgjør disse to viktige inngangsdata til neste trinn i prosessen: Flyt-analysen, som vi kommer tilbake til nedenfor.

Spesifikasjonsdelen kan i sin tur deles inn i 3 hovedkapitler:

- ✓ Beskrivelse av nettverket og selve prosjektet: Det planlagte nettverkets størrelse og omfang, eksterne forbindelser, eksisterende nettverk og interne forbindelser, samt hvordan prosjektet skal ledes og styres, og overordnede (organisatoriske, politiske) problemstillinger.
- ✓ Beskrivelse av problemene vi ønsker å løse og hvilke forventninger som finnes til resultatet: Hvordan ser utfordringene ut fra 'kundens' (organisasjonens) side og fra prosjektledelsens side, hvilke divergenser finnes og hva som er årsakene til disse. Er det snakk om betydelige uoverensstemmelser eller misforståelser som det ikke har vært mulig å rydde opp i? Hvordan kan eller bør disse ryddes av veien (anbefalinger, prosesser).
- ✓ Oversikt over hvilke krav som utløses av beskrivelsene ovenfor: Her kommer resultater fra tidligere trinn i prosessen til aktiv anvendelse: Krav fra brukerne, fra applikasjonene, fra

nettverket, samt funksjonelle krav. Videre er det nødvendig å opplyse om hvordan disse kravene er avdekket, hvilke metoder som er brukt: Hva er resultater av undersøkelser, hva er avledet av innsamlede data og hva er ren gjetning?

Det resulterende dokumentet blir omfattende og typisk tett bestykket med tabeller, skisser og andre oversikter. Vi viste eksempler på slike sammenstillingsformer i seriens 2. og 3. artikkel (Mellvik-Rapporten nr. 101 og 102).

## Flytanalyse

Flytanalyse høres unektelig ut som et fagfelt knyttet til væskedynamikk, og er en fersk disiplin i IT-sammenheng. Som begrepet indikerer, har dette med nettverk og trafikkflyt å gjøre, og vi skal i resten av denne og neste artikkel diskutere hva flytanalyse er, hvordan den utføres, hvilken nytte den har og hva som kommer ut i den andre enden.

Begrepet 'en flyt'<sup>6</sup> dukket opp i nettverkssammenheng i forbindelse med *IP-switching* tidlig 90-tallet<sup>7</sup> (Mellvik-Rapporten nr. 45), og fulgte med videre til MPLS (Mellvik-Rapporten nr. 97). En flyt er en trafikkstrøm, en 'strøm av pakker' i nettverket som har noe felles – typisk én eller flere av følgende karakteristika: Sender- eller mottakeradresse, informasjonstype (epost, FTP, Web, VPN etc.), ruting, eller annet knyttet til endepunktene for trafikken. Hensikten med å identifisere slike strømmer kan være å kunne behandle dem spesielt: Måle dem, stoppe dem, prioritere dem og så videre – hvilket også er det teknologiske grunnlaget for MPLS-teknologien.

Vår målsettingen med å identifisere datastrømmer på flere nivåer er annerledes – å få et alternativt perspektiv på virkeligheten: Flytanalyse kombinerer tjenester og ytelseskarakteristika til en spesifisering som kan brukes direkte i forbindelse med valg av teknologi og protokoller.

I forhold til tradisjonelle trafikk-analyser gir flytanalyser oss et annerledes perspektiv på trafikk-flyt i nettverket:

- ✓ En flyt involverer både logiske og fysiske komponenter.
- ✓ En flyt har eiere og tilhørighet – den kan kobles til brukere, applikasjoner og/eller fysiske enheter/utstyr.

Flytanalyse gir oss mer informasjon og kunnskap, som i sin tur setter oss i stand til å gjøre riktigere valg, og blir derfor stadig viktigere i det arbeidet vi nå står midt oppe i: Analyse, arkitektur og design av nettverk.

Flytanalysen tar utgangspunkt i informasjon vi samlet inn tidligere i prosessen, om brukere, applikasjoner, topologi og så videre, og som er å finne i kravspesifikasjonen vi diskuterte innledningsvis. Kun unn-

6 Her ville 'en strøm' gi en bedre visualisering av hva vi mener på norsk, men som så ofte er tilfelle, har en direkte oversettelse av det engelske uttrykket allerede bitt seg fast. Vi bruker 'flyt' og 'datastrøm' om hverandre i denne artikkelen. [Et tilsvarende eksempel er 'hjemme-side', som unektelig høres pussig ut på norsk, men som likevel har satt seg fast og er blitt sittende.]

