
Telemedisinsk samarbeid mellom Rikshospitalet og Ullevål sykehus

TEMA

JAN SIGURD RØTNES

MARGUNN AANESTAD

BJØRN EDWIN

Intervensjonssenteret
Rikshospitalet
0027 Oslo

NILS-EINAR KLØW

Røntgenavdelingen

TROND BUANES

Kirurgisk avdeling
Ullevål sykehus
0407 Oslo

Intervensjonssenteret ved Rikshospitalet og Ullevål sykehus har de siste to årene samarbeidet om forskning på anvendelse av telekommunikasjon med utgangspunkt i fremtidens krav til kapasitet. Man har ønsket å se hvordan samarbeidsstrukturer kan etableres mellom sykehus med sikte på anvendelse knyttet til pasientbehandling og undervisning.

Begge sykehusene har etablert muligheten for videooverføring til og fra operasjonsstuer, grupperom og auditorier. Kommunikasjon med høy kapasitet (bredbånd ATM-nett, 34 Mbit/s) er prøvd ut innenfor miniinvasiv kirurgi og radiologi, både for undervisningsformål og pasientbehandling.

Erfaringene har gitt viktig informasjon om hva som kreves for å etablere løsninger i mer rutinemessig sammenheng og hvilke muligheter dette gir. Bredbåndsnett (ATM-nett) med bl.a. MPEG2 videokomprimering gir god lyd-

og bildekvalitet for alle typer undervisning og samarbeid.

Multimediekommunikasjon krever imidlertid organisasjonsendringer for bl.a. å kvalitetssikre drifts- og produksjonsansvaret.

I artikkelen refereres erfaringer fra samarbeidet mellom Rikshospitalet og Ullevål sykehus, og vi diskuterer hvordan denne formen for telemedisin kan utnyttes som en ressurs innen medisinsk fagutvikling, fagutøvelse og organisasjonsutvikling.

Ullevål sykehus har som regionsykehus i Helseregion Øst vært en pådriver i etableringen av et regionalt helsenett. I arbeidet med strategiplanen ble det lagt stor vekt på å kunne overføre bevegelige bilder i sanntid i videoformat og høyoppløselige digitale bildesekvenser fra angiografi, MR og CT. Man har ønsket en såkalt videokonferansemulighet for å kunne benytte den telemedisinske infrastrukturen i pasientbehandlingen og som et undervisningsverktøy i spesialistutdanningen. Særlig har behovene innen bildeveiledet behandling vært prioritert, fordi disse behandlingsmetodene er velegnet for telemedisinske anvendelser. Et eksempel er laparoskopi, hvor kirurgen gjør sine vurderinger basert på skjermbilder, som i sin natur nærmest er klargjort for elektronisk overføring.

Intervensjonssenteret ved Rikshospitalet (Helseregion Sør) er et nasjonalt forsknings- og utviklingssenter innen minimalt invasiv terapi og bildeveiledet behandling (1). Senteret, som ble åpnet i juni 1996, skal utvikle nye prosedyrer og behandlingsstrategier og studere de samfunnsmessige og økonomiske konsekvensene av disse. Senteret vil ved det nye Rikshospitalet få tre operasjonsstuer/laboratorier. En åpen magnettomograf gir operatøren mulighet til å stå og arbeide inne i magneten. De andre stuene er utrustet som fullverdige operasjonsstuer med avansert røntgenapparat for radiologisk intervensjon.

Både Ullevål sykehus og Intervensjonssenteret har i sine strategiske planer lagt til grunn at telemedisin får stor betydning som virkemiddel i fagutvikling og i pasientbehandling. Disse mulighetene omtales i artikkelen. Vi drøfter også teknologiske forhold som er viktige ved vurdering av telemedisinske løsninger.

Samarbeid mellom Rikshospitalet og Ullevål sykehus

Kommersielt tilgjengelige telemedisinske løsninger for bildeoverføring med videokonferanse basert på vanlige digitale telefonlinjer (ISDN-teknologi, Integrated Services Digital Network) ble tidlig prøvd ut i prosjektet. Bildekvaliteten ved en ISDN-basert videooverføring ble i noen fagmiljøer ansett som ikke god nok for å anvendes i pasientbehandling og mangelfull også til spesialistundervisning. Et telemedisinsk samarbeid ble derfor etablert for i fellesskap å prøve ut nyere kommunikasjonsteknologier med muligheten for betydelig bedre kvalitet på bildeoverføringen (mer båndbredde gir økt kapasitet). Konkretisering av denne forskningen medførte etter hvert en formalisert samarbeidsavtale mellom de to regionale telemedisinske sentre Helseregion Øst og Helseregion Sør samt Universitetet i Oslo i samarbeid med

industripartnerne Telia og Ericsson. Formålet med forskningen var å studere metoder og muligheter for overføring av bevegelige bilder som video og angiografier i nært samarbeid med klinisk operative miljøer. Innenfor rammen av samarbeidsavtalen ble et forskningsprogram startet sommeren 1998, med støtte fra Norges forskningsråd. Programmet skal gå over tre år, og følgende delprosjekter er definert:

