



# Flerkanals multimedia over IP

Diplomoppgave  
ved  
sivilingeniørutdanning i  
informasjons- og kommunikasjonsteknologi

Av  
Audun Tømte Haugnes  
Høgskolen i Agder

Grimstad, Mai 2001



# Flerkanals multimedia over IP

**Nøkkelord:**  
**videokonferanse, IP, multimedia**



## Sammendrag

Denne diplomoppgaven tar for seg multimedia over IP ved bruk av videokonferanse. To møterom blir forsøkt innredet med høykapasitets videokonferanseutstyr med flere parallelle videokanaler. Ideen er å benytte disse til å øke den sosiale nærheten og unnvike kikkeshullseffekten, slik at man kan utnytte dette til å skape bedre rammer for kreativt samarbeid på tvers av lange distanser.

Vi diskuterer oppstilling av utstyr med bruk av et godt videokonferanseverktøy, måter å øke muligheten for øyekontakt og det å kunne henvende seg til den enkelte i et møte. Vi rapporterer enkelte brukererfaringer og lærdommer som kan brukes i videre arbeid, og problemer som oppstod.

Oppgaven favner over et vidt spekter av datakommunikasjonens forutsetninger og de teknologiske aspektene som er viktige for en sanntids multimediakonferanse, med blant annet en beskrivelse av kodinger av lyd og video.

Vi rapporterer hvordan videokonferanser har utviklet seg i markedet og enkelte bruksmønstre som har oppstått. For å sette arbeidet i lys av annen forskning er flere andre undersøkelser gjennomgått og diskutert. Så langt som det er funnet ut har ingen fokusert nettopp på dette området før.

Undersøkelsen konkluderer med at applikasjoner som tilbyr muligheter for flerkanals video og, spesielt, høyere kvalitet vil være et godt rammeverk for å øke nytten av slike konferanser.



## Forord

Dette er min diplomoppgave for sivilingeniør graden ved Høgskolen i Agder innen Informasjon og Kommunikasjons Teknologi utført i vårsemesteret 2001.

Jeg vil takke min veileder, studieleder ved Høgskolen i Agder for sivilingeniørutdanningen innen IKT, Lars Line, for god veiledning og oppfølging samt gode råd underveis.

Takker også Studio Apertura som sporty stilte opp med oppgaven og ble med på uttestingen av utstyr, og da spesielt Hans Tilset for medvirkende.

Grimstad, mai 2001

Audun Tømte Haugnes



# Innhold

## *Innholdsfortegnelse*

<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>III</b>
<b>FORORD</b> .....	<b>IV</b>
<b>INNHold</b> .....	<b>V</b>
INNHoldSFORTEGNELSE .....	V
FIGUR- OG TABELLISTE .....	VI
<b>1. INNLEDNING</b> .....	<b>1</b>
1.1 OPPBYGGING AV RAPPORTEN .....	1
1.2 FORDELER VED VIDEOKONFERANSE .....	2
<b>2. OPPGAVENS BAKGRUNN OG PROBLEMSTILLING</b> .....	<b>4</b>
2.1 OPPGAVEDEFINISJON.....	4
2.2 AVGRENSINGER AV OPPGAVEN OG MÅLFORMULERING.....	4
2.3 METODE .....	5
2.4 MOTIVASJON FOR VALG AV OPPGAVEN .....	5
<b>3. TEKNOLOGI, UTVIKLING OG STATUS</b> .....	<b>6</b>
3.1 HISTORIE RUNDT DATAKOMMUNIKASJON.....	6
3.2 STANDARDISERINGSORGAN.....	6
3.3 OSI, IP, IP, IP.....	7
3.4 HVA ER MULTIMEDIA?.....	12
3.5 VIDEOKONFERANSER; GENERELT OG HISTORIE .....	13
3.6 INNLEDNING TIL DE TEKNISKE DELENE.....	17
3.7 AUDIO .....	18
3.8 VIDEO .....	24
3.9 OPPSUMMERING .....	28
<b>4. TIDLIGERE FORSKNING PÅ OMRÅDET</b> .....	<b>29</b>
4.1 ”VIDEOKONFERANSER SOM DEL AV UNDERVISNINGSSOPPLEGG I FJERNUNDERVISNING” ..	29
4.2 ”LINKING PUBLIC SPACES: TECHNICAL AND SOCIAL ISSUES” .....	30
4.3 ”NEW FUNCTIONS FOR VIDEO” .....	32
4.4 “INTERFACES FOR MULTIPARTY VIDEOCONFERENCING” .....	34
4.5 ”FACE-TO-FACE GROUP WORK COMPARED TO REMOTE GROUP WORK WITH AND (..)”	35
4.6 OPPSUMMERING .....	37
<b>5. MARKED OG UTBREDELSE</b> .....	<b>39</b>
5.1 UTVIKLING OG BRUKSMØNSTER I BEDRIFTER .....	39
5.2 LØSNINGER .....	41
5.3 MULIGHETER FREMVER.....	42



