

Videobaserte tjenester i Nasjonalt helsenett og krav til tjenestekvalitet

Tatjana M. Burkow, Per Atle Bakkevoll, Eva Henriksen og Jan-Hugo Olsen

Nasjonalt Senter for Telemedisin

Desember 2002

Tittel Videobaserte tjenester i Nasjonalt helsenett og krav til tjenestekvalitet	NST-rapport 13-2002 ISBN 82-92092-15-3 Antall sider 53 Dato Desember 2002
Forfattere Tatjana M. Burkow, Per Atle Bakkevoll, Eva Henriksen og Jan-Hugo Olsen	
Sammendrag I denne rapporten beskriver vi faktiske anvendelser av videokonferanse i det norske helsevesenet, og hvilke krav disse stiller til tjenestekvalitet i nettet. Vi har definert tre kategorier anvendelser av videokonferanse, basert på hvor kritiske disse er for liv og helse. Vi ser nærmere på hvilke modeller som fins for realisering av tjenestekvalitet i IP-nett og hvilke nye muligheter neste generasjon internett, IPv6, gir i den forbindelse. Relevante aspekter ved standardene H.323 for videokonferanse over IP og H.320 for videokonferanse over N-ISDN blir beskrevet. Her inngår en oversikt over video- og lydstandarder som benyttes i videokonferanser. Videre diskuterer vi fellestrekk og ulikheter mellom videokonferanse over IP og N-ISDN. Vi gir også noen betraktninger rundt potensialet for bruk av videokonferanse i helsevesenet, og faktorer som kan påvirke bruk og utbredelse.	

Nasjonalt senter for telemedisin, 2002

ISBN 82-92092-15-3

Det kan fritt kopieres fra denne rapporten hvis kilden oppgis. Brukeren oppfordres til å oppgi rapportens navn, nummer, samt at den er utgitt av Nasjonalt senter for telemedisin og at rapporten i sin helhet er tilgjengelig på <http://www.telemed.no/>

Universitetssykehuset Nord-Norge HF
Nasjonalt senter for telemedisin
Postboks 35
9038 Tromsø
<http://www.telemed.no>

Forord

Denne rapporten er utarbeidet på oppdrag fra Helsedepartementet¹ (HD) innenfor Nasjonalt helsenett program. Nasjonalt helsenett program er et nasjonalt prosjekt for realisering av helsenettet, og ble etablert som et resultat av Si@! som er den statlige tiltaksplanen for elektronisk samhandling i helse- og sosialektoren for 2001 til 2003 (Si@2000).

Vi vil med dette få takke Eli Arild for nyttige innspill. En takk til Johannes Nilsen, Frank Larsen og Lars K. Vognild for gjennomlesning. Vi vil også få rette en takk til alle de som har bidratt med informasjon om tjenester og prosjekter som de har vært involvert i, eller på annen måte har hatt kjennskap til.

¹ Tidligere Sosial- og helsedepartementet (SHD)

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	8
1.1	Erfaringsgrunnlag	9
1.2	Rapportens oppbygging	9
2	Tjenestekvalitet	10
2.1	Definisjon	10
2.2	Parametere	10
2.3	Reservasjon av båndbredde og prioritering	11
2.4	Adaptive applikasjoner og operativsystemet	11
3	Infrastruktur	12
3.1	TCP/IP	12
3.1.1	Dagens versjon av IP (IPv4)	12
3.1.2	Neste generasjons IP-protokoll (IPv6)	12
3.2	Rammeverk for tjenestekvalitet	13
3.3	N-ISDN	14
3.4	Fellestrekk og ulikheter mellom N-ISDN og IP	15
3.4.1	Tjenestekvalitet	15
3.4.2	Behov for båndbredde	15
3.4.3	Videokodek	16
4	Standarder	17
4.1	H.323-standard	17
4.1.1	H.323-terminal	17
4.1.2	Gateway	18
4.1.3	Gatekeeper	18
4.1.4	MC + MP = MCU	19
4.2	H.320-standard	19
4.3	Video- og lydstandards	19
4.3.1	Hvorfor komprimere?	19
4.3.2	G.711 og G.722 lydstandards	19
4.3.3	H.261-videostandard	20
4.3.4	H.263-videostandard	21
4.3.5	MPEG video- og lydstandards	21
4.3.6	Datarater for komprimert video og bildekvalitet	23
4.3.7	Hva standardiserer ITU-standardene egentlig?	24
5	Sikkerhet og tjenestekvalitet	25
5.1	Konfidensialitet, autentisering og tilgangskontroll	25
5.2	Kryptering og forsinkelser	25
6	Kategorier av anvendelser og deres krav til tjenestekvalitet	27
6.1	Tre kategorier anvendelser	27
6.2	Krav til forsinkelse	28
6.3	Krav til båndbredde og bildekvalitet	28
7	Ulike videobaserte tjenester og deres krav til tjenestekvalitet	30
7.1	Konsultasjoner innen dermatologi (hud)	30
7.2	Endoskopiske undersøkelser	31
7.2.1	Konsultasjoner innen øre-nese-hals	31
7.2.2	Faglig veiledning og konsultasjoner innen endoskopi	31
7.3	Frysesnitttjeneste i patologi	31
7.4	Fjernvisitt og bedre integrasjon av organisasjonene	33
7.5	Ultralyd	34
7.5.1	Diagnostikk av blodårer	34
7.5.2	Kardiologi	34
7.5.3	Fosterdiagnostikk	35
7.5.4	Gynekologiske undersøkelser	36
7.5.5	Oppsummering ultralyd	36
7.6	Kirurgi	37
7.7	Faglig veiledning innen autisme	38
7.8	Fjernundervisning og møter	38

7.9	Psykatri	39
7.10	Noen eksempler på prosjekter som er igangsatt	39
7.10.1	Rehabilitering av slagpasienter	40
7.10.2	Faglig veiledning innen kreftbehandling	40
7.10.3	Undervisning og informasjonsformidling for døve	40
7.11	Oppsummering	41
8	Potensialet for utbredelse og bruk	43
9	Er det behov for tjenestekvalitet i nettet?	45
10	Konklusjoner	46
11	Forkortelser	47
12	Referanser	49

1 Innledning

I denne rapporten ser vi nærmere på faktiske anvendelser av videokonferanse i det norske helsevesenet, og hvilke krav disse stiller til tjenestekvalitet i nettet.

Videokonferanse kan benyttes i mange ulike sammenhenger innen helsevesenet slik listen under indikerer:

- fjernundervisning og møter
- faglig veiledning² (en form for kollegakonsultasjon) med eller uten pasient til stede
- konsultasjoner hvor en pasient, med eller uten lokalt helsepersonell til stede, møter spesialist. En konsultasjon kan også innebære en arbeidsform hvor spesialisten tolker en videosekvens i ettertid, og hvor ikke alle parter møtes.
- fjernvisitt hvor lege går visitt til pasienter som befinner seg et annet sted
- behandling, for eksempel innen psykiatri
- besøk av pårørende
- veiledning av pasient og pårørende
- fjernovervåking
- integrasjon av ulike organisasjonssenheter

Medisinske data som ultralyd, EKG og data fra endoskop, kan også utveksles ved hjelp av videokonferanse, avhengig av den aktuelle anvendelse.

For de fleste medisinske fagområder kan videokonferanse benyttes til mange formål. Videokonferanse innen kirurgi kan for eksempel benyttes til undervisning, møter, faglig veiledning og i framtiden kanskje også innen behandling (fjernstyring av roboter i forbindelse med kikkhullskirurgi³). I forbindelse med dialyse er videokonferanse benyttet til fjernvisitt for bedre pasientoppfølging og til bedre integrasjon av ulike organisasjonssenheter ved å skape en følelse av en felles arbeidsplass gjennom fjernvisitt, møter og undervisning.

De fleste anvendelser som er beskrevet i denne rapporten er eksempler på bruk av sanntidsvideo, men også eksempler på bruk av lagret video er tatt med. Sanntidsvideo stiller generelt de strengeste kravene til tjenestekvalitet, mens avspilling av lagret video stiller andre og lavere krav. Lagret video kan filoverføres (bulkoverføres) eller ”streames”, og dette stiller igjen ulike krav til tjenestekvalitet. Dette er nærmere omtalt i kapittel 6. I denne rapporten er betegnelsen videokonferanse benyttet også for enveis kommunikasjon, selv om dette ikke er en konferanse slik vi forstår begrepet tradisjonelt.

² Også kalt supervisjon.

³ Det har allerede vært gjort forsøk med dette.

1.1 Erfaringsgrunnlag

ISDN har tradisjonelt vært benyttet for videokonferanse innen helsesektoren, mens Nasjonalt helsenett representerer en IP-basert omgivelse. Mye av den praktiske erfaringen ved bruk av videokonferanse i helsevesenet er derfor fra videokonferanse over ISDN, og disse erfaringene er ikke nødvendigvis gjeldende for begge omgivelser. Vi finner det nødvendig å beskrive hva som er karakteristisk for IP og ISDN, samt fellestrekk og ulikheter.

Vi har i rapporten basert oss på erfaringer fra NST ved bruk av videokonferanse, andre norske erfaringer og tilgjengelig litteratur etter behov, og vi har i liten grad basert oss på erfaringer høstet utenfor Norges grenser.

1.2 Rapportens oppbygging

Rapporten er delt inn i 10 kapitler. Kapittel 2 gir en generell introduksjon til tjenestekvalitet, hvilke parametere som er av betydning, ulike måter å realisere tjenestekvalitet i nettet, samt hva applikasjonene selv kan gjøre for å bøte på varierende tjenestekvalitet. I kapittel 3.1 og 3.2 tar vi for oss ulike aspekter ved et TCP/IP-basert nettverk som er relevant i denne sammenheng, slik som mulighetene for tjenestekvalitet og sikkerhet som IPv4 og IPv6 gir, og ulike rammeverk for tjenestekvalitet. Kapittel 3.3 gir en kort introduksjon til N-ISDN, og i kapittel 3.4 ser vi nærmere på fellestrekk og ulikheter mellom N-ISDN og IP når det gjelder blant annet tjenestekvalitet og behov for båndbredde. Kapittel 4.1 og 4.2 beskriver relevante aspekter ved standardene for multimediakommunikasjon over IP (H.323) og N-ISDN (H.320). Ulike lyd- og videostandarter er beskrevet i kapittel 4.3. Vi har tatt for oss de standardene som er mest relevante i forbindelse med overføring av lyd og video over IP. I kapittel 5 er aspekter rundt sikkerhet og tjenestekvalitet berørt, med fokus på kryptering og forsinkelse. I kapittel 6 ser vi på noen generelle krav til tjenestekvalitet, og tre kategorier av anvendelser er definert. Noen faktiske videobaserte tjenester og deres krav til tjenestekvalitet er beskrevet i kapittel 7. I kapittel 8 ser vi nærmere på potensialet for bruk og utbredelse av videobaserte tjenester innen ulike bruksområder, og i kapittel 9 gir vi noen betraktninger rundt behovet for tjenestekvalitet i nettet. Kapittel 10 inneholder våre konklusjoner.

2 Tjenestekvalitet

I dette kapitlet gir vi en kort introduksjon til tjenestekvalitet, ved å se nærmere på ulike parametere for tjenestekvalitet, mekanismer for å realisere tjenestekvalitet i nettet, samt adaptive (tilpasningsdyktige) applikasjoner.

2.1 Definisjon

Tjenestekvalitet⁴ er ikke et entydig begrep. Distributed Management Task Force (DMTF) i The Open Group⁵ bruker følgende definisjon:

”A collection of technologies that allows applications and/or users to request and receive predictable network service levels in terms of bandwidth, jitter and/or delay.”

Tjenestekvalitet innebærer at bruken av nettressurser må administreres på en kontrollert og effektiv måte. For eksempel kan virksomhetskritiske anvendelser behandles på en annen måte enn mindre viktige. Sanntidsanvendelser og multimedia som har høye krav når det gjelder båndbredde og forsinkelse, kan behandles på en annen måte enn ”elastiske” anvendelser som e-post, filoverføring og web-surfing.

Det eksisterer to ulike tilnærminger til problemet med å dekke behovet til krevende anvendelser. Det ene alternativet er å dimensjonere nettet slik at det er i stand til å svelge unna topper i trafikken, det andre er å innføre tjenestekvalitet i nettet. Utbygging av båndbreddekapasiteten er den prinsipielt sett enkleste måten å løse problemet på, men kostnadene dette innebærer gjør at denne løsningen er lite realistisk, i hvert fall på internettnivå. På kontrollerte nettsegmenter derimot, kan overdimensjonering være en løsning.

2.2 Parametere

Tjenestekvalitet kan omfatte en rekke parametere som har ulik viktighet i ulike anvendelser (Nortel 1998):

- overføringskapasitet (båndbredde)
- ende-til-ende forsinkelse
- variasjon i ende-til-ende forsinkelse (jitter)
- feilrate (pakketap, pakkefeil, bitfeil)
- tilgjengelighet (oppetid)

⁴ Engelsk Quality of Service (QoS).

⁵ Et internasjonalt konsortium av kommersielle, offentlige og akademiske institusjoner som jobber med standardisering av IKT-teknologi.

2.3 Reservasjon av båndbredde og prioritering

Tjenestekvalitet i nettet kan i hovedsak realiseres på to forskjellige måter;

1) ressursreservering eller 2) prioritering (Stardust 1999). Ressursreservering innebærer at en anvendelse ber om at visse ressurser settes av ved etablering av en sesjon. Denne forespørselen kan enten avvises, fordi det ikke er tilstrekkelig ledig kapasitet for øyeblikket, eller den kan innvilges. Nettet kan da for eksempel garantere minimum båndbredde og maksimum forsinkelse for en videokonferanse. Ved ressursreservering er det nødvendig med en signaleringsprotokoll som forhandler frem allokering av ressurser. RSVP (Resource Reservation Protocol) er et eksempel på en slik protokoll, og denne er nærmere omtalt i kapittel 3.2. Ressursreservering innebærer store krav til rutene, siden alle rutene mellom sender og mottaker må inneholde tilstandsinformasjon for individuelle datastrømmer. Dette skalerer derfor dårlig i stamnett der antallet samtidige datastrømmer er stort.