7 Se RFC 1363: A PROPOSED FLOW SPECIFICATION (Craig Partridge 1992) og RFC 1809: USING THE FLOW LABEL FIELD IN IPV6 (Craig Partridge 1995).

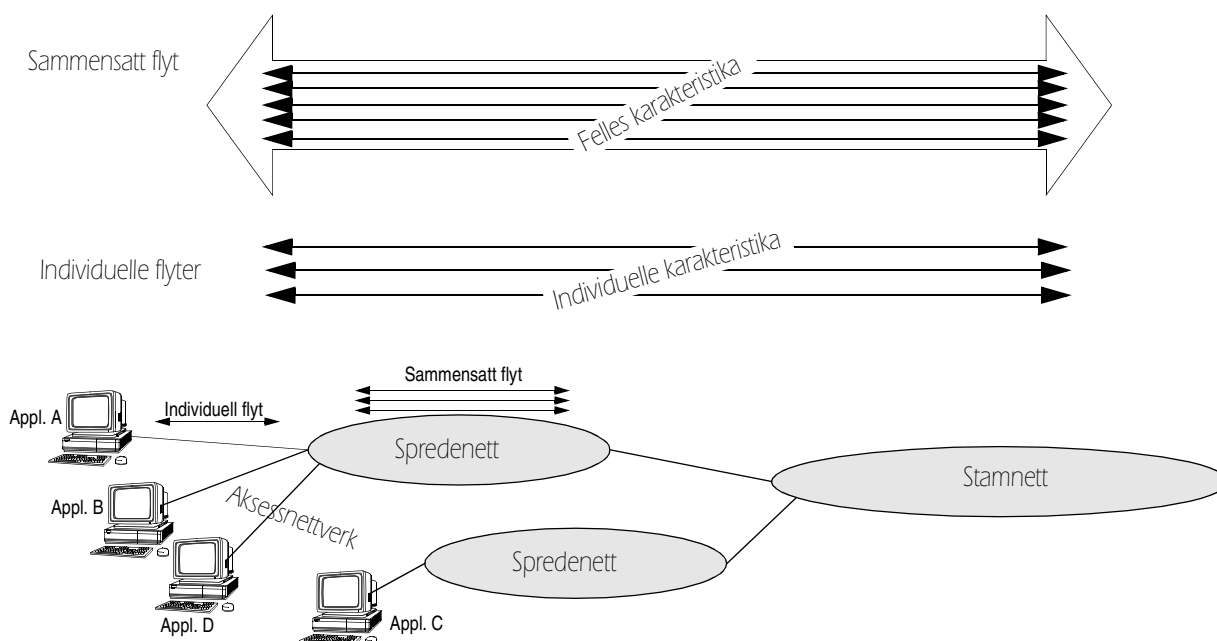
taksvis er det nødvendig å foreta nye trafikkmålinger: De kan eventuelt brukes for å kontrollere om teorien stemmer overens med praksis, og for å danne grunnlag for realistiske estimater der tall vanskelig lar seg avlede fra tilgjengelig kunnskap.

### Flyt-typer

Vi distingverer gjerne mellom to flyt-typer – eller -nivåer, som sammenfaller med aksess- og sprednett-nivåene i nettverket, se figur 4:

- ✓ Individuelle – som gjelder for en applikasjons-forekomst eller -sesjon. Flytanalyse på et så detaljert nivå er interessant når vi skal kartlegge karakteristika og behov knyttet til spesielle applikasjoner – typisk i forbindelse med uvanlige kvalitetskrav. Dataene hentes direkte fra kravspesifikasjonen for angjeldende applikasjon.
- ✓ Sammensatte – der vi kombinerer en samling datastrømmer som deler et segment eller en annen del av en infrastruktur basert på utvalgte karakteristika. En sammensatt flyt består logisk nok av individuelle flyter, slik figur 4 illustrerer.