Teknologivurderinger

Bildekvalitet: Når bilder overføres via digitale telelinjer, må de av kapasitetsgrunner komprimeres. Kvaliteten på kirurgisk og intervensjonsradiologisk video etter telemedisinsk overføring blir studert og analysert.

Analyse av kostnader, sikkerhet og anvendelighet ved bruk av ulike videooverføringsteknologier som analoge signaler, ATM (Asynchronous Transfer Mode), ISDN og satellitt.

Medisinsk fagutøvelse og fagutvikling

Etablering av teknologi for å knytte operasjonsstuer til et telemedisinsk nettverk.

Utprøving og definering av hvordan telemedisinske løsninger kan være en ressurs i praktisk pasientbehandling.

Medisinsk-faglig evaluering av undervisning, veiledning og supervisjon/akkreditering via telemedisin.

Organisasjonsutvikling

Kartlegge nødvendig teknologi og organisasjon (bl.a. produksjonsstøtte) for å gjennomføre direkteoverføringer i forbindelse med undervisning og fjernassistanse, både eksternt (telemedisin) og internt (i sykehuset).

Undersøke organisatoriske muligheter med telemedisin når det gjelder funksjonsfordeling og felles medarbeidere med spisskompetanse.

Telemedisinsk kommunikasjonsteknologi

Man kan inndelegge dagens telemedisinske overføringssystemer i tre kategorier: lavkapasitets telefonlinjer, som f.eks. ISDN, høykapasitetsnett, som ATM, og trådløs overføring, som radiolink og satellittoverføring.

Videokonferanseløsninger med bruk av det ordinære telefonnettet (ISDN-linjer) blir i dag hyppig benyttet til bl.a. møtevirksomhet.

Overføringskapasiteten (båndbredden) i standardutstyr (384 kbit/s) er så lav at kvaliteten på videobildet blir lite egnet til f.eks. kirurgisk fjernassistanse.

Nettverksløsninger med høy overføringskapasitet (bredbåndsnett), som f.eks.

ATM-nett, muliggjør overføring av video og andre bevegelige bilder

(angiografier) med høy kvalitet også til medisinske formål. Mellom

Rikshospitalet og Ullevål sykehus var ATM-kapasiteten 34 Mbit/s (tilsvarende

530 ISDN-kanaler på 64 kbit/s). Både ISDN og ATM benytter som regel fysiske

nettforbindelser, mens bruk av satellitt gjør det mulig med trådløs overføring også når kapasitetsbehovet er stort. Hvis telemedisinsk fjernstyring av instrumenter som f.eks. kirurgiske roboter skal etableres, må både styreinformasjon og de bildene som veileder operatøren, overføres sammen. Bildeinformasjonen setter store krav til overføringskapasiteten, mens utfordringen i kontrollen av en robot er den totale tidsforsinkelsen (overføringen av styreinformasjonen, f.eks. video, pluss tidsforsinkelsen av styresignalene til roboten).

Telemedisinsk aktivitet

Etter installasjon av det telemedisinske utstyret (fig 1) ble det de første åtte månedene gjennomført følgende telemedisinske sendinger over ATM-bredbåndsnett: Fire arbeidsmøter (11 timer), tre teknologidemonstrasjoner (fire timer), ti forelesninger (19 timer), seks direktesendinger av operasjoner (23 timer) og 14 teknologitester (43 timer). En av sendingene var et felles fredagsmøte for Rikshospitalet og Ullevål sykehus, som foregikk i de to største auditoriene ved sykehusene. Dette skjedde under konferansen Telemed '98, og møtet ble også overført til Holmenkollen Park Hotell, der konferansedeltakerne befant seg. Det ble senere også gjennomført en direktesendt operasjon og en forelesning fra Intervensjonssenteret i samme nettverk til Riksstämman i Göteborg, og det ble gjennomført en satellittr transmisjon til Moskva i forbindelse med et symposium om minimalt invasiv behandling.