Prioritering er en enklere mekanisme som innebærer at en del av trafikken gis spesialbehandling i trafikkavviklingen. Dette oppnås ved at trafikken deles inn i prioritetsklasser og pakkene merkes og betjenes i henhold til den klassen de tilhører. Mens man ved ressursreservering kan gi garantier for en viss tjenestekvalitet for enkeltsejninger, innebærer prioritering en relativ fordeling av ressursene i nettet, uten at absolutte garantier kan gis for de enkelte sesjoner. Fordelene med prioritering er enkelhet og skalerbarhet.

2.4 Adaptive applikasjoner og operativsystemet

Applikasjoner og kodeker⁶ kan til en viss grad selv bruke ulike mekanismer for å kompensere for varierende kvalitet i nettet. For eksempel ved å gi lyd og video ulik prioritet, eller ved å bufre data ved mottak for å fjerne effekten av jitter og for å synkronisere lyd og video (engelsk *lip synchronization*, eller *lip sync*). Slike applikasjoner kalles adaptive.

Dersom ressurstilgangen er mindre enn behovet er det nyttig at en kodek kan prioritere mellom lyd og video slik at kvaliteten som oppleves på videokonferansen blir så god som mulig. Hva som er viktigst vil kunne variere. Ved videokonferanser av type møte og undervisning vil lyd være viktigst, med mindre visuell informasjon som ultralyd eller annet inngår. Videokvalitet vil være viktigst for anvendelser som faglig veiledning innen kirurgi, og overføring av medisinske ved fosterdiagnostikk eller gynekologiske undersøkelser.

For en videoløsning integrert i en vanlig PC vil også operativsystemets håndtering av sanntidstrafikk være av betydning for tjenestekvaliteten som applikasjonene opplever (Burkow 97).

⁶ Enkoder/dekoder.

3 Infrastruktur

I dette kapitlet ser vi nærmere på TCP/IP og N-ISDN, og beskriver noen fellestrekk og ulikheter mellom disse. Målet med kapitlet er ikke å gi en generell innføring til TCP/IP og N-ISDN, kun aspekter som er relevante for tjenestekvalitet er tatt med.

3.1 TCP/IP

TCP/IP⁷ ble ikke designet med tanke på sanntidstrafikk, men for tradisjonell dataoverføring. For sanntidstrafikk over IP benyttes datagramtjenesten UDP, mens TCP benyttes for øvrig datatrafikk.

TCP/IP-protokollen kan kjøre over ulike underliggende netteknologier. IP over ISDN er en mulighet, en annen mulighet er IP over ATM. Selv om ATM er laget spesielt med tanke på sanntidstrafikk, vil IP over ATM skjule de egenskaper som ligger i et ATM-nett i forhold til tjenestekvalitet. H.323-standard, som er beskrevet i kapittel 4, åpner for muligheten for å kjøre sanntidstrafikk over rå ATM, og benytte TCP/IP for de øvrige data som skal overføres. Men dette vil kun fungere over en ende-til-ende ATM-forbindelse, i og med at det ellers ikke vil være mulig å adressere mottaker for sanntidstrafikken uten å benytte IP.

3.1.1 Dagens versjon av IP (IPv4)

IPv4, som er dagens versjon av IP-protokollen, har sitt opphav i 1970-tallets forskningsnettverk i USA (Comer 2000). I vår sammenheng er selve IP-headeren og de muligheter den gir for å sende med informasjon relatert til tjenestekvalitet av interesse. IPv4-headeren, som har en variabel lengde og et 32 bits adresserom, har et 8-bits felt (Type of Service) som er tenkt brukt i forbindelse med enkle mekanismer for prioritering (King 1999). Mulighetene for å sende med informasjon i relatert til mekanismer for tjenestekvalitet er derfor begrenset til dette 8-bits feltet.

Sikkerhet er et annet tema som er av interesse i rapporten. Med IPv4 er det typisk ikke mulig for en mottaker å avgjøre om pakker kommer fra rett avsender. "IP spoofing", det vil si at en hacker får uautorisert tilgang ved å modifisere pakkeheaderne så det ser ut som trafikken kommer fra en betrodd maskin, kan derfor være et problem i dagens Internet (King 1999). Brannmur er ment å kompensere for dette, men de introduserer ofte nye problemer, for eksempel kan brannmur være en flaskehals i forhold til ytelse.

3.1.2 Neste generasjons IP-protokoll (IPv6)

IPv6 er designet for å forbedre IPv4 på områder som skalerbarhet (større adresserom og et mer effektivt adressehierarki), sikkerhet (autentisering og kryptering), og forenkle konfigurasjon og administrasjon av nettet (King 1999). Her fokuserer vi på muligheter for tjenestekvalitet, samt relevante aspekter ved sikkerhet.

⁷ Egentlig TCP/IP protokoll suite, men refereres vanligvis til som TCP/IP som er de mest benyttede protokollene (Comer 2000).

IPv6-headeren er forenklet i forhold til IPv4, i og med at headeren har en fast størrelse, noe som muliggjør en mer effektiv prosessering i ruterne. En pakke kan også inneholde en eller flere tilleggsheadere. Adresserommet er større, det er på 128 bits. IPv6 har også, i likhet med IPv4, et 8 bits felt (Traffic Class) i headeren som er tenkt benyttet til tjenestekvalitet. I tillegg har IPv6-headeren et 20 bits felt (Flow label) som kan benyttes av leverandører som ønsker å implementere tjenestekvalitet i nettet (King 1999). Dette betyr at IPv6 i seg selv ikke implementerer mekanismer for tjenestekvalitet, det er opp til høyere lag i protokollhierarkiet. Men det nye 20 bits feltet gir bedre muligheter for dette i forhold til de mulighetene som er i dagens IP protokoll. En av tilleggsheaderne er tenkt brukt i forbindelse med RSVP. Denne headeren medfører at en pakke vil bli fullstendig prosessert av alle rutere som pakken passerer dersom den er inkludert.

IPv6 har to tilleggsheadere for sikkerhet, en for autentisering og en for kryptering. Tilleggsheaderen for autentisering gjør det mulig for mottaker å avgjøre, med en høy grad av sikkerhet, om en pakke kommer fra avsenderen som er indikert i avsenderadressen. Med tilleggsheaderen for kryptering er det mulig å kryptere enten på transportnivå, eller alternativt kryptere hele pakken, inkludert alle headere, og legge på nye IPv6-headere.⁸

3.2 Rammeverk for tjenestekvalitet

To arbeidsgrupper i IETF⁹, IntServ (etablert 1994) og DiffServ (etablert 1998) har definert hver sin modell for tjenestekvalitet, henholdsvis ”integrated services” og ”differentiated services”.

IntServ er basert på ressursreservering og tilbyr to ulike tjenesteklasser i tillegg til best-effort som dagens Internet er basert på (IETF 2000). Disse er kontrollert last tjeneste (RFC 2211) og garantert tjeneste (RFC 2212). Kontrollert last er beregnet på tilpasningsdyktige sanntidsapplikasjoner som er i stand til å takle pakketap og forsinkelser. Garantert tjeneste er beregnet på sanntidsapplikasjoner som er følsomme overfor forsinkelser.

Ved ressursreservering er det nødvendig med en signaleringsprotokoll som forhandler frem allokering av ressurser. RSVP er en slik protokoll for IP-nett (RFC 2210, Braden 1997). RSVP er mottakerorientert, det betyr at mottakeren av trafikken må reservere de nødvendige ressurser før sending starter. Ressursene må settes av i alle noder som datastrømmen skal innom på veien fra sender til mottaker. At mottakeren har ansvaret for å reservere ressurser, gir mulighet for å endre tjenestekvalitetsparametere i løpet av en sesjon, for eksempel å endre bildekvaliteten for en pågående videokonferanse. Dette er også en fordel ved multicast fordi den tilgjengelige båndbredden kan være høyst

⁸ Tunnel mode kryptering.

⁹ Internet Engineering Task Force.

forskjellig for de ulike mottakerne i en multicast-gruppe, og hver mottaker må derfor kunne spesifisere ressurser etter sitt eget behov.

IntServ/RSVP har foreløpig fått beskjedent utbredelse. Hovedproblemet er at RSVP skalerer dårlig i nett med stor trafikk på grunn av at ressursreserveringen skjer per datastrøm, og det derfor er nødvendig for hver ruter å holde informasjon om hver enkelt datastrøm. Det krever dessuten en del prosessering av alle pakker for å identifisere hvilken datastrøm de tilhører. RSVP kan brukes både med IPv4 og IPv6. I IPv6 er det gjort endringer som gjør bruk av RSVP enklere da det er innført et eget flowlabel-felt i headeren, noe som forenkler prosessering av pakkene.

Motivasjonen bak DiffServ (RFC 2475) var å definere en enklere og mer skalerbar modell enn IntServ. Mens IntServ innebærer at hver enkelt datastrøm kan gis individuell behandling er DiffServ basert på at trafikk deles inn i et begrenset antall trafikkklasser. De enkelte pakkene merkes og betjenes i henhold til den klassen de tilhører. Merkingen gjøres ved å sette et bitmønster i IP-headeren. Ut fra hvilken prioritetsklasse pakkene tilhører gis de en bestemt behandling i nodene i nettet, såkalt per-hop-behaviour (PHB).

DiffServ definerer to tjenestenivåer i tillegg til best-effort, "Expedited Forwarding" (EF) og "Assured Forwarding" (AF). EF-klassen er beregnet på applikasjoner med de høyeste krav til tjenestekvalitet (RFC 2598). AF passer til applikasjoner som tåler en del pakketap og som har middels store krav til forsinkelse og jitter (RFC 2597). I DiffServ er kompleksiteten lagt til kantruterne der adgangskontroll, klassifisering og merking av pakker utføres. Behandlingen av pakkene i transitttruterne er mye enklere enn ved IntServ/RSVP og DiffServ gir derfor en mer skalerbar løsning.

IntServ gir bedre garantier for tjenestekvalitet fordi ressurser settes av i nodene i nettverket for hver individuell datastrøm, men skalerer altså dårlig. DiffServ skalerer bedre, men kan ikke i samme grad garantere tjenestekvalitet til enkeltforbindelser. IETF har startet et arbeid der en forsøker å kombinere de to teknikkene på en måte som utnytter de to modellenes respektive styrker (Solala 2000, Stardust 1999).

3.3 N-ISDN

Videokonferanse innen helsesektoren har tradisjonelt vært ISDN basert. N-ISDN er en aksesstandard som definerer forbindelsen mellom en bruker og telefonsentralen (Schaphorst 1999). Følgende kanaler er definert for N-ISDN:

- D-kanal (basis aksess), 16 kbps
- D-kanal (primær aksess), 64 kbps
- B-kanal, 64 kbps
- H0-kanal 384 kbps
- H11-kanal, 1.536 kbps
- H12 kanal, 1.920 kbps

D-kanalene benyttes til to formål; 1) signalering og 2) vanlig datatrafikk når det ikke er signaleringsinformasjon som skal sendes. B- og H-kanalene er alle datakanaler. Den totale båndbredde som er mulig ved bruk av N-ISDN er 1920 kbps.

Ulike kombinasjoner av kanalene tilbys som pakkeløsninger (Schaphorst 1999). Basis aksess er et eksempel, og består av to full dupleks B-kanaler, og en full dupleks D-kanal (16 kbps).

3.4 Fellestrekk og ulikheter mellom N-ISDN og IP

Anvendelser som telefoni og videokonferanse har sitt utspring i telefonnettet, det vil si linjesvitsjete nett. Denne type nett kjennetegnes ved at tjenestekvaliteten er forutsigbar; dataraten varierer ikke i løpet av en sesjon, bitfeilraten er svært lav, det er lite jitter, og bit kommer frem til mottaker i samme rekkefølge som de ble sendt fra avsender.

Sanntidsanvendelser flyttet over på pakkebaserte nett medfører en rekke utfordringer fordi pakkebaserte nett tilbyr datatransport etter "best-effort" prinsippet, og er mye mindre forutsigbare når det gjelder ytelse. Pakker når ikke fram til mottaker med en konstant rate, og de kan nå fram i en annen rekkefølge enn de ble sendt på grunn av retransmisjon, eller at de fulgte forskjellig rute fram til mottakeren. Dersom trafikken øker ut over kapasiteten oppstår metning i nettet, noe som fører til forsinkelser og tap av pakker.

IP-nett ble konstruert for å støtte anvendelser som filoverføring og e-post. Disse anvendelsene har et trafikkmønster der behovet for båndbredde varierer og til tider kan være høyt, men de er ikke følsomme i forhold til forsinkelse og variasjoner i forsinkelsen. Sanntidsanvendelser som lyd og video stiller helt andre krav til et forutsigbart kommunikasjonsmiljø.

3.4.1 Tjenestekvalitet

N-ISDN representerer en ende-til-ende direkte forbindelse, og en omgivelse med garantert og velkjent tjenestekvalitet. Transportmekanismen sørger for en stabil og velkjent datarate, feilrate, forsinkelse og jitter (Schaphorst 1999). I en IP-basert omgivelse er det ingen stabil eller garantert datarate, pakker kan gå tapt, pakker kan komme fram i feil rekkefølge, jitter kan forekomme og det vil kunne være varierende forsinkelse.

3.4.2 Behov for båndbredde

Det er behov for ca. 10 prosent mer båndbredde i en IP-basert omgivelse i forhold til ISDN på grunn av ekstra overhead med pakkeheaderne (Strømdal 2002). Mengden overhead vil variere med hvor store pakkene er, det vil si hvor stor prosentandel en header utgjør av en pakke.

Det refereres ofte til at for få samme kvalitet over IP som ved bruk av ISDN må kapasiteten doubles. Dette kommer av at en ISDN-forbindelse er full dupleks, og at 384 kbps full dupleks tilsvarer 768 kbps over IP. I tillegg må som nevnt en viss prosentandel, typisk 10 %, legges til for trafikk over IP.

3.4.3 Videokodek

Kommersielle videokodeker laget for en linjesvitsjet omgivelse genererer en konstant bitrate, selv om informasjonsinnholdet i en videostrøm vil variere over tid (Schaphorst 1999). Disse kodekene har derfor en fast bitrate, men varierende videokvalitet. Båndbredden som konsumeres er konstant og uavhengig av informasjonsinnholdet.

For variabel bitrate kodeker, som er typisk for en IP-basert omgivelse, vil datamengden som genereres variere, begrenset oppad av en terskelverdi (Schaphorst 1999). Dette betyr at datamengden vil variere avhengig av det faktiske informasjonsinnholdet og kanskje være lavere i perioder enn for en tilsvarende konfigurasjon over ISDN. Disse kodekene vil som oftest ha en konstant kvalitet, men varierende bitrate.