Koblingen til nivå i nettverket indikerer at det også finnes en tredje type som samsvarer med stamnett-nivået. Videre ser vi at den hierarkiske sammenhengen legger forholdene til rette for aggregering av datastrømmer fra ett nivå til det neste: Har vi identifisert en sammensatt flyt og kjenner dens endepunkter, vet vi også hvor den passerer gjennom stamnettverket. Vår gjennomgang diskuterer ikke stamnett-flyt spesielt, men fremgangsmåten kan lett utvides slik at analysen også omfatter stamnettet.



**Figur 4** Flyt-typer samsvarer med nivåer i nettverket. I figuren har vi visualisert med klient-utstyr som endepunkt, men endepunktet kan like godt være en tjener: Det er applikasjonene som vanligvis er mest interessante i forbindelse med flytanalyser.

Hva som karakteriserer en gitt flyt, kommer helt an på hva vi er ute etter – og hva som er kriteriene for analysen. Med fokus på applikasjoner – som er det normale for flytanalyser, kan en flyt være spesifisert som én av følgende eksempler:

- ✓ Applikasjon 1: Transient belastning – 15 Mbps
- ✓ Applikasjon 1: Typisk belastning – 500 kbps inn, 100 kbps ut
- ✓ Applikasjon 1: Tilhører 'ytelsesprofil 2' (som forutsettes definert i en annen sammenheng)
- ✓ Applikasjon 1: Typisk belastning – 100 kbps ut, applikasjon 2: Typisk belastning – 200 kbps dupleks, maks. rundetid 100 ms, applikasjon 3: Pålitelighetskrav (oppetid) 100%

Vi kjenner igjen dataene fra kravspesifikasjonen, og ser blant annet at en flytspesifikasjon kan være utelukkende kapasitets-relatert (punkt 1 og 2) eller inneholde en blanding av tjeneste-relaterte og kapasitets-relaterte parametre. Dette er en viktig observasjon: Mens enhver datastrøm påvirker nettverkets kapasitet, og derfor må tas hensyn til i kapasitetsplanleggingen, er det et mindretall som påvirker tjenestetekvaliteten vi bygger inn i vår nettverksarkitektur.

Dette mindretallet krever spesiell oppmerksomhet. De involverte applikasjonene blir vår største utfordring når nettverket skal designes. Slike datastrømmer betegnes ofte som 'kritiske', og karakteriseres ved å tilhøre (for eksempel) ...

- ✓ ... anvendelser eller applikasjoner med spesielt høye ytelseskrav,
- ✓ ... virksomhetskritiske anvendelser,
- ✓ ... applikasjoner og tjenester som betjener prioriterte brukere og/eller utstyr [presidenten er viktigere enn assistenten, en gigantisk papirmaskin er viktigere enn en printer].

Vi skal se nærmere på hvordan både kritiske og 'alminnelige' datastrømmer avdekkes og behandles, og hvordan resultatene brukes i arkitektur og design.

### **På søken etter flyt**

Som vi allerede har påpekt, er kravspesifikasjonen med bakenforliggende behovsanalyser utgangspunktet for flytanalysen:

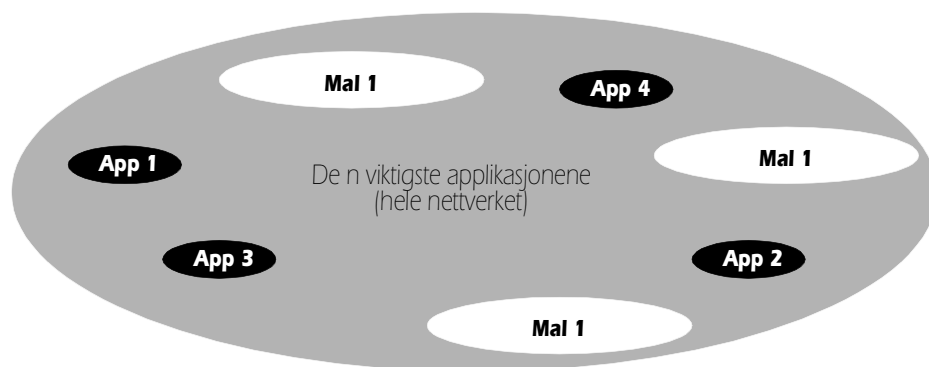
- ✓ Behovsanalyse for applikasjoner (type, ytelses-krav etc.)
- ✓ Anvendelsesdata for brukere og applikasjoner (bruksmønstre, applikasjonsarkitektur – klient/tjener, sentralisert, distribuert osv.)
- ✓ Andre data om brukere, applikasjoner og eventuelt spesialutstyr.