<b>6. EKSPERIMENTELL SETTING</b> .....	<b>44</b>
6.1 INNLEDNING .....	44
6.2 TESTSETTING.....	46
6.3 PLAN FOR EKSPERIMENTELT OPPLEGG .....	50
6.4 BRUKERERFARINGER.....	60
6.5 VIDERE ARBEID .....	61
6.6 OPPSUMMERING AV FORSØKENE .....	62
<b>7. DISKUSJON</b> .....	<b>65</b>
7.1 HOVEDDISKUSJON .....	65
7.2 TILLEGGSDISKUSJONER .....	65
<b>8. KONKLUSJON OG OPPSUMMERING</b> .....	<b>68</b>
<b>9. REFERANSER</b> .....	<b>69</b>
<b>APPENDIX</b> .....	<b>71</b>

## **Figur- og tabelliste**

Figur 1 – OSI modellen.....	8
Figur 2 – TCP/IP protokollstakk .....	10
Figur 3 – H.323 arkitektur .....	15
Figur 4 – H.323 Protokollstakk .....	17
Figur 5 – Typiske steg i kompresjon.....	17
Figur 6 – Eksempel på PAM koding.....	21
Figur 7 – Bilde av TANDBERG 6000 .....	44
Figur 8 – Utseende på Multistudio i Grimstad med lyskilder .....	48
Figur 9 – Romoppsett Trondheim .....	49
Figur 10 – Oppsett av utstyr .....	51
Figur 11 – Lydrate.....	52
Figur 12 – Bilderate.....	54
Figur 13 – Eksempel på oppdeling av skjerm .....	56
Figur 14 – Oppsett 3.....	57
Figur 15 – Ønsket oppsett 4 .....	59
Figur 16 – Plassering av kamera og prosjektor .....	62
Figur 17 – Typisk bilde av en konferanse .....	64
Tabell 1 – Fordeler ved videokonferanser.....	2
Tabell 2 – Rekommandasjoner som støttes.....	14
Tabell 3 – ITU audio koding .....	21
Tabell 4 – MP3 koding.....	23
Tabell 5 – Oppløsning .....	26
Tabell 6 – Fordeler og bakdeler med ”PIP” .....	34
Tabell 7 – Sammenlikning av teknologier .....	64



# 1. Innledning

For å anskueliggjøre problemstillingen med enkle eksempler som de fleste kan kjenne seg igjen i, kan vi som en innledning relatere med et dagsaktuelt tema. "BigBrother" har vært en kjempesuksess på TV, her kan titterne velge tilnærmet hvilken kameravinkling som de ønsker å se på. Dette er en av grunnene til denne seriens suksess, man oppnår høy grad av nærhet til de som sitter der inne. Samme gjelder enkelte digitale TV-kanaler som tilbyr at man kan velge hvilken kameravinkling som det ønskes å se en fotballkamp eller et billøp fra. Man har i begge disse tilfellene også mulighet for flere parallelle videokanaler. Samtidig er det få som tenker på den teknologien som ligger bak slike storsatsninger. Denne oppgaven skal ikke handle om et dårlig TV-program, men parallellene til videokonferanse, som er oppgavens hovedkjerne, ligger likevel i luften.