4 Standarder

I dette kapitlet beskriver vi relevante aspekter ved standardene for multimedia-kommunikasjon over IP (H.323) og N-ISDN (H.320), og aktuelle video- og lydprotokoller.

4.1 H.323-standarden

H.323-standarden er en samling av flere standarder og beskriver systemer og utstyr for multimediakommunikasjon over pakkebaserte nett¹⁰ (ITU-T H.323, Schaphorst 1999). Første versjon av standarden ble godkjent i 1996, versjon 2 ble godkjent i 1998, versjon 3 i 1999 og versjon 4 i 2000.

Tabell 4-1 viser en oversikt over protokollene som inngår i H.323-standarden. Lyd- og videostandardene som er inkludert er ikke definert spesielt for H.323. Dette er standarder som benyttes i ulike omgivelser, for eksempel i H.320 for N-ISDN, omtalt senere i rapporten, og andre.

Lyd/video applikasjoner		Signalering og kontroll				Data applikasjoner
G.711 G.722 G.723.1 G.728 G.729	H.261 H.263	RTCP	H.225 Registrering	H.225 Signalering	H.245 Kontroll	T.120 Data
RTP						
UDP				TCP		
IP						

Tabell 4-1 Protokollene som utgjør H.323-standarden (Comer 2000)

I kapitlene som følger er komponentene som inngår i H.323-standarden beskrevet. Disse er terminal, gatekeeper, gateway, Multipoint Controller (MC), Multipoint Processor (MP) og Multipoint Control Unit (MCU).

4.1.1 H.323-terminal

En H.323-terminal kan være alt fra en enkel IP-telefon til avansert videokonferanseutstyr med lyd, video og datakommunikasjon. Støtte for lyd er påkrevd i alle H.323-terminaler mens data og video ikke er det.

Lydprotokollene som supporteres av H.323-standarden er vist i tabell 4.1 over. G.711 er påkrevd i alle H.323-terminaler. Videostandardene som er inkludert er H.261 og H.263. Dersom en terminal understøtter video er H.261 QCIF påkrevd. Lyd- og bildestandarder samt ulike formater som CIF og QCIF, er beskrevet i kapittel 4.3, og er derfor ikke

¹⁰ Dette kan være en punkt-til-punkt forbindelse, et enkelt nettsegment eller et internett med flere segmenter med komplekse topologier.

nærmere omtalt her. Andre typer videokodeker kan også benyttes, men dette må i tilfelle forhandles fram ved hjelp av kontrollkanalen H.245.

En H.323-terminal kan til en viss grad kompensere for varierende tjenestekvalitet i nettet ved å bufre data ved mottak for synkronisering av lyd og bilde, og for å fjerne effekten av jitter. En H.323-terminal har også mulighet til å delta i en flerpartskonferanse uten å benytte en sentralisert MCU.

4.1.2 Gateway

For kommunikasjon med andre typer terminaler enn H.323, slik som en H.320-terminal eller andre H-serie terminaler, er en gateway nødvendig. En gateway oversetter mellom ulike formater og protokoller, for eksempel mellom kontrollkanalene i H.323 og H.320. En gateway kan også oversette mellom ulike video-, lyd- og dataformater.

Ulike gatewayer vil variere i kompleksitet, og en gateway kan også inkludere andre funksjoner som gatekeeper og MCU. Disse er beskrevet i påfølgende kapitler.

4.1.3 Gatekeeper

En gatekeeper sørger for nettadministrasjon og aksesskontroll for H.323, og oversetter adresser ved bruk av aliaser, det vil si at den også fungerer som en katalogtjeneste. Alle terminaler, gatewayer og MCUer må få tillatelse fra gatekeeper før de kan motta eller initiere kall. Dette er en måte å kontrollere lyd- og videotrafikk i pakkenettet, og skjule detaljer for brukerne. Bruk av gatekeeper er valgfritt for H.323-systemer, men dersom den er til stede må alle benytte denne.

En gatekeeper gir mulighet for adgangskontroll basert på ulike kriterier, men en gatekeeper kan også være implementert slik at den aksepterer alle forespørsler, det vil i praksis si ingen adgangskontroll. Det er opp til produsenten å velge hvilke kriterier som benyttes for adgangskontroll, eventuelt om alle forespørsler skal aksepteres. Standarden åpner kun for muligheten til adgangskontroll.

En gatekeeper kan være interessant i forbindelse med tjenestekvalitet, i og med de muligheter den gir for administrasjon av båndbredde. En gatekeeper kan velge å avvise en terminal på grunn av manglende båndbredde, eller tildele en terminal en bestemt båndbredde. En gatekeeper kan også være implementert uten mulighet for administrasjon av båndbredde. Det er opp til den enkelte produsent hva de velger å gjøre. Standarden åpner for denne muligheten, men det er ikke påkrevd. Hvordan en gatekeeper skal kunne avgjøre om det er ledig kapasitet i nettet er heller ikke beskrevet i standarden.

En gatekeeper kan bli et sårbart punkt i nettet. Dersom gatekeeper faller ut kan det medføre at en konferanse ikke kan settes opp.

4.1.4 MC + MP = MCU

Ved flerpartskonferanser er det behov for MCU-funksjonalitet. Dette innebærer mulighet til å forhandle hvilke protokoller og formater som skal benyttes, mikse lyd og velge mellom ulike videostrømmer med mer. I H.323 er funksjonaliteten til en MCU splittet opp i en MC (Multipoint Controller) og en MP (Multipoint Processor), hvor den førstnevnte utfører kontrollfunksjoner og sistnevnte utfører miksing av lyd og valg av videostrømmer. Disse to er splittet for å kunne inkludere kontrollfunksjoner (MC) i en H.323-terminal. Alternativet er en sentralisert MCU.

4.2 H.320-standarden

H.320-standarden for multimedia kommunikasjon over N-ISDN var ferdigstilt av ITU i 1990 (ITU-T H.320). Lydprotokollene som er inkludert i H.320 er G.711, G.722 og G.728, mens videoprotokollene som er inkludert er H.261 og H.263. Dette er de samme lyd- og bildeprotokollene som er definert for H.323. I tillegg har H.323, som tidligere nevnt, to andre lydprotokoller med i standarden.

Vi vil ikke gå nærmere inn på H.320-standarden, siden vår primære fokus er rettet mot lyd og video over IP.

4.3 Video- og lydstandarder

ITU og ISO¹¹ har definert flere ulike standarder for komprimering av lyd og video, og i kapitlene som følger ser vi nærmere på de som er mest relevante i vår sammenheng.

4.3.1 Hvorfor komprimere?

Ved bruk av videokonferanse vil ofte TV-kvalitet være den naturlige referanseramme. Følgende TV-standarder er definert for henholdsvis Europa og USA:

- PAL (Europa), 25 rammer (50 felt) per sekund med en oppløsning (rammestørrelse) på 720x576 piksler (576 synlige linjer)
- NTSC (USA), 30 rammer (60 felt) per sekund med en oppløsning (rammestørrelse) på 720x480 piksler (480 synlige linjer)

Ukomprimert vil et standard PAL TV-signal kodet med 8 bit per piksel og 25 rammer i sekundet kreve en båndbredde på 165 mbps. Det vil derfor være en fordel å komprimere for å redusere mengden data.

4.3.2 G.711 og G.722 lydstandarder

ITU har definert flere ulike lydstandarder, og målet med disse standardene er å oppnå tilnærmet like god lyd kvalitet som ved bruk av telefon (Schaphorst 1999). Av ITU-lydstandardene er G.711 og G.722 mest benyttet i videokonferanse.

¹¹ International Standards Organization.

G.711 er den første av lydstandardene som ble definert av ITU, og den var ferdigstilt i 1977. Standarden har en lydbåndbredde på 3 kHz, en datarate på 48, 56 eller 64 kbps og en forsinkelse som typisk er mindre enn 1 ms. Støtte for G.711 er obligatorisk i både H.320 og H.323-standardene. G.711 gir vanlig telefonkvalitet på lyden.¹²

G.722 standarden ble etablert i 1988, og er den eneste av ITU's lydstandarder som har en lydbåndbredde på 7 kHz. Mulige datarater er 48, 56 og 64 kbps, og forsinkelsen er typisk mindre enn 2 ms. Denne standarden gir en mer naturlig lyd enn G.711, og gir bedre lydkvalitet for lyder som f og s, men er ikke like god som FM-radio eller CD-kvalitet¹³ (Schaphorst 1999). Ved overføring av lyd fra medisinteknisk utstyr som for eksempel hjertelyd gir ikke G.711 tilstrekkelig kvalitet. På grunn av den begrensede lydbåndbredden blir vesentlig lydinformasjon borte. Tester utført ved NST har derimot vist at G.722 gir tilstrekkelig kvalitet på hjertelyd.

Tabell 4-2 viser en oversikt over lydbåndbredde, forsinkelse, datarate med mer for ulike ITU lydstandarder.

Standard	Ferdigstilt	Datarate (kbps)	Lydbåndbredde	Typisk forsinkelse
G.711	1977	48, 56, 64	3 kHz	<< 1ms
G.721	1988	32	3 kHz	< 2ms
G.722	1988	48, 56, 64	7 kHz	< 2 ms
G.728	1992	16	3 kHz	< 2 ms
G.729	1995	8	3 kHz	10 ms
G.723.1	1995	5.3, 6.4	3 kHz	30 ms

Tabell 4-2: ITU's lydstandarder (Schaphorst 1999)

Som det framgår av tabellen så varierer dataraten for de nevnte lydstandardene fra 5.3 til 64 kbps.

4.3.3 H.261-videostandard

H.261-standarden for videokomprimering var ferdigstilt i 1990 (ITU-T H.261, Schaphorst 1999). H.261 benytter DCT¹⁴ kodingsteknikk, og standarden gir mulighet for å benytte bevegelseskompensasjon.¹⁵

To formater er definert i H.261; CIF¹⁶ og QCIF¹⁷, hvor CIF er sammenlignbar med VHS-video når det gjelder bildekvalitet (Schaphorst 1999).

¹² Lydbåndbredde for telefon er 0,2 til 3,2 kHz (Schaphorst 1999).

¹³ Lydbåndbredde for CD-kvalitet er 10 Hz til 22 kHz (Schaphorst 1999).

¹⁴ Discrete Cosine Transform.

¹⁵ Engelsk *motion compensation*.

¹⁶ Common Intermediate Format.

¹⁷ Quarter Common Intermediate Format.

Tabell 4-3 viser oppløsning (rammestørrelse), lysstyrke- og fargeinformasjon for de to formatene. Luminans-verdiene (lysstyrke) i tabellen viser antall kodede luminans-piksler per linje og antall kodede luminans-linjer for en videoramme.

Format	Oppløsning (antall piksler)	Luminans (antall piksler)	Krominans R-Y (antall piksler)	Krominans B-Y (antall piksler)
CIF	352 x 288	352 x 288	176 x 144	176 x 144
QCIF	176 x 144	176 x 144	88 x 72	88 x 72

Tabell 4-3: Oppløsning, lysstyrke- og fargeinformasjon for CIF or QCIF (Schaphorst 1999)

Som det framgår av tabellen så er forholdet mellom lys- og fargeinformasjon likt for begge formatene. H.261-standarden krever at alle H.261-kodeker supporterer QCIF, for å garantere et minste felles multiplum for videokodeker fra ulike leverandører.

4.3.4 H.263-videostandard

H.263 standarden ble godkjent av ITU i 1996 (ITU-T H.263, Schaphorst 1999). I denne standarden benyttes i likhet med i H.261 også DCT kodingsteknikk, og standarden gir mulighet til å benytte bevegelseskompensasjon. H.263 gir bedre komprimering enn H.261 for tilsvarende kvalitet.

Fem formater (oppløsninger) er definert for H.263. Disse er SQCIF, QCIF, CIF, 4CIF og 16CIF, hvor QCIF og CIF er beskrevet i kapittel 4.3.3. Oppløsningen for de øvrige formater er:

- SQCIF (128 x 96) piksler
- 4CIF (704 x 576) piksler
- 16 CIF (1408x1152) piksler

Forholdet mellom lys- og fargeinformasjon er den samme for alle fem formatene.

4.3.5 MPEG video- og lydstandarder

Motion Picture Experts Group (MPEG) er en arbeidsgruppe, opprettet av ISO og IEC,¹⁸ som definerer standarder for digital video og lyd. Standardene MPEG-1, MPEG-2, MPEG-3, MPEG-4 og MPEG-7 er definert, mens arbeidet pågår med MPEG-21.

MPEG-1 (1992) er en standard for koding av lyd og video. MPEG-1 er primært rettet mot CD-ROM, og benytter en bitrate opp til ca 1.5 mbps. Standarden er beregnet på "non-interlaced" video med en rammestørrelse på 352x288 piksler, og en rammerate på 24 til 30 rammer per sekund. MPEG-1 gir en bildekvalitet tilsvarende VHS. MPEG-1 gir bedre bildekvalitet enn H.261 på samme båndbredde, men har større forsinkelse, og

¹⁸ International Electro-technical Commission.

er derfor mindre egnet i sanntidsapplikasjoner. MPEG-1 spesifiserer tre kvalitetsnivå for lyd, der MPEG-1 nivå 3 er det populære lydformatet MP3.

MPEG-2 standarden (1994) definerer høyere oppløsninger og bitrater enn MPEG-1 og gir støtte for ”interlaced” video. MPEG-2 ble utviklet for å kode lyd og video for kringkasting, deriblant digital satellitt og kabel-TV. MPEG-2 brukes også til DVD filmer og HDTV.

MPEG-2 er skalerbar når det gjelder kvalitet. Det er definert fire ulike nivåer som spenner fra VHS-kvalitet til HDTV. Tabell 4.4 viser bitrate og oppløsning for de ulike nivåene. I tillegg definerer MPEG-2 standarden fem ulike profiler som sier noe om hvor kompliserte algoritmene er som brukes ved koding/dekoding¹⁹. Dette innebærer blant annet at dekodere av forskjellig kompleksitet kan dekode video av forskjellig kvalitet fra samme videostrøm.

Nivå	Oppløsning	Maksimal bitrate
Low	352x288	4 Mb/s
Main	720x576	15 Mb/s
High 1440	1440x1152	60 Mb/s
High	1920x1152	80 Mb/s

Tabell 4-4 Ulike nivåer for MPEG-2 (Schaphorst 1999).