Jo grundigere vi har vært under innsamlingen av disse dataene, desto større verdi får de resulterende flytspesifikasjonene.

Vi har allerede skaffet oss oversikt over alle applikasjoner og tjenester, men det sier seg selv at det verken er mulig eller ønskelig å utvikle flyt-analyser for samtlige. Noen mulige vinklinger for å gjøre et riktig utvalg er:

- ✓ Fokus på spesielle applikasjoner, grupper av applikasjoner, funksjoner eller utstyrskategorier – for eksempel videokonferanser (som applikasjonsgruppe) eller lagringssystemer (som utstyrskategori).
- ✓ Utvikle en mal for alminnelige eller utvalgte applikasjoner som kan anvendes på tvers av brukergruppene.
- ✓ Velge ut de  $n$  ( $n=3,5,10 \dots$ ) viktigste applikasjonene som berører flest brukere og/eller store deler av infrastrukturen.

Det er ingen ting i veien for å velge flere eller alle disse vinklingene for en gitt situasjon. For eksempel er det ikke uvanlig – for en stor organisasjon og tilsvarende komplisert infrastruktur – å først velge ut de viktigste generelle applikasjonene, deretter utvikle maler for utvalgte avdelinger eller kontorer, og til slutt fokusere på enkelt-applikasjoner eller utstyrskategorier for andre lokasjoner/avdelinger. Dette kan illustreres som vist i figur 5.



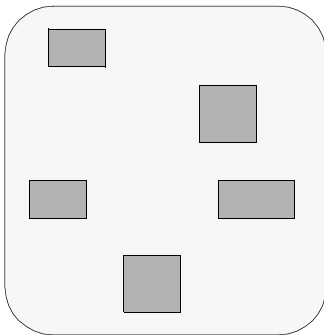
**Figur 5** Flytanalyse i et stort og sammensatt nettverk krever at vi differensierer mellom lokale flyt (innen grupper og avdelinger) og globale flyt (som gjelder hele organisasjonen). Vinklingen når viktige flyt skal velges, tilpasses til denne erkjennelsen.

Flytanalyse er en metode, ikke et svar eller et mål i seg selv. Dens kvalitet og nytteverdi er styrt av de valg vi gjør underveis og hvordan analysen utføres. Vinklingene vi velger er naturligvis kritiske i så henseende, og det finnes ingen fasit med hensyn til hva som er riktig og galt: Enkelte ganger er valget opplagt, i andre tilfeller må vi prøve oss frem eller følge intuisjon.

Som påpekt ovenfor, står valgene mellom applikasjon, (applikasjons-) grupper, funksjon eller utstyr. Når valget er gjort, går vi tilbake til kravspesifikasjonen for å finne informasjonen vi trenger. I eksemplet nedenfor skal vi illustrere hvordan problemstillingen kan angripes.

### Metodikk

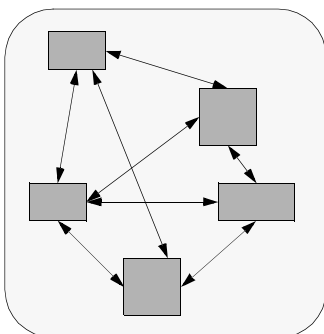
Om vi starter med et enkelt applikasjonskart der alle applikasjoner antas å være like viktige for alle brukere og alle deler av infrastruktu-



**Figur 6** Applikasjonskart for applikasjonene X og Y: Vi vet at de finnes og er viktige på disse lokasjonene, men hvordan flyter datastrømmene?

ren, får vi ingen innsikt i hvordan datastrømmene flyter i nettverket. Selv om kartet raffineres til å vise hvilke applikasjoner som er dominante på ulike lokasjoner, er kunnskapen om dataflyten innenfor hver applikasjons domene eller område beskjeden. For å illustrere problemstillingen (se figur 6), tenker vi oss en situasjon der vi har rammet inn et område hvor applikasjoner X og Y er dominante. Området dekker 5 avdelinger, bygninger eller geografiske lokasjoner. Hvordan flyter datastrømmene og hvilke krav stilles til infrastrukturen?