Figur 1 Kontrollrommet ved Intervensjonssenteret for telemedisinsk kommunikasjon. Overføring av inntil 16 skjermbilder og lydkommunikasjon fra operasjonsstuer eller auditorier kan kontrolleres for videresending (ISDN, ATM eller satellitt) eller for opptak til multimedieproduksjon

Valg av overføringsteknologi (bæretjeneste)

Ulike bæretjenester som ISDN, ATM og satellitt har alle sine fordeler og ulemper.

ISDN har den fordel at teknologi og brukerutstyr er lett tilgjengelig (også internasjonalt) og har lave investerings- og driftskostnader. Ulempen er først og fremst begrensninger i bildekvalitet pga. lav overføringskapasitet. Datasikkerheten og stabiliteten er heller ikke så god som mulighetene er ved ATM. Selv om ISDN-basert videooverføring kan benyttes i flerpartskonferanser hvor inntil 5 – 10 grupper kan sitte på ulike steder, er det lite egnet til kringkasting av f.eks. forelesninger til mange sykehus.

ATM har den fordel at den kan benyttes til stabil og sikker overføring av store datamengder, som digital video med høy kvalitet. Ulempen er at investerings- og driftskostnadene er store. Dagens (prosjektperioden) ATM-infrastruktur er dessuten lite egnet til kringkasting av undervisningssendinger samtidig til mange mottakere.

Satellitteknologi er særdeles godt egnet dersom store datamengder eller høykvalitetsvideo skal overføres fra ett sted til mange mottakere som kringkasting av forelesninger. Investeringskostnaden for å sende til satellitten er relativt store (up-link), men til gjengjeld er utstyrskostnadene for å hente signaler fra satellitten (down-link) svært lave.

Talekommunikasjon og fjernstyring av instrumenter krever korte overføringstider. Ved tale vil forsinkelser på over 25 ms (0,025 s) være merkbare (gi ekkofenomener). I standard videokonferansesystemer brukes derfor ekkokanselleringsteknikker slik at forsinkelsene, som er i størrelsesorden 50 – 150 ms, ikke gir ekko. Kun transporttiden i en fiberoptisk kabel vil være svært kort – ca. 1 ms mellom Oslo og Tromsø, men i virkeligheten introduserer utstyr som omsetter dataene til skjermbilder og mellomstasjoner et betydelig tillegg til denne forsinkelsen. Dersom satellittoverføring benyttes, blir den minste teoretiske overføringstid betydelig større på grunn av avstanden opp til satellitten.

Valg av videokomprimeringsteknologi

Når video blir digitalisert for lagring eller overføringsformål, produseres det ekstremt store mengder digital informasjon. Til sammenlikning vil en time digitalisert video kreve like mye datalagring som 1,1 million MR-bilder ($256 \cdot 256, 12$ bit). For bedre å kunne benytte digital video er det derfor utviklet teknologi for å komprimere datamengden. Forskjellige metoder og formater benyttes ved videokomprimering. Vi har særlig studert konsekvensen av komprimering med hensyn til bildekvaliteten. Videooverføring med seks ISDN-kanaler (384 kbit/s) medfører bildekomprimering med en faktor på ca. 700 ganger reduksjon i datamengden, mens det benyttede ATM-bredbåndsnettet kunne overføre video med det mye brukte formatet MPEG2 (Motion Pictures Exports Group standard 2). Dette formatet komprimerte video med en faktor på ca. 40 ganger reduksjon i datamengden ved en overføringshastighet på 6 – 8 Mbit/s.

Medisinsk fagutøvelse og fagutvikling

Mulig til å overvåke og registre all aktivitet på f.eks. en operasjonsstue har betydning for arbeidsmiljøet. På Intervensjonssenteret ved Rikshospitalet er denne problematikken blitt løst ved at personalet på operasjonsstuen selv må slå på en kontrollbryter til kommunikasjonsutstyret. Kontrollbryteren er koblet til en signallampe som viser at lyd- og bilderegistrering foregår.

Frem til i dag har overføring av video og lyd over korte avstander vært billigst og best ved bruk av analog teknikk. Dette innebærer at lyd- og bildeapparatene kan tilkobles uten ekstra utstyr for omforming mellom analoge og digitale signaler. Om noen år vil dette trolig bli endret ved at det blir enklest og billigst å koble lyd- og bildeutstyr direkte til et digitalt nettverk. I

Intervensjonssenteret ved nytt rikshospital har man valgt en løsning som både ivaretar fremtidens bruk av digitalteknikk samtidig som et fleksibelt system for analog lyd- og videooverføring er etablert.

På Intervensjonssenteret arbeides det med to kirurgiske robotsystemer (Aesop og Zeus), som begge i prinsippet kan fjernstyres over lange avstander (2). Bildekvalitet og tidsforsinkelse i kommunikasjonssløyfen er avgjørende for å kunne etablere en slik telekirurgisk prosedyre. Bildekvaliteten var utmerket i ATM-nettet, mens den totale tidsforsinkelsen trolig er på grensen av det akseptable for en fullrobotisert prosedyre.