MPEG-2 kan inneholde 5 lydstrømmer noe som muliggjør ”surround-lyd”.

MPEG-4 er laget spesielt for overføring av lyd og video over internett, og til mobile enheter. Det som skiller MPEG-4 fra tidligere audiovisuelle standarder er den objektbaserte representasjonsmodellen (Pereira 2000). Dette skal gi grunnlag for helt ny funksjonalitet, blant annet når det gjelder interaktivitet.

MPEG-7 er en standard for å beskrive audiovisuelt innhold, og den skal blant annet muliggjøre effektive søk etter innhold, filtrering og identifikasjon (ISO 2001).

Hittil har MPEG-formatene blitt brukt primært til avspilling av lagret video fordi de har medført for stor forsinkelse for sanntids videokonferanse. Forsøk har vært gjort med hardware MPEG-1/MPEG-2 kodeker som er i stand til å gjøre koding/dekoding i sanntid. Ulempen er at dette er dyre løsninger. Det er imidlertid grunn til å tro at MPEG vil bli mer brukt til videokonferanse i fremtiden.

¹⁹ H.262 er en profil av MPEG-2, ITU Recommendation H.262.

4.3.6 Datarater for komprimert video og bildekvalitet

Tabell 4-5 viser en sammenligning av dataraten for de ulike videostandardene som er omtalt i foregående kapitler.

Videostandard	H.261	H.263	MPEG-1	MPEG-2
Datarate	56-1,936 kbps	Lavere bitrate enn H.261	1,5 mbps	4 til 20 mbps

Tabell 4-5 Datarater for forskjellige videostandarder (Schaphorst 1999)

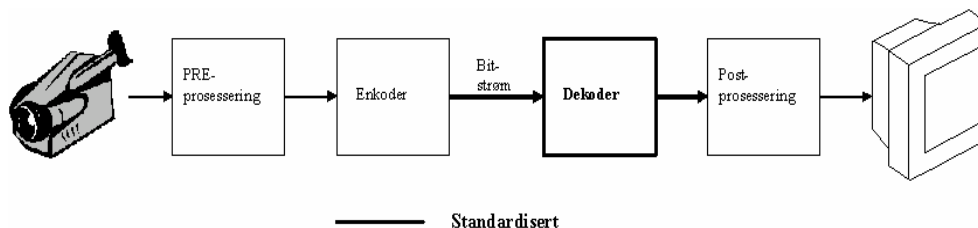
Generelt er dataraten for H.263 lavere enn for H.261 for tilsvarende kvalitet slik tabellen indikerer. Erfaringer fra UNINETT er at dataraten for H.261 er to ganger større enn H.263 (Strømdal 2002). Forskjellen mellom H.261 og H.263 skal være mindre merkbar for høyere datarater. Dette indikerer at H.263-protokollen bør brukes framfor H.261, særlig for lave datarater, såfremt den er implementert i den aktuelle videokodeken som benyttes. H.263-standarden setter ikke noen begrensninger på bitraten, begrensningene settes av terminaler og nettverk (ITU-T H.263).

Oppløsning, pikseldybde og hvilken informasjon som sendes per piksel varierer mellom de ulike standardene og formatene. For CIF og 4CIF benyttes samme pikseldybde og type informasjon, forskjellen mellom disse to formatene er oppløsningen, hvor 4CIF har en oppløsning tilnærmet lik PAL TV standarden (men ikke samme farge og lysinformasjon). H.261 og H.263 med CIF-format tilsvarer VHS-bildekvalitet.

Med MPEG-2 er det flere valgmuligheter når det gjelder både oppløsning og hvilken mengde farge- og lysinformasjon som skal sendes, og bildekvaliteten kan variere fra VHS til HDTV-kvalitet. MPEG-1 tilsvarer VHS-kvalitet.

4.3.7 Hva standardiserer ITU-standardene egentlig?

I videostandardene H.261 og H.263 er protokollene for dataoverføring og de fleste aspekter ved dekodeprosessen standardisert²⁰ mens enkoderne, som avgjør bildekvaliteten, ikke er det (Schaphorst 1999). Figur 4.1 viser i grove trekk hva som er standardisert og hva som ikke er det.



Figur 4-1 H.26x protokollene (Schaphorst 1999)

Dette betyr at tester vedrørende bildekvalitet for H.261 eller H.263 utført med utstyr fra en leverandør, ikke nødvendigvis er gjeldende for utstyr fra en annen leverandør. For anvendelser av video hvor bildekvaliteten er essensiell er dette noe som det må tas hensyn til. Bildekvalitet er også avhengig av faktorer som lysforhold og fargevalg i lokalet som er brukt til videokonferanse.

For lydprotokollene stiller det seg noe annerledes. For eksempel har G.722 og G.721-standardene biteksakte spesifikasjoner, og er derfor definert presist (Schaphorst 1999). En biteksakt kodek vil for et innkommende digitalt lydsample generere eksakt den samme bitstrømmen som en annen kodek, uavhengig av leverandør. Dette betyr at lydkvaliteten ikke vil variere mellom utstyr fra ulike leverandører for lydprotokollene G.722 og G.721.

²⁰ Postprosessering av data er ikke definert av standardene.

5 Sikkerhet og tjenestekvalitet

For videokonferanse må sikkerhetsaspekter som konfidensialitet, integritet, tilgjengelighet, autentisering og tilgangskontroll vurderes. Konsultasjoner, fjernvisitt og behandling er alle eksempler på anvendelser hvor sensitiv informasjon utveksles ved hjelp av videokonferanse. Faglig veiledning vil også kunne falle inn under denne kategorien. Sentrale spørsmål her blir hvordan konfidensialitet kan sikres, og hvordan dette eventuelt påvirker tjenestekvalitet (typisk forsinkelse og båndbredde).

Standarden for video over IP (H.323) innbefatter sikkerhetsstandard H.235, også kalt "H Secure", som i første rekke omhandler konfidensialitet og autentisering. I tillegg pågår det arbeid med å innarbeide integritet og ikke-benektning i standarden (Schaphorst 1999). H.235 kan utnytte underliggende sikkerhetsprotokoller for internett, som IPSec (Internet Protocol security) og TLS (Transport Layer Security) (Toga 1998). IPSec er et sett av protokoller fra IETF for sikker utveksling av pakker på IP-nivå.

5.1 Konfidensialitet, autentisering og tilgangskontroll

I den grad det er sensitiv informasjon som kommuniseres i en videokonferanse må konfidensialiteten ivaretas. Konfidensialitet ivaretas først og fremst gjennom kryptering, men også gjennom tiltak som autentisering og tilgangskontroll. Autentisering kan gjøres for å kontrollere tilgangen til nettressurser, for eksempel kan gatekeeper ved hjelp av autentisering forsikre seg om at en terminal som ønsker å kople seg til konferansen har rett til å bruke tjenesten (Schaphorst 1999), se også avsnitt 4.1.3. Når det gjelder kryptering så spesifiserer ikke H.235-standardens noen krypteringsalgoritme, hver type virksomhet kan gjøre egne valg av algoritmer.

Det kan være steder i nettet der data vil finnes ukryptert. Ved bruk av MCU og gateway blir innkommende data dekryptert her for så å bli kryptert på nytt før de sendes videre. Disse nettpunktene må derfor beskyttes spesielt for å kunne være tiltrodde punkter, for eksempel ved hjelp av fysisk tilgangskontroll.

5.2 Kryptering og forsinkelser

Kryptering for å bidra til konfidensialitet må vurderes opp mot innvirkningen dette kan ha på overføringshastigheten. Krypteringsalgoritmer som er implementert i software vil vanligvis være så trege ved bruk på så store datamengder som en videokonferanse innebærer, at de gir for stor forsinkelse i forhold til sanntidskravet (Aksnes 2002). En løsning kan være hardware-kryptering, men det krever at alle parter som skal delta i en videokonferanse har de nødvendige krypteringsenheter installert. En annen løsning er at ikke hele videostrømmen krypteres, men bare så store deler av for eksempel en MPEG-video, at bildet blir uleselig.

Blant de system som reklamerer med løsninger for sanntidskryptering av videokonferanser er (CipherActive 2002). Disse leverer GEAR (Global-local Encryption Accelerator Rush) som sies å være kompatibel med H.323-standardene.

6 Kategorier av anvendelser og deres krav til tjenestekvalitet

I dette kapitlet har vi definert tre kategorier av anvendelser basert på krav til tjenestekvalitet. Vi benytter disse tre kategoriene i kapittel 7 hvor ulike videobaserte tjenester i det norske helsevesenet og de krav de stiller til tjenestekvalitet er beskrevet.

6.1 Tre kategorier anvendelser

Vi har valgt å definere tre kategorier anvendelser av videokonferanse, avhengig av hvor *kritiske* disse er. Vår inndeling i kategorier er basert på faktorer som om pasienter påføres vesentlige byrder eller lidelser, eller om det er vesentlige kostnader forbundet med at en konsultasjon eller et møte ikke kan gjennomføres.

De tre kategoriene forteller noe om hvor tolerante applikasjonene er i forhold til avvik fra minstekravet til tjenestekvalitet for parametere som båndbredde og forsinkelse i kortere eller lengre perioder. Anvendelsene i de tre kategoriene stiller også ulike krav til tilgjengelighet av nettet.

Kategori 1

Denne kategorien omfatter kritiske anvendelser, slik som konsultasjoner under en operasjon. Et eksempel er når en patolog konsulteres under en operasjon. Disse anvendelsene stiller de strengeste krav til tilgjengelighet og krever at minstekravet til tjenestekvalitet alltid er oppfylt.

Kategori 2

I denne kategorien inngår konsultasjoner, behandling, fjernvisitt og faglig veiledning med pasient til stede. Det vil si anvendelser hvor den visuelle informasjonen er essensiell, og både tid og ressurser går tapt dersom en konsultasjon eller en behandling ikke kan gjennomføres. Pasienten kan ha reist langt for å komme til nærmeste tettsted hvor undersøkelsen utføres, og både pasientens, primærlegens og specialistens tid går tapt dersom kvaliteten forringes slik at konsultasjonen ikke kan gjennomføres. I tillegg vil anvendelser innen undervisning og møter kunne falle inn under denne kategorien dersom visuell informasjon som ultralydsekvenser og operasjonsvideoer inngår som en viktig del av undervisningen eller møtet.

Kategori 3

Anvendelser som er lite kritiske i forhold til liv og helse tilhører denne kategorien. Dette gjelder for eksempel videokonferanse benyttet til møter, undervisning, besøk av pårørende og faglig veiledning uten pasient til stede. Dette er anvendelser hvor konsekvensene av at kvaliteten forringes i en periode eller at tjenesten faller helt ut vil være minst. Et møte vil i verste fall kunne reduseres til et telefonmøte, selv om dette selvfølgelig ikke er en optimal løsning. At en tjeneste faller helt ut bør ikke skje ofte, da det kan medføre at brukerne mister tiltro til tjenesten og ikke ønsker å benytte den lengre.

At en anvendelse tilhører kategori 1 betyr ikke nødvendigvis at kravet til båndbredde er spesielt stort. Det betyr derimot at nettet må være tilgjengelig, og at minstekravet for parametere som båndbredde og forsinkelse må være oppfylt. Dersom tilstanden i nettet skulle endre seg må tjenestene i kategori 1 fortsatt få sine minstekrav oppfylt, selv om andre anvendelser vil kunne tåle en temporær degradering av kvaliteten.

Dersom kvaliteten forringes i en kortere eller lengre periode, har det ulike konsekvenser for anvendelser i de forskjellige kategoriene. Dette faktum vil påvirke hvilken tilnærming som velges for tjenestekvalitet i nettet. Det må velges en tilnærming som kan oppfylle kravene til de minst tolerante (mest krevende) anvendelser.

I et nett hvor det er ulike kostnader forbundet med forskjellige tjenesteklasser, vil kategorien en anvendelse tilhører kunne være til hjelp ved valg av tjenesteklasse. En inndeling i kategorier basert på hvor kritisk anvendelsene er vil også kunne være nyttig dersom det er nødvendig å foreta en avveining mellom den totale utnyttelse i nettet og kvalitet for den enkelte anvendelse. I en modell for tjenestekvalitet som IntServ gir for eksempel tjenesteklassen garantert tjeneste dårligere kapasitetsutnyttelse i nettet enn klassen kontrollert last.

6.2 Krav til forsinkelse

Hva som er akseptabel forsinkelse er det ikke enkelt å si noe entydig om. Generelt vil krav til forsinkelse avhenge av om det er sanntidsvideo med en- eller flerveis kommunikasjon, eller lagret video som blir streamet. Bruk av sanntidsvideo med flerveis kommunikasjon, det vil si at flere parter deltar i en videokonferanse, stiller normalt de strengeste krav. Ved streaming av video, og for sanntidsvideo med enveis kommunikasjon, er kravene til forsinkelse generelt lavere. Men dette vil igjen kunne avhenge av den konkrete anvendelse og vaner til de involverte, som illustrert under.

Et eksempel på ekstreme krav til forsinkelse vil være ved fjernstyring av roboter ved kirurgi, hvor forsinkelsen, og variasjon i forsinkelsen, må være minimal. Et eksempel på at vane kan spille en rolle, er ved bruk av intervju via satellitt på amerikansk fjernsyn. Der er publikum vant til at video (via satellitt) og lyd (via telefon) er ca et halvt sekund ute av synkronisering. Bruk av satellittelefon er også en vanesak, her må de som konverserer tilpasse seg forsinkelsen for ikke å snakke i munnen på hverandre.

For de tjenester vi har sett nærmere på i kapittel 7, har ikke krav til forsinkelse vært oppgitt i tilgjengelig dokumentasjon. Det har primært vært fokusert på behov for båndbredde.

6.3 Krav til båndbredde og bildekvalitet

Behovet for båndbredde påvirkes av hvilken standard for videokomprimering som benyttes. En standard forteller noe om hvilken størrelsesorden det dreier seg om. For

eksempel krever MPEG-2 fra 4 til 20 mbps, mens H.263 benytter en mye lavere båndbredde. Hvilken videostandard som velges vil blant annet avhenge av hvilken bildekvalitet som trengs, er for eksempel VHS-kvalitet god nok, eller trengs det bedre kvalitet? I tillegg vil også utstyret som benyttes, og hvilke standarder det understøtter, være av betydning.