Vi har to alternative scenarier (figur 7 og 8), og virkeligheten er representert i ett av dem. Siden vi kun ser på 2 spesifikke applikasjoner, kan blandingstilfellet utelukkes: En applikasjon har enten en sentralisert profil eller en distribuert, alle-til-alle profil. Dersom applikasjon X og Y viser seg å ha ulik profil, er det unaturlig å gruppere dem sammen i forbindelse med en flytanalyse. Applikasjonenes karakteristika, som finnes i kravspesifikasjonen, forteller mye om dette, men ikke alltid nok: Vi trenger mer pålitelige og kvantifiserbare data.



**Figur 7** Applikasjonskart for applikasjonene X og Y: Distribuert dataflyt.

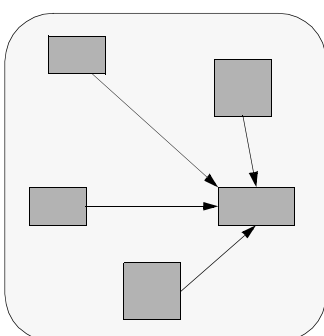
### Kilder og konsumenter

En nyttig – og ved nærmere ettertanke temmelig innlysende – vei videre på jakten etter datastrømmer, er å se hvor data oppstår og hvor de blir av – datakilder og datamottakere ('avløp', 'sink'): En datakilde er en fysisk enhet eller gruppe enheter som primært produserer data, som i sin tur transporteres av nettverket. En datamottaker er det motsatte, en mottaker eller konsument av data fra nettverket. Legg merke til at vi nå snakker om fysiske enheter, ikke applikasjoner: En flyt er alltid knyttet til en applikasjon, men den flyter i et fysisk nettverk: Den oppstår og ender opp i fysiske enheter.

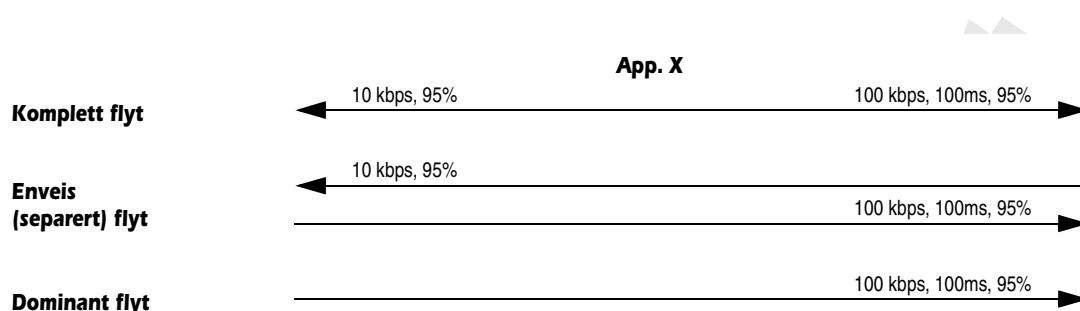
Mens alle enheter som er tilknyttet nettverket per definisjon både produserer og mottar data, vil det alltid være en betydelig del av dem som i hovedsak gjør én av delene – i tilknytning til en gitt applikasjon. For eksempel vil et sentralisert lagringssystem (SAN, NAS) være en mottaker av data i forbindelse med en migreringsapplikasjon som samler inn data fra lokale tjenere, og en datakilde i forbindelse med en datavarehus-applikasjon. Likeledes vil en database-tjener være mottaker i tilknytning til en registreringsapplikasjon og en datakilde for en oppslags-applikasjon.

Andre eksempler på ensidige datakilder er scannere, video-kameraer, røntgen-apparater og ikke minst tungregnesystemer som analyserer problemstillinger og genererer enorme datasett. Et sikkerhetskopieringssystem befinner seg på den motsatte siden – ensidig konsum av data. Det samme kan sies om de fleste video-editerings systemer: Timer av råmateriale blir til minutter i det ferdige produkt.