Organisasjonsutvikling

Når lyd- og bildeinformasjon benyttes rutinemessig i forbindelse med direktesendte prosedyrer, forelesninger og multimedieproduksjon, er det et behov for lokalt tilgjengelig drifts- og støttepersonale som kjenner teknologien. Vår erfaring er at produksjonsmiljøene trenger en produksjonsstab på 2 – 3 telemedisinteknikere/-ingeniører, mens mottaksstedet behøver 1 – 2 personer med spesialkompetanse. Antall stillingshjemler vil måtte variere, men trolig vil alle norske sykehus ha et økende behov for teknologikompetanse i forbindelse med drift av røntgenutstyr som CT, MR, PACS, tredimensjonale bildesystemer osv.

Ullevål sykehus har nesten fulldigitalisert sin røntgenavdeling, og lagringsfasilitetene (PACS) (Picture Archiving and Communication System) settes i produksjon ved de fleste avdelinger første halvår 2000. Ved Rikshospitalet vil et tilsvarende PACS-prosjekt først fullføres etter flytting. Når røntgenbilder blir digitale og i økende grad tilgjengelige over et datanett, vil datamaskinassisterte analysemetoder og nye fremstillingsformer i økende grad bli etterspurt av radiologer så vel som av klinikere. Dette vil kunne endre bruken av medisinske bilder. Slike anvendelser vil til en viss grad bli begrenset på grunn av kostbar teknologi og høy brukerterskel. Brukerterskelen og

eventuelt dedikerte ”tallknusere” kan gjøres mer tilgjengelige ved å knytte teknologien og brukerkompetansen sammen over telenettet. Da vil det være mulig med ”kjempeytelse” og ”superkompetanse” på egen arbeidsstasjon.

Helseregion Sør er den eneste helseregionen uten et etablert regionalt helsenett. Det regionale helse- og sosialutvalg har nedsatt et fagråd for IT og telemedisin i Helseregion Sør, og rådet ber regionen bestrebe seg på en så nær tilknytning som mulig til Helseregion Øst med hensyn til teknologisk infrastruktur, drift og helsefaglig innhold. Det er derfor avgjørende at det ikke gjøres regionale teknologiske valg som hindrer telemedisinsk koordinert fagutøvelse og fagutvikling.

Oppsummering

Første fase av samarbeidet ble avsluttet sommeren 1999 for å videreføres etter at flytting til nytt Rikshospital er gjennomført. Erfaringen så langt er at det er mye å hente på videre samarbeid mellom Rikshospitalet i Helseregion Sør og Ullevål sykehus i Helseregion Øst. Driften av nettet i sistnevnte region har vist at endring/videreutvikling av både teknologi og fag er et kontinuerlig krav når tjenestetilbudet i et telemedisinsk nettverk skal bygges ut. Erfaringene fra samarbeidet med Rikshospitalet har bidratt vesentlig til videreutviklingen av Helseregion Øst- nettet (3), som trappes vesentlig opp første halvår 2000. Interregionalt samarbeid vil i fremtiden trolig være en helt sentral suksessfaktor i arbeidet med å heve kvaliteten på det telemedisinske innholdet i nettverksbaserte tjenester. Økt kunnskap om muligheter og begrensninger i teknologien er en vesentlig synergieffekt av et slikt samarbeid, og etter hvert kan det endog bli mulig å etablere en rasjonell felles driftsorganisasjon med Universitetet i Oslo som sentral aktør.

LITTERATUR

1. Fosse E, Lilleås F, Røtnes JS, Edwin B, Tønnessen TI, Hafsahl G et al. Intervensjonssenteret ved Rikshospitalet– erfaringer fra ett års drift. Tidsskr Nor Lægeforen 1997; 117: 2779 – 83.
2. Fosse E, Elle OJ, Samset E, Johansen M, Røtnes JS, Edwin B et al. Bildeveiledet og robotisert behandling – kybernetikkens inntog i klinisk medisin Tidsskr Nor Lægeforen 2000; 120; 65 – 9.
3. Buanes T, Kåresen R, Geitung JT, Eide K, Røtnes JS. Experience with telesurgery and radiology via an ATM network. Amsterdam: Elsevier Science BV, 1999: 541 – 4.

Publisert: 10. juni 2000. Tidsskr Nor Legeforen.

© Tidsskrift for Den norske legeforening 2026. Lastet ned fra tidsskriftet.no 24. mars 2026.