Ved avspilling av lagret video vil kravene til båndbredde avhenge av om avspilling skjer over nettet (streamet video), eller om avspilling skjer fra lokal disk, hvor videoklippet er filoverført på forhånd. Dersom avspilling skjer over nettet er kravene til båndbredde og jitter typisk lik kravene for sanntidsvideo.

Hvilken båndbredde ulike tjenester faktisk krever, det vil si hva minimumskravet er for at det skal være mulig å benytte tjenesten, er beskrevet nærmere i kapittel 7.

7 Ulike videobaserte tjenester og deres krav til tjenestekvalitet

I dette kapitlet er ulike videobaserte tjenester i det norske helsevesen og deres behov for tjenestekvalitet beskrevet²¹. Noen av disse tjenestene har vært i bruk siden slutten av 1980-tallet, mens andre igjen er eksempler på tjenester som er tatt i bruk de senere år.

Vi har ikke tatt mål av oss å beskrive alle bruksområder for videokonferanse innen den norske helsesektoren, men å ta med noen illustrerende eksempler. I kapitlet beskriver vi eksempler på bruk av videokonferanse innen dermatologi (hud), øre-nese-hals, patologi, dialyse, fosterdiagnostikk, gynekologi, kardiologi, kirurgi, fjernundervisning, møter og psykiatri. Vi har også tatt med noen eksempler på prosjekter som er i gang, men hvor det ennå ikke finnes informasjon om tjenestekvalitet tilgjengelig. Dette for å illustrere et større spekter av mulige anvendelser.

7.1 Konsultasjoner innen dermatologi (hud)

Innen dermatologi har en videobasert konsultasjonstjeneste vært i rutinedrift mellom Kirkenes sykehus og UNN siden 1989, og mellom Hammerfest sykehus og UNN siden 1996 (Moseng 2000, Ingvarson 2002). Ved å benytte denne tjenesten slipper pasienter fra Kirkenes og Hammerfest å reise henholdsvis 900 og 550 kilometer til UNN i Tromsø.

I denne tjenesten benyttes en synkron arbeidsform,²² som innebærer at både pasient, lege lokalt og spesialist er til stede. Fra både Kirkenes og Hammerfest er det konsultasjoner to ganger per uke, med omtrent 10 til 12 pasienter som deltar hver gang, og hvor hver sending varer totalt i 2,5 til 3 timer. Spesialisten benytter enten stillbilder (tatt med videokamera) eller video til vurdering av det aktuelle hudområdet som skal undersøkes. Det er ikke alle typer hudsykdommer som er egnet til å diagnostisere over videokonferanse, men de mest vanlige egner seg godt (Moseng 2000).

For denne tjenesten benyttes en båndbredde på 384 kbps over ISDN. Opprinnelig ble H.261-standard og CIF-formatet benyttet, men i dag benyttes H.263 og CIF. Tjenesten tilhører kategori 2 når det gjelder tjenestekvalitet, det er flere parter involvert i en slik type konsultasjon. I tillegg er den visuelle informasjonen essensiell, men det er i prinsippet mulig å benytte kun stillbilder. I de senere år er en alternativ løsning som er stillbildebasert tatt i bruk flere steder.

Så vidt vi kjenner til benyttes ikke videokonferanse til konsultasjoner innen dermatologi andre steder i Norge per i dag.

²¹ For noen av prosjektene/tjenestene som er beskrevet i rapporten finnes det ikke skriftlig dokumentasjon, og vi har derfor måtte basere oss på personlig kommunikasjon med involverte.

²² Terminologien asynkron og synkron arbeidsform er hentet fra (Romslo 2001).

7.2 Endoskopiske undersøkelser

Ved endoskopi undersøkes kroppens hulrom ved hjelp av et endoskop, og vi beskriver her to eksempler på endoskopiske undersøkelser.

7.2.1 Konsultasjoner innen øre-nese-hals

Mellom Alta Helsesenter og UNN har en konsultasjonstjeneste inne øre-nese-hals vært i bruk siden 1992. Pasientene undersøkes med et endoskop som er koblet til et videokamera, og data fra endoskopet overføres til spesialist ved UNN.

Til denne tjenesten har en båndbredde på 384 kbps vært benyttet over ISDN. Dette betyr at minimumskravet til båndbredde er relativt lavt, selv om det er data fra et endoskop som overføres ved hjelp av videokonferanse. Tidligere ble H.261-standarden og CIF-formatet benyttet, mens i dag er det H.263 og CIF som er i bruk. Dette er en tjeneste som tilhører kategori 2 når det gjelder tjenestekvalitet.

Denne tjenesten benyttes, så vidt vi kjenner til, ikke andre steder i Norge. Tjenesten mellom Alta og UNN har av ulike årsaker ikke vært i bruk den senere tid.

7.2.2 Faglig veiledning og konsultasjoner innen endoskopi

Mellom Oppdal og NSALK²³ ved St. Olavs Hospital har endoskopiske undersøkelser (tarmundersøkelser) vært brukt i forbindelse med faglig veiledning og konsultasjoner (Strand 2001). Data fra et endoskop brukt ved tarmundersøkelser er overført over IP mellom de to stedene.

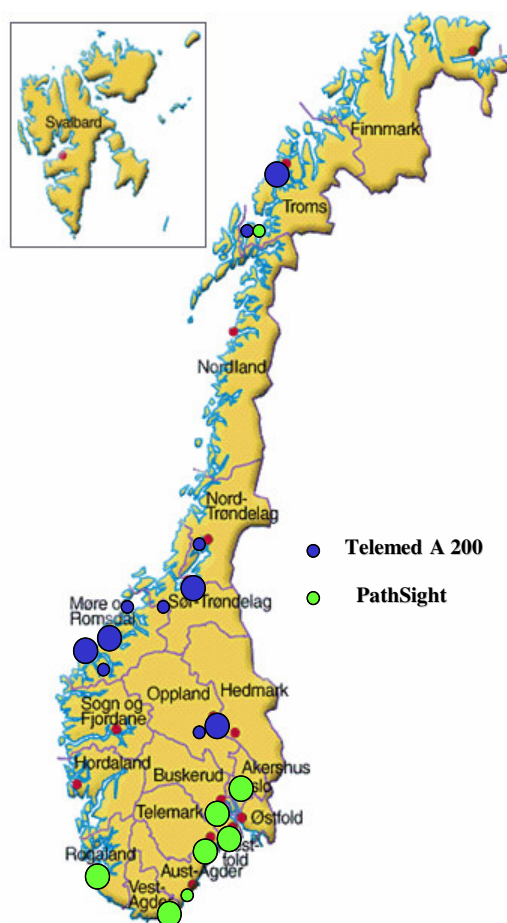
I utgangspunktet ble proprietært utstyr benyttet, men i et oppfølgingsprosjekt er dette utstyret erstattet med en løsning fra Sony. Videostandarden H.263 er brukt med en datarate på 1 mbps, og kvaliteten på videoen ble vurdert som meget god. Det ble ikke testet hva minimumskravet til båndbredde er for tjenesten. Denne tjenesten tilhører kategori 2 når det gjelder tjenestekvalitet.

7.3 Frysesnitttjeneste i patologi

På begynnelsen av 1990-tallet ble det utviklet en frysesnitttjeneste av Telenor FoU i Tromsø og UNN, *Telemed A 200* (Nordrum 1991). I en frysesnitttjeneste tas en vevsprøve ved hjelp av frysesnitteknikk under en operasjon, og en patolog lokalisert ved et annet sykehus diagnostiserer vevsprøven mens operasjonen pågår. Patologen har også mulighet til å fjernstyre mikroskopet. På denne måten unngår pasienten å måtte opereres på nytt senere, hvis det skulle vise seg at vevsprøven ikke er godartet. Det er typisk video fra et av tre kamera som sendes, enten fra mikroskopet, fra et kamera plassert over operasjonsbordet, eller fra et kamera som er rettet mot de øvrige personene i rommet. Dette er en tjeneste som er egnet for bruk ved mangel på patologisk ekspertise lokalt.

²³ Nasjonalt Kompetansesenter for Avansert Laparoskopisk Kirurgi.

Parallelt med den videobaserte tjenesten ble det utviklet en stillbildebasert løsning for frysesnitt (*PathSight*). Begge løsningene er i bruk i dag, og figur 7.1 viser utbredelsen av de to, det vil si hvor det er utplassert utstyr (Nordrum 2002).



Figur 7-1 Utbredelse av sanntids telepatologi i Norge, 2001 (Nordrum 2001)

Som det framgår av figuren så er det utplassert utstyr for den videobaserte løsningen flere steder i Norge. I Trøndelag er det utplassert utstyr ved flere sykehus, og tjenesten ble tatt i bruk i denne regionen i 1995 (Haugen 1999). På vestlandet er det utplassert utstyr i Kristiansund/Molde og Ålesund/Volda. På Lillehammer og Gjøvik er det også utplassert utstyr. Hvor mye tjenesten benyttes per år ved det enkelte sted, har vi ikke tallmateriale på.

En frysesnitttjeneste tilhører kategorien av anvendelser som stiller de strengeste kravene til tjenestekvalitet, det vil si kategori 1. Tjenesten krever garantert tilgjengelighet, og at

minstekravet til tjenestekvalitet er oppfylt. Minstekravet til båndbredden er 384 kbps (hver vei) med CIF-oppløsning.

Den opprinnelige versjonen av *Telemed A 200* kjører over ISDN og benytter H.261, mens den nye versjonen kjører over IP og benytter videostandarden H.263 (Rixhem 2002). Begge versjoner er PC-baserte. En kodek fra Titan ble benyttet i den opprinnelige løsningen, mens i den nye versjonen benyttes en Sony kodek. For de løsningene som er utplassert de senere år er en båndbredde på 512 kbps eller 1 mbps (hver vei, full dupleks samband) benyttet. 1 mbps er den maksimale kapasitet for kodeken konfigurert med H.263 og CIF-formatet, men minimumskravet til båndbredde er fortsatt 384 kbps.

7.4 Fjernvisitt og bedre integrasjon av organisasjonssenheter

Mellom UNN, Alta og Hammerfest er det etablert en tjeneste innen dialyse basert på videokonferanse (Arild 2002). En nefrolog ved UNN går fjernvisitt hos dialysepasienter i Alta og Hammerfest, i tillegg brukes videokonferanse til møter og undervisning. Målet med denne tjenesten er bedre oppfølging og kontroll av pasientene, samt å skape en følelse av en felles arbeidsplass. Det er også mulig å sende ultralyd av pasienters blodårer til UNN. Dette er nærmere omtalt i kapittel 7.5.1, diagnostikk av blodårer.

For pasienter med langt fremskreden nyresvikt er dialyse en av to behandlingsformer som tilbys (alternativet er nyretransplantasjon). Det finnes to ulike måter å gjennomføre dialyse, hvor Hemodialyse²⁴ er den mest utbredte i Norge. Pasienter som får Hemodialyse er avhengig av behandling flere ganger i uken, og hver behandling tar flere timer.

Tidligere reiste en nefrolog fra UNN hver fjerde uke til satellittene²⁵ som er knyttet til sykehuset, og pasientene ble hver tredje eller fjerde måned lagt inn på UNN for kontroll. I dag går nefrologen ukentlige fjernvisitter til pasientene via videokonferanse, og ambulerer med lavere frekvens enn før (hver sjette uke). I tillegg trenger ikke pasientene lenger å reise til UNN for kontroll.

Til fjernvisitt, møter og undervisning i dialysesammenheng benyttes H.263 og CIF over IP, konfigurert med en datarate på 384 kbps. Utstyret som er i bruk er Tandberg Vision 6000. Denne tjenesten hører hjemme i kategori 2 når det gjelder krav til tjenestekvalitet.

Det er per i dag totalt 30 satellitter i Norge. Mellom Otta og Lillehammer, og mellom Fagernes og Lillehammer er det blant annet planer om å benytte videokonferanse i dialysesammenheng (Unneland 2002).

²⁴ Blod- eller maskindialyse.

²⁵ En satellitt er en geografisk atskilt virksomhet uten nefrolog, tilknyttet et sykehus som har denne ekspertisen, og som har det medisinske ansvaret for pasientene.

7.5 Ultralyd

Ultralyd overført via videokonferanse kan benyttes i mange ulike medisinske sammenhenger, blant annet til ultralyd av blodårer, til fosterdiagnostikk, til gynekologiske undersøkelser og til ultralyd av hjertet.

Et ultralydopptak trenger ikke nødvendigvis å tolkes i sann tid. Dette betyr at et ultralydopptak kan tas av lokalt helsepersonell og lagres, for så å tolkes på et senere tidspunkt av spesialist. Imidlertid gir en konsultasjon hvor pasient, lokalt helsepersonell og lege møtes i sann tid en læringseffekt og kompetanseoverføring mellom spesialist og lokalt helsepersonell (Romslo 2001, Haga 2002). En tjeneste hvor ultralydopptak vurderes i ettertid er lettere å organisere, men ulempene er at opplæringseffekten kan være mindre, i tillegg til at opptak kanskje må gjøres på nytt, dersom de opprinnelige ikke er gode nok.

7.5.1 Diagnostikk av blodårer

I forbindelse med fjernvisitt hos dialysepasienter ble videooverført ultralyd brukt til diagnostikk på patologiske tilstander i blodårer (Arild 2002). I tillegg viste bruk av ultralyd seg å være nyttig i veiledning for å stikke i dype blodårer, og for opplæring av nye sykepleiere som skulle stikke. Men bruksområdet for begge anvendelser er begrenset og ultralydapparatet ble relativt lite brukt i prosjektperioden.

Det ble i prosjektet testet med H.263 og CIF, og en datarate på 384 kbps. Dette viste seg å gi for dårlig kvalitet på ultralydbildene, mens med en datarate på 768 kbps var bildekvaliteten tilfredsstillende. Nå må det påpekes her at det kun ble testet for datarater på 384 og 768 kbps (og ingen mellomliggende verdier²⁶), så om 768 kbps er strengt nødvendig, kan vi ikke si noe om.