At alle enheter kommuniserer begge veier er et faktum vi velger å se bort fra i denne sammenhengen: Vi er ute etter datastrømmer som betyr noe i et større perspektiv, ikke etter å detaljkartlegge enhver



**Figur 8** Applikasjonskart for applikasjonene X og Y: Sentralisert dataflyt.



**Figur 9** En flytanalyse må konsentreres om datastrømmer som er viktige, enten på grunn av sin prioritet eller sitt volum. I oversiktens navn er det hensiktsmessig å filtrere bort uvesentligheter, og konsentrere oppmerksomheten om strømmer som skiller seg fra den grå massen.

datapakke som traverserer nettverket. Derfor er det naturlig at vi i arbeidet med en spesifikk flyt, gjennomgår en progresjon som vist i figur 9.

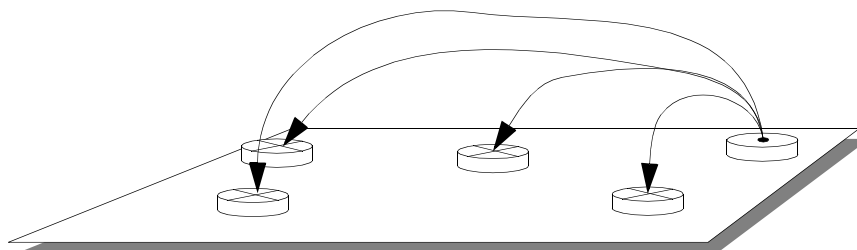
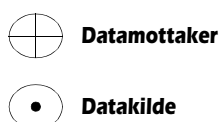
#### Hvor kommer tallene fra?

Det er ikke uvanlig at tallene fra behovsanalysene blir for unøyaktige eller på annen måte mangelfulle til å være til hjelp i flytanalysen. Når så er tilfelle, har vi to alternativer: Å sette opp et testnettverk som simulerer forholdene, eller å måle på et nettverk i drift. Mens det siste er enklest å få til, er det slett ikke sikkert resultatene blir relevante. I altfor mange tilfeller viser tallene hva som er mulig med dagens arkitektur – begrensningene vi ønsker oss bort fra, i stedet for reelle behov.

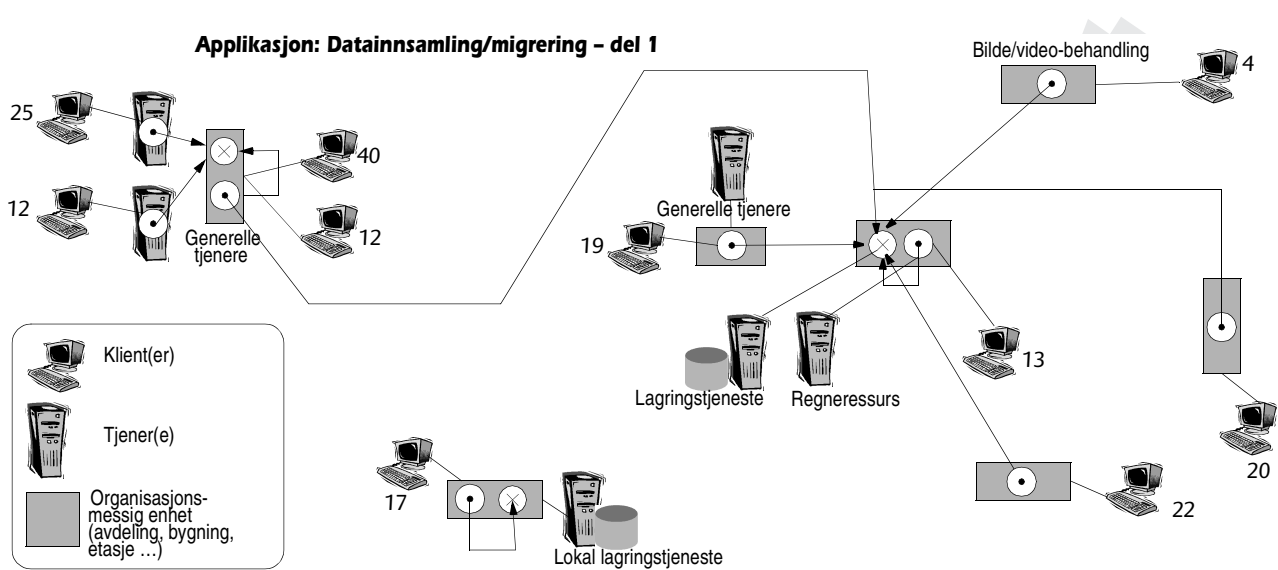
En flytanalyse med for mange detaljer blir fort verdiløs fordi den blir uoversiktlig. Vår ensidige fokusering på de viktige i stedet for alle dataflyter i nettverket, betyr blant annet at vi kun unntaksvis beskjeftiger oss med klienter (brukersystemer): Det er applikasjonene som er interessante, ikke utstyret – inklusive klientene. Applikasjonene befinner seg som regel på tjenere – lokalt eller sentralt.