7.5.2 Kardiologi

Mellom to avdelinger ved St. Olavs Hospital i Trondheim har det vært testet med overføring av ultralyd av hjerte ved bruk av sanntidsvideo. Dette er tenkt anvendt i forbindelse med undervisning og faglig veiledning (Søylen 2002). Ved å overføre ultralyd via nettet slipper de som skal delta å forflytte seg mellom de to avdelingene, noe som tar 20 minutter både per bil og til fots. Ultralyden ble sendt en vei, og telefon ble benyttet til diskusjon. I forsøkene ble MPEG-2 og en datarate på 5 mbps benyttet. Det ble brukt IP over en intern linje, og kvaliteten tilsvarte det som oppnås på ultralydapparatet. Men noen rammer gikk tapt, og bildet var til tider litt hakkete. Det ble ikke testet hva som er minimumskravet til båndbredde for overføring av ultralyd av hjerte. MPEG-2 fungerte bra i denne sammenheng i forhold til forsinkelse. Forsinkelsen ble ikke oppfattet som problematisk (Strømdal 2002).

²⁶ Videokodeken er konfigurerbart i steg tilsvarende en ISDN omgivelse, også for H.323-protokollen.

Sanntidsoverføring av ultralyd av hjerte er her tenkt brukt til undervisning og faglig veiledning. For diagnosearbeid og ”second opinion” trengs det mer medisinsk tilleggsinformasjon enn det som sendes med i et sanntidsopptak (Søylen 2002).

7.5.3 Fosterdiagnostikk

I et prosjekt hvor ultralyd til fosterdiagnostikk ble sendt mellom Nasjonalt Senter for Fostermedisin (NSF) ved St. Olavs Hospital og Innherred sykehus er både en asynkron og en synkron tolking av ultralydopptak utprøvd (Romslo 2001). I det asynkrone tilfellet tolker spesialist ultralydopptaket i ettetid. Ved en synkron arbeidsform er lokalt helsepersonell, den gravide kvinnen og spesialist til stede, mens spesialisten tolker ultralydbildene.

I dette prosjektet ble videostandarden H.263 og CIF-formatet benyttet.²⁷ Med en datarate på 768 kbps var det overførte ultralydbildet godt nok til å stille diagnose, selv om det oppsto noen vertikale striper i bildene, og raske bevegelser med proben viste seg å være problematisk. 384 Kbps ga for dårlig kvalitet, mens med 3mbps var kvaliteten like bra som på ultralydapparatet.

Asynkron overføring av ultralyd stiller i prinsippet mindre krav til tjenestekvalitet enn synkron overføring. Opptak lagret hos avsender kan filoverføres eller streames ved forespørsel. Eventuelt kan ultralydklippet overføres til en server hos mottaker under selve opptaket, for så senere å avspilles lokalt ved behov. Hva som er mulig avhenger av hvilken teknologisk løsning som er valgt. I dette prosjektet ble ultralydopptaket sendt til en videosever ved St. Olavs Hospital for lagring, for så å bli avspilt lokalt av spesialist senere ved tolking av ultralydbildene.

En mulig anvendelse som er skissert for dette konseptet er å benytte en tilsvarende løsning i et kompetansenettverk som finnes i Norden innen fosterdiagnostikk (Romslo 2001). Dette nettverket består av St. Olavs Hospital og Stockholm, Lund, København og Reykjavik sykehus.

Et annet eksempel på bruk av videooverført ultralyd til fosterdiagnostikk er mellom kommunelegekontoret på Otta og Lillehammer sykehus. Her har det pågått undersøkelser i nærmere 2 år (Otta 2002). Men ingen av standardene for videokomprimering er brukt. Det benyttes en PC-basert proprietær løsning for videokonferanse over IP (Unneland 2002). Båndbredden som benyttes er 1.5 mbps, men siden ingen av videostandardene er i bruk, er ikke båndbredden som benyttes så relevant i denne sammenheng. Det er planer om å bytte ut dette utstyret på sikt.

Et tredje eksempel på videooverført ultralyd til fosterdiagnostikk er et prosjekt hvor ultralyd er tenkt overført mellom fødeavdelingen på Lofoten sykehus og Nordland sentralsykehus (Jacobsen 2001). Det er her meningen at en jordmor i Lofoten skal føre

²⁷ Utstyr fra Tandberg ble brukt i prosjektet, to Tandberg 6000 systemer og videobåndopptaker.

ultral lyd-proben og ta opptaket, mens en gynekolog lokalisert i Bodø diagnostiserer. Fra dette prosjektet er foreløpig ikke testdata tilgjengelig, men Tandberg Vision 6000 er valgt, og det vil bli kjørt videokonferanse over IP.

7.5.4 Gynekologiske undersøkelser

Ultralyd til gynekologiske undersøkelser overføres mellom kommunelegekontoret på Otta og Lillehammer sykehus (Otta 2002). Under de gynekologiske undersøkelsene er det først en sekvens med vanlig videokonferanse med pasient, primærlege og spesialist til stede. For den praktiske undersøkelsen sendes ultralydbildet til spesialist i stedet for video av pasient og primærlege. Dette betyr at det er ingen tredjeperson (spesialist) ”til stede” i den intime delen av undersøkelsen, kun primærlege og pasient. I denne fasen av konsultasjonen sendes det fortsatt videobilde av spesialisten til primærlege og pasient. I tillegg kan partene kommunisere ved hjelp av tale.

Til de gynekologiske undersøkelsene benyttes samme videokonferanseutstyr som for fosterdiagnostikk beskrevet i kapittel 7.5.3, og samme datarate benyttes i begge tilfeller, det vil si 1.5 mbps (Unneland 2002). Men som nevnt tidligere benyttes ingen av standardene for videokomprimering, og båndbredden er derfor ikke så relevant i denne sammenheng, selv om anvendelsen i seg selv er det.

7.5.5 Oppsummering ultralyd

Tabell 7-1 viser en oversikt over båndbredde benyttet for ulike anvendelser av ultralyd. De gynekologiske undersøkelsene er ikke tatt med i tabellen, i og med at ikke-standardisert videokomprimering er benyttet.

Ultralyd	Protokoll	Video	Format	Datarate
Blodårer (dialyse)	H.323	H.263	CIF	768 kbps
Kardiologi	H.323	MPEG-2	Ikke kjent	5 mbps
Fosterdiagnostikk	H.323	H.263	CIF	768 kbps / 3 mbps ²⁸

Tabell 7-1 Båndbredde benyttet ved ultralydundersøkelser

Båndbredden som er oppgitt for fosterdiagnostikk og blodårer i tabellen indikerer minstekravet for at det skal være medisinsk forsvarlig å diagnostisere. For kardiologi er det ikke, så vidt oss kjent, utført tester for å finne minstekravet.

Ultralyd krever generelt relativt høy videokvalitet på grunn av mye bevegelse i bildene. Forsinkelse er mindre viktig ved overføring av ultralyd, men dette gjelder kun forsinkelse og ikke variasjon i forsinkelse, det vil si jitter.

²⁸ Ved 3 mbps er kvaliteten like bra som på selve ultralydapparatet.

Ultralyd benyttet i forbindelse med både synkrone og asynkrone konsultasjoner tilhører kategori 2 når det gjelder tjenestekvalitet. Det er flere parter involvert, både pasient, lokalt helsepersonell (som primærlege eller jordmor) og spesialist er til stede. Men det stilles ingen absolutte krav til tilgjengelighet, som for frysesnitttjenesten i patologi. Også den asynkrone arbeidsformen, hvor spesialisten vurderer ultralydklippet i ettertid hører til kategori 2. Hvis noe går galt under opptak eller lagring, og det oppdages i ettertid, må i verste fall pasienten innkalles på nytt. I eksemplet fra kardiologi er videooverført ultralyd tenkt benyttet til undervisning og veiledning, og dette er nærmere omtalt i kapittel 7.8.

7.6 Kirurgi

I dette kapitlet ser vi nærmere på noen eksempler innen kirurgi hvor operasjonsvideo er overført. Eksempelene omfatter både overføring av sanntids og lagret operasjonsvideo.

Innen laparoskopisk kirurgi, også kalt ”kikkhullskirurgi”, er det utviklet en tjeneste som er tenkt benyttet til faglig veiledning, undervisning og møter (Rinde 2000). Denne tjenesten ble opprinnelig testet ut mellom NSALK ved St. Olavs og UNN. Det er i dag utplassert utstyr ved Harstad sykehus og UNN, og tjenesten kan for eksempel brukes mellom operasjonsstue i Harstad og møterom ved UNN for faglig veiledning. Per i dag er tjenesten mest brukt internt på Harstad sykehus mellom operasjonsstue og møterom.

Komprimeringsalgoritmen M-JPEG²⁹ er benyttet for tjenesten, og det har vært forsøkt med datarater fra 1.5 mbps og opp til 6 mbps. Med den høyeste dataraten ble kvaliteten vurdert som svært god. Faglig veiledning under operasjon er en anvendelse som tilhører kategori 1 når det gjelder krav til tjenestekvalitet. Dersom tjeneste brukes til møter eller undervisning vil kategorien endres. Møter og undervisning er nærmere omtalt i kapittel 7.8.

Fra NSALK har det vært gitt faglig veiledning mot Namdal sykehus under laparoskopiske operasjoner (NettKikk 2000). Det har vært benyttet utstyr fra LanScape, men hvilken videostandard som er benyttet er ikke oppgitt. Ved 4 mbps er den medisinske bildekvalitet vurdert som optimal.

Ved Intervensjonssenteret på Rikshospitalet kan video fra ulike operasjonsstuer overføres til andre lokaliteter, primært internt på sykehuset. Det er mulig å overføre både sanntids og lagret video, og videostandarden som benyttes er MPEG-1 over IP (Akselsen 2002).

Mellom Fredrikstad og Ullevål, og mellom Gjøvik og Ullevål benyttes videokonferanse i forbindelse med kirurgi til diskusjoner om pasienter og til faglig veiledning. I denne forbindelse kan videoklipp med operasjonsvideo overføres. En MPEG-2 server

²⁹ I M-JPEG (Motion JPEG) komprimeres hver ramme uavhengig av andre rammer med JPEG.

konfigurert med en datarate på 4-5 mbps over IP benyttes til dette formål (Unneland 2002, Nybakk 2002). For den vanlige videokonferansen, benyttes en Tandberg 6000, konfigurert med en båndbredde på 768 kbps.

7.7 Faglig veiledning innen autisme

Videokonferanse har vært benyttet i forbindelse med faglig veiledning av ansatte innen autismeomsorgen, samt veiledning av pårørende, lærere og andre som er involvert med mennesker med autisme (Furu 2002).

Til dette har det vært benyttet videokonferanse over ISDN, med en båndbredde på 384 kbps, og H.263 med CIF-format. Dette er en tjeneste som tilhører kategori 2 når det gjelder krav til tjenestekvalitet.

7.8 Fjernundervisning og møter

Ved NST har vi erfaringer fra ISDN-basert videokonferanse benyttet til møter og undervisning. Protokollene som benyttes er H.263 hvis kodekene hos alle deltakerne støtter dette, og H.261 hvis ikke, så kompatibilitet er avgjørende for valg av videostandard. H.263 er å foretrekke på grunn av bedre bildekvalitet for samme båndbredde, siden H.263 komprimerer bedre enn H.261, særlig ved lavere båndbredde. Formatet som benyttes er CIF, og typisk med en datarate på 384 kbps.

Erfaringer fra UNINETT stemmer godt overens med erfaringene som er høstet ved NST når det gjelder tjenestekvalitet ved bruk av videokonferanse til møter og undervisning, selv om det i UNINETT primært brukes video over IP.³⁰ H.263-protokollen og CIF-formatet er mest benyttet konfigurert med en datarate på 384 kbps (Strømdal 2002).

Generelt faller fjernundervisning og møter inn under kategori 3 når det gjelder tjenestekvalitet, det vil si anvendelser hvor en videokonferanse i verste fall kan reduseres til en telefonkonferanse, selv om dette er langt fra det ideelle. I forbindelse med undervisning og møter kan det også være behov for å sende andre data, for eksempel ultralyd. Leger ved Innherred sykehus fikk delta på et ukentlig møte ved St. Olavs Hospital ved hjelp av videokonferanse (Romslo 2001). På dette møtet ble interessante ultralydsekvenser fra uka som gikk, diskutert. For en slik anvendelse vil det være behov for større båndbredde enn ved bruk av videokonferanse til møter og undervisning generelt, siden ultralyd stiller andre og større krav. Dersom ultralydsekvensene inngår som en vesentlig del av møtet, som det gjorde i dette eksemplet, vil læringseffekten reduseres ved dårlig bildekvalitet eller hvis videoen faller ut. I et slikt tilfelle kan ikke videokonferansen reduseres til et telefonmøte uten en vesentlig forringelse av møtet, og tjenesten tilhører derfor kategori 2. Et annet eksempel er nevnt tidligere i rapporten i forbindelse med ultralyd tenkt brukt innen kardiologi

³⁰ I UNINETT-sammenheng benyttes primært IP, men ISDN benyttes der det ikke er kostnadmessig forsvarlig med IP, og for kommunikasjon med eksterne som ikke er knyttet opp mot et IP nett.

(kapittel 7.5.2). Også denne anvendelsen faller inn under kategori 2. Dette er to eksempler på bruk av medisinske data ved møter og undervisning. Det finnes også andre eksempler hvor medisinske data brukes eller har vært brukt.

7.9 Psykiatri

Innen psykiatri kan videokonferanse benyttes til møter og undervisning, i likhet med de øvrige fagområder, men videokonferanse kan også benyttes i behandlingsøyemed. I denne sammenheng er vi interessert i det siste aspektet, det vil si i forbindelse med behandling. Undervisning og møter generelt er nærmere omtalt i kapittel 7.8.

Et sentralt spørsmål er om bruk av videokonferanse innen terapi stiller større krav til tjenestekvalitet for den ikke-verbale kommunikasjonen (som øyekontakt, ansiktsuttrykk og kroppsspråk) enn videokonferanse benyttet til vanlige møter.

Det viser seg at meningene om dette er noe delte. Det finnes flere eksempler på telepsykiatriske tjenester, blant annet (Hawker 1998) og (McLaren 1999) der det med hell har vært benyttet en båndbredde på 128 kbps. I et kanadisk prosjekt (Doze 1999) ble det brukt en båndbredde på 384 kbps, men det ble faktisk vurdert å redusere denne. De fleste av institusjonene som var involvert i telepsykiatri i Nord-Norge brukte en båndbredde på 384 kbps, men noen få brukte 128 kbps (Gammon 1996). Erfaringene fra et australsk prosjekt var derimot at det ved en båndbredde på 384 kbps var vanskelig å oppfatte den ikke-verbale kommunikasjonen (Gelber 1999).