Fokuseringen på kilder og mottakere bidrar til å optimalisere flytanalysen gjennom å skape oversikt på et helt annet nivå enn diagrammer med piler i alle tenkelige retninger. Figur 10 viser hvordan vi kan bruke symboler for å illustrere sammenhengen, og figur 11 anvender symbolikken på et konkret eksempel. Følgende punkter oppsummerer praktiske erfaringer knyttet til denne delen av flytanalyse-prosessen:

- ✓ En flytanalyse må ta hensyn til tidsfaktoren: Som vi var inne på i eksemplene på forrige side, kan én og samme fysiske enhet være datakilde på ett tidspunkt og datamottaker på et annet. Situasjonen er alminnelig, ikke uvanlig, og må behandles deretter. Om forandringen skjer hver time, hver dag, hver uke eller sjeldnere, spiller ingen rolle: Vi må ta hensyn til den for å unngå overraskelser i det ferdige nettverket.
- ✓ Ikke desto mindre er det 'normalsituasjonen' som skal ha vårt hovedfokus, og som skal være dominant når vi foretar di-



**Figur 10** Ved å identifisere betydelige data-kilder og data-mottakere, kan vi få innsikt i hvordan de største datastrømmene flyter i nettverket.



**Figur 11** Fokuseringen på kilder og mottakere gir oversiktlig og informative 'kart' som illustrerer de viktigste dataflytene på gitte tidspunkter. På andre tidspunkter, for eksempel om natten, mens sikkerhetskopiering eller migrering av data fra fjerntliggende kontorer foregår, ser kartet annerledes ut – et forhold som skal vises i sitt eget 'kart-blad'. Samme punkt i skissen kan være kilde og mottaker på ulike tidspunkter. Legg også merke til at samme enhet i nettverket kan være både kilde og mottaker på samme tid – en ikke uvanlig situasjon for generelle tjenere. Datastrømmer som genereres og konsumeres på samme maskin, er i utgangspunktet uinteressante for nettverksanalysen, men like fullt viktige å kjenne til slik at vi vet hvor datastrømmene blir av. Dessuten vil det ofte være aktuelt å flytte eller sentralisere applikasjoner og tjenester, i hvilket tilfelle disse datastrømmene blir svært så relevante også for nettverksarkitekturen. Sist, men ikke minst legger vi merke til at kartet omfatter en organisasjonell enhet med kun lokale dataflyt. Det er rimelig å tenke seg at dette vil se annerledes ut på et annet tidspunkt på døgnet.

mensjonering og kapasitetsplanlegging. Forutsigbare, men sporadiske transienter må håndteres, men trenger ikke alltid kapasitetsmessig spillerom. Trafikkstyring (prioritering) kan være en vel så kosteffektiv måte å takle slike utfordringer på. Samtidig er det nødvendig å unngå unødige komplikasjoner: En kompleks løsning kan være billigere i anskaffelse, men er alltid mer kostbar i drift. Båndbredde er i de fleste tilfeller rimeligere enn kompleksitet.

- ✓ Transienter er viktige å kjenne til, men er ikke nødvendigvis signifikante: Uviktige transienter utelates fra vår flytanalyse, men nevnes – slik at de ikke glemmes. Det kan være nødvendig å håndtere dem – forhindre at de kommer i veien for viktigere datastrømmer.

## Neste utgave

I neste artikkel fortsetter vi gjennomgangen av flytanalyser – med flytmodeller, flytspesifikasjoner og ikke minst: Hvordan vi anvender resultatene fra analysene i praksis. ■