Det hevdes også at det er lite å hente på å øke bildekvaliteten utover det som er vanlig i Norge i dag, og det er ikke nødvendigvis noe stort poeng at den ikke-verbale kommunikasjonen ikke er like tydelig som ved fysisk tilstedeværelse (Gammon 2002). Det er faktisk mange fagfolk som mener det for enkelte pasientgrupper er en fordel behandlingsmessig at ikke-verbal kommunikasjon blir tilslørt.

Vi kan med dette konkludere at kravene til båndbredde ikke overstiger de som er gjeldende for videokonferanse benyttet til møter og undervisning generelt, men videokonferanse benyttet innen terapi tilhører kategori 2 når det gjelder tjenestekvalitet.

7.10 Noen eksempler på prosjekter som er igangsatt

Vi har i dette kapitlet tatt med noen prosjekter som er i gang, eller som er planlagt, for å illustrere noen flere anvendelser. Prosjektene som er beskrevet omhandler rehabilitering av slagpasienter, faglig veiledning innen strålebehandling og undervisning til døve. Fjernovervåking av intensivavdelinger er også et eksempel på en mulig anvendelse (Moore 2002). Et annet eksempel er videokonferanse brukt til direkte kontakt mellom skadestue på legekantor og sykehus, slik det er planlagt mellom skadestuer på Otta og Fagernes til poliklinikken på Lillehammer sykehus (Unneland 2002).

7.10.1 Rehabilitering av slagpasienter

Våren 2002 ble det startet opp et prosjekt der videokonferanse brukes i forbindelse med et tverrfaglig rehabiliteringsopplegg for slagpasienter (MNH 2002). I prosjektet overføres høykvalitets video og lyd mellom Orkdal Sanitetsforenings Sykehus (OSS) og Meldal Helsetun. Dette kan brukes til å demonstrere opptrening med pasienter, oppfølging, møter og faglige diskusjoner. Det skal også være mulig å filme i pasientens hjemmemiljø eller arbeidsplass, for så å bruke opptakene i forbindelse med samarbeid om tilrettelegging av hjelpemidler og tilpasninger. Prosjektet involverer flere faggrupper, både fysioterapeuter, ergoterapeuter, pleiepersonell og medisinsk personell.

Videostandarden som brukes er H.263. Forskjellige kodeker og ulike datarater er prøvd ut, en datarate på 1 mbps synes å være minimumskravet (Varfjell 2002).

Dette er et eksempel på en tjeneste som tilhører kategori 2 når det gjelder tjenestekvalitet. Den visuelle informasjonen vil være viktig.

7.10.2 Faglig veiledning innen kreftbehandling

Norsk kreftplan har planer om å bygge ut strålesatellitter flere steder i Norge, for å øke kapasiteten og for bedre stråletilbudet til kreftpasienter (Norum 2001). Med denne bakgrunnen er et prosjekt igangsatt for å teste ut en løsning med overføring av doseplaner, simulatorbilder, feltkontroller, diagnostiske bilder og videokonferanse. Videokonferanse er blant annet tenkt benyttet for veiledning, når pasienten skal tegnes på, før strålebehandling. Konseptet skal testes ut mellom Det Norske Radiumhospital og UNN, men den tenkte bruken er mellom satellitter hvor det utføres strålebehandling og moderorganisasjonen. Dette er et eksempel på faglig veiledning og integrasjon av organisasjonsenheter innen kreftbehandling.

Det er forventet at kvalitet tilsvarende CIF, H.263 og en datarate på 384 kbps vil gi god nok kvalitet for videokonferansen som skal benyttes (Norum 2002).

7.10.3 Undervisning og informasjonsformidling for døve

I et prosjekt rettet mot døve, er målet å utvikle og teste bredbåndbaserte produkter for undervisning og læring til døve. I tillegg er målet å finne løsninger de døve kan håndtere selv, for eksempel til kommunikasjon i sann tid mellom døve. Til dette benyttes Microsoft Netmeeting. Informasjon om prosjektet finnes på (HIB 2002).

7.11 Oppsummering

Tabell 7-2 gir en oversikt over lyd- og bildeprotokoller, båndbredde med mer for ulike anvendelser.

Anvendelse	Protokoll	Video	Format	Båndbredde
Dermatologi (Hud)	H.320	H.261/H.263	CIF (video) 4CIF (stillbilde)	384 kbps
Patologi (frysesnitt)	H.320/H.323	H.261/H.263	CIF	384 kbps ³¹ / 512 kbps / 1 mbps
Endoskopi (øre-nese-hals)	H.320	H.261/H.263	CIF	384 kbps
Endoskopi (tarmundersøkelser)	H.323	H.263	Ikke kjent	1 mbps ³²
Ultralyd, blodårer	H.323	H.263	CIF	768 kbps
Ultralyd, hjerte	H.323	MPEG-2	Ikke kjent	Ca 5 mbps
Ultralyd, fosterdiagnostikk	H.323	H.263	CIF	768 kbps / 3 mbps
Fjernvisitt, dialyse	H.323	H.263	CIF	384 kbps
Psykiatri	H.320 /H.323	H.261/H.263	CIF	384 kbps
Faglig veiledning, autisme	H.320	H.263	CIF	384 kbps
Undervisning og møter	H.320/H.323	H.263/H.261	CIF	384 kbps
Gastroskopi, streaming og sanntid	H.323	MPEG-2	Ikke kjent	5-6 mbps
Gastroskopi Streaming og sanntid	H.323	M-JPEG	CIF	1.5 – 6 mbps

Tabell 7-2 Båndbredde for ulike anvendelser

Båndbredde oppgitt i tabellen er angitt for enveis kommunikasjon. For toveis kommunikasjon, som det er i de fleste tilfeller, er derfor båndbredden det dobbelte. For en H.323-omgivelse (IP) må en protokolloverhead på ca 10 % regnes i tillegg til verdiene som er oppgitt i tabellen. Hvor stor overheaden faktisk er, vil avhenge av pakkestørrelse, og dermed hvor stor prosentandel av pakken headerne utgjør. For de fleste av anvendelsene oppgitt i tabellen deles den totale båndbredde mellom video og lyd.

Av videostandardene som er benyttet i dag er H.263 den mest brukte, konfigurert med en båndbredde på 384 kbps (det vil si totalt båndbredde på 768 kbps for toveis kommunikasjon) og CIF oppløsning. Dette tilsvarer båndbredden som er benyttet til møter og undervisning. Men som indikert i tabellen gir ikke 384 kbps god nok kvalitet for alle anvendelser. Dette gjelder spesielt ultralyd og kirurgi. For ultralyd av blodårer og ved fosterdiagnostikk har en datarate på 768 kbps vist seg å være nødvendig.

³¹ 384 kbps er minstekravet for telepatologi løsningen, mens på de fleste steder i dag benyttes 512 kbps eller 1 mbps.

³² Dette er ikke minstekravet for tjenesten.

Formatet 4CIF, som gir en bedre bildeoppløsning enn CIF er ikke benyttet i vesentlig grad, bortsett fra til stillbilder.

I eksemplene vi har studert er det ikke kjent hvilken rammerate som er oppnådd.³³ Rammerate forteller noe om hvor naturlig bevegelsene vil oppleves. I spesifikasjonen til Carelink er det for eksempel oppgitt at for utstyr som skal benyttes til videokonferanse generelt, må det minimum være mulig med en rammerate på 15 rammer per sekund (Carelink 2001). For kliniske anvendelser bør det være mulig med en rammerate på 25 rammer per sekund.

Kvalitet er ikke kun et spørsmål om videostandard, format og datarater. Andre faktorer som påvirker kvalitet er blant annet lyssetting, fargevalg i omgivelsene (vegger, gardiner med mer), hvilket kamera som benyttes, samt hvilken kodek som er valgt. Hvordan nettet håndterer sanntidstrafikken påvirker også kvaliteten.

³³ Fra testene utført i forbindelse med dialyseprosjektet vet vi heller ikke den eksakte rammeraten (Arild 2002). Det er ikke mulig å registrere dette med det utstyret vi har tilgjengelig per i dag. Men generelt så gjelder det for utstyret som er brukt, at for en båndbredde på 168 kbps eller mer, er det mulig med 25 rammer per sekund for CIF-formatet (men dette avhenger av bevegelse).

8 Potensialet for utbredelse og bruk

I rapporten har vi til nå sett på hva den enkelte tjeneste krever av tjenestekvalitet. I dette kapitlet diskuterer vi potensialet for bruk av videokonferanse, og faktorer som kan påvirke det totale trafikkgrunnlaget. Vi bruker noen av anvendelsene som er beskrevet tidligere i rapporten for å illustrere hemmende og fremmende faktorer for utbredelse og bruk av videokonferanse.

Den videobaserte tjenesten innen hud (omtalt i kapittel 7.1) er et eksempel på en konsultasjonstjeneste hvor alle de involverte parter møtes. Denne tjenesten fungerer veldig bra, men har sine begrensninger med hensyn til potensialet for bruk (Lindberg 2002). Den er svært tidkrevende, og hudavdelingen ved UNN har ikke kapasitet til å ta imot særlig mange flere videokonsultasjoner etter samme modell som i dag. Dermed blir betingelsene for utstrakt bruk også et spørsmål om ressurstilgang og kapasitet i de involverte organisasjonene. I de senere år er en stillbildeløsning tatt i bruk flere steder. En slik løsning er basert på en asynkron arbeidsform, og er derfor lettere å organisere og mindre tidkrevende. Hudsykdommer er som oftest ikke akutte, og tid er derfor ikke en kritisk faktor, samtidig som stillbilder kan gi et godt diagnosegrunnlag for en spesialist. Men som tidligere påpekt (kapittel 7.5.3) så kan opplæringseffekt og kompetanseoverføring for lokalt helsepersonell reduseres ved en asynkron arbeidsform.

I en studie utført i 1998 over utbredelse av sanntids telepatologi (Nordrum 1998), kom det fram at denne type tjeneste er relativt lite i bruk. I 1998 var kun fire sanntids videobaserte telepatologitjenester i bruk, tre i Norge og en i Sverige. Mulige årsaker til dette kan i følge Nordrum (1998) være at:

- konseptet eller teknologien er umoden
- kostnadene er store
- behovet for frysesnittjenester er lavt

I perioden fra 1998 og fram til i dag er det i tillegg utplassert utstyr (*Telemed A 200*) flere steder i Norge som vist tidligere i figur 7.1 (s. 32). Dette kan understøtte en teori om at bruk av videokonferanse holder på å ta seg opp igjen. Men selv om utstyret er utplassert flere steder så sier ikke dette noe om hvor mye tjenesten vil bli brukt på det enkelte sted.

Et spørsmål er i hvilken grad utbredelse og bruk er relatert til tilgjengelighet, kvalitet og pris for infrastrukturen, eller om det primært er andre faktorer som er avgjørende. Dersom det første er tilfelle, vil de regionale helsenettene og et nasjonalt helsenett kunne bidra positivt. Men det vil ofte ligge begrensninger i utbredelse og bruk i en tjenestes natur. For konsultasjonstjenester hvor flere parter møtes vil spesialisthelsetjenestens kapasitet være en begrensende faktor. Et annet aspekt er om det finnes andre alternativer som er mindre ressurskrevende. En asynkron arbeidsform hvor

stillbilder eller videoklipp vurderes av spesialist i ettertid vil kunne kreve mindre ressurser. Det totale pasientgrunnlaget er også av betydning for hvor utstrakt bruken av en tjeneste vil kunne bli.

Flere av tjenestene som er beskrevet i rapporten kompenserer for mangel på lokal ekspertise. I det øyeblikket patologisk ekspertise er til stede på et sykehus som utfører operasjoner, er det ikke lenger behov for å konsultere en patolog ved et annet sykehus ved hjelp av en frysesnitttjeneste. Men selv om den opprinnelige bruk ikke lenger er aktuell for en tjeneste, så kan det være et potensial for bruk til andre formål.

Rhodes (2001) hevder at det i de senere år har vært en økende bruk av videokonferanse til ikke-kliniske anvendelser som administrasjon, undervisning og forskning innen helsevesenet, og derfor benyttes ofte betegnelsen "telehealth network" i industrien. Spørsmålet er om dette primært gjelder USA, eller om det er en generell trend.

I Norge ser det ut som at videokonferanse brukt til andre formål enn møter og undervisning hadde en topp fram til midten av 1990-tallet, for deretter å dabbe av, men for så å ta seg noe opp igjen de senere år. Frysesnitttjenesten i patologi er et eksempel på dette. Videokonferanse brukt innen dialyse, kirurgi og fosterdiagnostikk er alle eksempler på nye anvendelser som er kommet til. I Norge virker det derfor som videokonferanse brukt til andre formål enn administrasjon er økende, i og med at flere nye tjenester har vært prøvd ut. Men selv om en ny tjeneste er prøvd ut i rammen av et prosjekt, er det ikke sikkert at dette vil resultere i en rutinetjeneste på sikt.

9 Er det behov for tjenestekvalitet i nettet?

Det er delte meninger om det er behov for tjenestekvalitet i nettet. Som beskrevet i kapittel 2, er det to tilnærminger til å dekke behovet for krevende anvendelser. Det ene er å overdimensjonere, det andre er å innføre tjenestekvalitet i nettet, ved reservasjon og/eller prioritering. IntServ og DiffServ, eller en kombinasjon av disse, er mulige alternativer. Hvilken tilnærming som bør velges, er det ikke enkelt å si noe entydig om, men overdimensjonering er nok den minst realistiske tilnærmingen bortsett fra på kontrollerte nettsegmenter.

Av de anvendelser som er beskrevet i rapporten, er det to kategorier som skiller seg ut i forhold til behov for tjenestekvalitet. Dette er anvendelser i kategori 1 som er meget kritiske i forhold til liv og helse, og anvendelser i kategori 2 hvor både tid og ressurser går tapt dersom den planlagte aktivitet ikke kan gjennomføres.

Hvilken tilnærming som velges for å oppfylle kravene til tjenestekvalitet for anvendelsene i de ulike kategorier vil være avhengig av den totale trafikkmengde. Så lenge det kun er et fåtall videobaserte applikasjoner som benyttes, vil det kanskje ikke være noe problem. Men dersom det blir en utstrakt bruk av videokonferanse innen helsevesenet, enten i de regionale helsenettene eller mellom regionene, er dette en problemstilling det er vanskelig å komme utenom. Men det vil klart være en avveining mellom kostnader ved å bygge ut båndbredde, og kostnader ved å introdusere mekanismer for prioritering og/eller ressursreservering.

Det finnes også enklere mekanismer for prioritering enn DiffServ. Ruterne kan for eksempel konfigureres slik at en bestemt type trafikk, slik som TCP eller HTTP, ikke får mer enn en viss andel av tilgjengelig båndbredde. Men dette er fortsatt en form for prioritering, og dermed implisitt en aksept for at det er behov for tjenestekvalitet i nettet.

Brannmurer kan være en flaskehals i forbindelse med sanntidsapplikasjoner og tjenestekvalitet. I UNINETT har ruterne vanligvis det som trengs av brannmurfunksjonalitet, slik at trafikken ikke trenger å passere gjennom to fysiske enheter (Strømdal 2002). Et annet alternativ er å rute sanntidstrafikk utenom brannmurene.

Vi har i rapporten sett på de muligheter som IPv6 gir i forhold til IPv4 når det gjelder tjenestekvalitet. IPv6 åpner for nye muligheter, i og med at det er mulig å sende med mer informasjon relatert til tjenestekvalitet i headeren. Et eget felt i headeren, i tillegg til det som er i IPv4 headeren i dag, er reservert til dette. Men IPv6 åpner kun for mulighetene, det er opp til leverandører å utnytte dette potensialet.

10 Konklusjoner

Vi har i rapporten sett nærmere på kravene til tjenestekvalitet for ulike anvendelser av videokonferanse innen helsevesenet. For de fleste videobaserte tjenester gir en båndbredde på 384 kbps hver vei god nok kvalitet³⁴. Men i noen tilfeller, slik som ved overføring av medisinske data som ultralyd og ved overføring av operasjonsvideo, er behovet for båndbredde større. Av videostandardene som er i bruk i dag, er H.263 med CIF-format den mest benyttede. I tillegg brukes MPEG-1 og MPEG-2 i noen grad.

Hvilken båndbredde som faktisk vil bli benyttet for de ulike tjenester er det ikke enkelt å si noe entydig om. En side av saken er hva minstekravet til tjenestekvalitet er for at det skal være medisinsk forsvarlig eller mulig å bruke en tjeneste. Noe annet er hvilken båndbredde som vil bli foretrukket dersom det er mulig å oppnå bedre bildekvalitet og mer naturlig bevegelse.

Kvalitet er ikke bare et spørsmål om valg av videostandard og båndbredde. Faktorer som lys og fargeforhold i omgivelsene, hvilken kodek som benyttes, og hvordan nettet håndterer sanntidstrafikk påvirker kvaliteten. Applikasjoners evne til å tilpasse seg varierende tjenestekvalitet i nettet vil også være av betydning.

Det er prinsipielt to tilnærminger til hvordan nettet skal kunne oppfylle kravene til tjenestekvalitet, hvor den ene er å overdimensjonere nettet, og den andre er å innføre tjenestekvalitet. Utbygging av båndbreddekapasitet er den enkleste måten å løse problemet på, men kostnadene dette medfører gjør løsningen lite realistisk bortsett fra på kontrollerte nettsegmenter. Tjenestekvalitet i nettet kan realiseres ved reservasjon og prioritering, eller en kombinasjon av disse. Behovet for tjenestekvalitet i nettet, og hvilken løsning som eventuelt velges vil påvirkes av hvor utstrakt bruken av videobaserte tjenester vil bli i årene som kommer.

³⁴ For en IP-basert omgivelse må det regnes noe protokoll-overhead i tillegg, typisk 10 %, på grunn av headerne i pakkene.

11 Forkortelser

ATM	Asynchronous Transfer Mode
CIF	Common Intermediate Format
DCT	Discrete Cosine Transform
DMTF	Distributed Management Task Force
EKG	Elektrokardiogram
HD	Helsedepartementet
HDTV	High Definition Television
http	HyperText Transfer Protocol
Hz	Hertz
IEC	International Electro-technical Commission
IETF	Internet Engineering Task Force
IKT	Informasjons- og kommunikasjonsteknologi
IP	Internet Protocol
IPSec	Internet Protocol Security
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISO	International Standards Organization
ITU	International Telecommunications Union
ITU-T	Telecommunication Standardization Sector (av ITU)
JPEG	Joint Photographic Coding Experts Group
kbps	Kilobit per sekund
kHz	Kilohertz
KITH	Kompetansesenter for IT i Helsevesenet
mbps	Megabit per sekund
MC	Multipoint controller
MCU	Multipoint Control Unit
M-JPEG	Motion JPEG
MP	Multipoint Processor
MPEG	Motion Picture Experts Group
NH	Nordnorsk Helsenett
N-ISDN	Narrowband ISDN
NSALK	Nasjonalt Kompetansesenter for Avansert Laparoskopisk Kirurgi
NSF	Nasjonalt Senter for Fostermedisin
NST	Nasjonalt senter for telemedisin
OSS	Orkdal Sanitetsforenings Sykehus
PAL	Phase alternation by line
PKI	Public Key Infrastructure
PSTN	Public switched telephone network
QCIF	Quarter Common Intermediate Format
RSVP	Resource Reservation Protocol
RTP	Real-time transport protocol

SHD	Sosial- og helsedepartementet
TCP/IP	Transmission control protocol/Internet protocol
TLS	Transport Layer Security
UDP	User datagram protocol
UNN	Universitetssykehuset Nord-Norge
VHS	Video Home System

12 Referanser

- Akselsen 2002 Personlig kommunikasjon med LP Akselsen, april 2002
- Aksnes 2002 Aksnes B, Vestrand A, Norvik H, Kufås I. *Sikkerhet i bredbåndsnettverk*. Prosjektrapport fra HØYSIKK- et Høykom prosjekt, KITH Rapport 2/02, 2002
- Arild 2002 Arild E, Rumpsfeld M. *Nett i Nord – Bredbåndsnettverk i Nord-Norge med særlig fokus på Tromsø, Hammerfest og Alta*. Sluttrapport til Høykom, 2002.
- Braden 1997 Braden R, Zhang L, Berson S, Herzog S, Jamin S. *Resource ReSerVation Protocol (RSVP) Version 1 Functional Specification*. URL: <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc2205.txt>, 1997
- Burkow 1997 Burkow TM, Mullender SJ. *Operating System Support, Multimedia Databases in Perspective*. Springer 1997, ISBN 3-540-76109-8 s 249 – 287, 1997
- Carelink 2001 *Kravspecifikation Videokonferenssystem*, Sverige, februar 2001
- CipherActive 2002 URL: <http://www.cipheractive.com/solutions/video.htm>.
- Comer 2000 Comer DE. *Internetworking with TCP/IP, Principles, Protocols and architectures*, Prentice Hall 2000
- Doze 1999 Doze S, Simpson J, Hailey D og Jacobs P. *Evaluation of a telepsychiatry pilot project*, Journal of Telemedicine and Telecare, Volume 5 no 1 1999.
- Furu 2002 *Etablering av IKT i læring til ansatte i pleie- og omsorgsektoren*. URL: <http://www.telemed.no/>
- Gammon 1996 Gammon D, Bergvik S, Bergmo T og Pedersen S. *Videoconferencing in psychiatry: a survey of use in northern Norway*, Journal of Telemedicine and Telecare, Volum 2 1996, side 192-198.
- Gammon 2002 Personlig kommunikasjon med D Gammon, NST, april 2002

- Gelber 1999 Gelber H og Alexander M. *An evaluation of an Australian videoconferencing project for child and adolescent telepsychiatry*. Journal of Telemedicine and Telecare, Volume 5, Supplement 1 1999.
- Haga 2002 Samtaler med D Haga, mars 2002
- Haugen 1999 Haugen A, Halvorsen TB, Aarset H, Ovrehus TA, Torp SH, Edna TH, Ruud S. *Telepatologi i Midt Norge*. Tidsskrift for den Norske Lægeforening, 119:355-8, januar 1999
- Hawker 1998 Hawker F, Kavanagh S, Yellowlees P og Kalucy R. *Telepsychiatry in South Australia*. Journal of Telemedicine and Telecare, Volume 4 no 4 1998.
- HIB 2002 URL: <http://home.hib.no/mediesenter/hoykom/resultat.htm>
- Ingvarsson 2002 Ingvarsson I, Moseng D. *Real-Time Teledermatologi in Norway*, Royal Society of Medicine Press, 2002
- ISO 2001 *Overview of the MPEG-7 Standard*. URL: <http://mpeg.telecomitalia.com/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm>
- IETF 2000 *Integrated Services (IntServ)*. (5. september 2000)
URL: <http://www.ietf.org/html.charters/intserv-charter.html>
- ITU-T H.261 ITU-T Recommendation H.261, *Video codec for audiovisual services at px64 kbps*, 1993
- ITU-T H.263 ITU-T Recommendation H.263, *Video coding for low bit rate communication*, 1996
- ITU-T H.320 ITU-T Recommendation H.320, *Narrow-band visual telephone systems and terminal equipment*, 1997
- ITU-T H.323 ITU-T Recommendation H.323, *Packet-Based Multimedia Communications Systems*, 2000
- Jacobsen 2001 Jacobsen H, Norum J, Bergmo T. *Født med bredbånd. En telemedisinsk tjeneste med bruk av bredbåndskommunikasjon mellom fødestue og sykehus*, Prosjektbeskrivelse og planer, 2001

- Karim 1999 Karim A. *H.323 and Associated Protocols*. URL:
<http://www.cis.ohio-state.edu/~jain/cis788-99/h323/>
- King 1999 King, et.al. *The Case for IPv6*, desember 1999.
- Lindberg 2002 Intervju med PC Lindberg NST, gjennomført av E Gjerdrum, februar 2002
- McLaren 1999 McLaren P, Mohammedali A, Riley A, Gaughran F. *Integrating interactive television-based psychiatric consultation into an urban community mental health service*, Journal of Telemedicine and Telecare , Volume 5 Supplement 1 1999.
- MNH 2002 Midt-Norsk Helsenett, april 2002. URL:
http://www.mnhelse.net/maler/spesial/visning/nyhetsarkiv/showarkivnyheter.cfm?nyhets_id=31
- Moore 2002 Moore S.K. *Extending Healthcare's Reach*, IEEE Spectrum, januar 2002
- Moseng 2000 Moseng D. *Teledermatologi – erfaringer fra Nord-Norge*, Tidsskrift for Den norske lægeforening, juni 2000
- NettKikk 2000 *NettKikk- Telemedisinsk kikkhullskirurgi i Midt-Norsk helsenett*. Sluttrapport HØYKOM, prosjektnummer 1003/240, 2000
- Nordrum 1991 Nordrum I, Engum B, Ericsson H, Finseth A, Kerasney M, Stalsberg H, Eide TJ. *Remote frozen section service. A telepathology project in Northern Norway*, Hum Pathol, s 514-518, 1991
- Nordrum 1998 Nordrum I. *Realtime Diagnosis in Telepathology*, 4th European Congress on Telepathology, Adv Clin Path, s 127 – 131, 1998
- Nordrum 2001 Nordrum I, foil fra foredrag, 2001
- Norum 2001 Norum J. *Strålebehandling og telemedisin (STRÅLT)*, <http://www.hoykom.no/>
- Norum 2002 Personlig kommunikasjon med J. Norum, mars 2002
- Nortel 1998 Nortel Networks, *IP QoS – A Bold New Network* (white paper)

Nybakk 2002	Personlig kommunikasjon med Nybakk S, april 2002
Otta 2002	Personlig kommunikasjon med J. Nakling, april 2002
Pereira 2000	Pereira F. <i>MPEG-4: Why, What, How and When?</i> URL: http://leonardo.telecomitalialab.com/icjfiles/mpeg-4_si/2-overview_paper/2-overview_paper.htm
RFC 2210	IETF RFC 2210. <i>The use of RSVP with IETF Integrated Services</i> . September 1997.
RFC 2211	IETF RFC 2211. <i>Specification of the Controlled-Load Network Element Service</i> . September 1997.
RFC 2212	IETF RFC 2212. <i>Specification of Guaranteed Quality of Service</i> . September 1997.
RFC 2475	IETF RFC 2475. <i>An Architecture for Differentiated Services</i> . Desember 1998.
RFC 2597	IETF RFC 2597. <i>Assured Forwarding PHB Group</i> . Juni 1999.
RFC 2598	IETF RFC 2598. <i>An Expedited Forwarding PHB</i> . Juni 1999.
Rhodes 2001	Rhodes J. <i>Videoconferencing for the Real World, Implementing Effective Visual Communications Systems</i> , Focal Press, 2001
Rinde 2000	Rinde E, Kileng F, Hartviksen G. <i>Teletelapraskopi – brukererfaringer</i> , FoU N 93, 2000
Rixheim 2002	Personlig kommunikasjon med Rixheim, AM Elektronikk, april 2002
Romslo 2001	Romslo I. <i>Fosterdiagnostikk i telemedisin ved hjelp av ultralyd</i> . Sluttrapport til Høykom, 2001
Schaphorst 1999	Schaphorst R. <i>Videoconferencing and Videotelephony Technology and Standards</i> , Artech House Inc, 1999
Si@ 2000	<i>Elektronisk samhandling i helse- og sosialsektoren</i> . Statlig tiltaksplan 2001-2003, 2000

Solala 2000	Solala T. <i>A Framework for Integrated Services over Diffserv Network</i> . November 2000. URL: http://www.cs.helsinki.fi/u/kraatika/Courses/QoS00a/solala.pdf
Stardust 1999	Stardust.com, <i>QoS Protocols and Architectures</i> (White Paper), 1999
Strand 2001	Strand S. <i>NettOpp – Desentral kirurgisk/endoskopisk poliklinikk på Oppdal</i> . Sluttrapport til Høykom, 2001.
Strømdal 2002	Møte med M Strømdal, UNINETT, mars 2002
Søylen 2002	Personlig kommunikasjon med A Søylen, april 2002
Toga 1998	Toga J, ElGebaly H. <i>Demystifying Multimedia Conferencing Over the Internet Using the H.323 Set of Standards</i> , 1998, URL: http://developer.intel.com/technology/itj/q21998/articles/art_4.htm
Unneland 2002	Personlig kommunikasjon med B. Unneland, Øst Norsk Helsennett, november 2002
Varfjell 2002	Personlig kommunikasjon med H. Varfjell, november 2002