Det har blitt lagt ned en enorm innsats og interesse i å bringe videokonferanser fremover, men denne interessen har begynt å kjølnes. Dagens situasjon er at det har oppstått en "de facto" standard som omtales som "6B". Dette refererer til det antallet ISDN-kanaler som benyttes. I de senere årene har potensialet med videokonferanseutstyr hullet mot utstyr som bruker IP.

Ettersom båndbredden på nettverk og hastigheten på maskiner øker, blir sanntids transmisjon av multimediapplikasjoner mer og mer realistisk. Dette åpner også muligheten for at man kan utnytte noe av dette for å øke den sosiale nærheten ved videokonferanser. Videokonferanser har til nå vært en kikkeshullsteknologi hvor man bare har fått en lite innsnitt av virkeligheten på den andre siden. Men ved å kunne ta i bruk flere kanaler og ha større kvalitet kan man øke scoopet for hva som kan oppleves.

Til tross for høyere båndbredde er det likevel behov for protokoller som håndterer koding og kompresjon av både lyd og bilde. Dersom man sender ukomprimert video ut på nettet behøves minst et 60 Mb/s-nett og det er ikke mange som har. Dette er problemer og teknologier som vi kommer tilbake til.

Vi er i en verden hvor samarbeid og informasjonsdeling er en viktig del av arbeidsdagen til folk flest. Kommunikasjonsteknologier slik som telefon og e-post er fortsatt viktige, men disse er lite dynamiske. Det man ønsker nå er sammensmelting av video, data og tale, som man samler under begrepet multimedia. Videokonferanser er spesielt egnet til alt dette, og i de senere årene har markedet for slike applikasjoner økt. Hovedgrunnen for at videokonferanser er i bruk er muligheten for å arrangere møter mellom steder som ligger spredt fra hverandre.

Denne rapporten vil ta for seg de mulighetene som ligger i flerkanals multimedia og spesielt fokusere på hvordan man kan øke den sosiale nærheten gjennom høyere kvalitet og ved at flere kanaler kan utnyttes.

## 1.1 Oppbygging av rapporten

Rapporten starter med en gjengivelse av oppgavetekst før den presiserer de enkelte emner i et kapittel om avgrensninger og metodedel. Videre går en inn på de fire hovedkapitlene, som gjenspeiler de fire hovedpunktene i oppgaveteksten.

1. Rapporten starter med en bred teknisk del. Som oppbygging til selve hovedpunktene vil dette kapittel gå inn på litt rundt forutsetningene for kommunikasjon, nemlig ved å



omtale standardisering og viktige standarder slik som OSI, IP, TCP, UDP og RTP. Deretter defineres multimedia og noen elementer rundt dette.

En av hovedkjernene i denne oppgaven er også de andre standardene som brukes ved videokonferanse, dette gjelder styringsprotokoller (H.320/H.323), videostandarder (MPEG, H.261/H.263) og audiostandarder (G-standardene). Disse blir delvis inngående forklart og diskutert.

2. Deretter følger en del med omtale av annen tidligere forskning på dette området, som og blir avsluttet med en liten konklusjon og diskusjon med henvisning til min oppgave, for å sette den i lys av annen forskning.
3. Hovedkapittel 5 ser på utviklingen i markedet og enkelte bruksmønstre som videokonferanser har fått, og en liten vurdering av fremtiden følger deretter.
4. Til slutt kommer en del med teknisk innføring og praktisk omtale av eget forsøk, dette toppes av elementet med diskusjonen rundt om hva flere videokanaler medfører for brukerne.

Rapporten avsluttes med et kapittel med diskusjon og konklusjoner.

Rapporten bygger delvis på samme oppbygging som [Hegge], men har en annen vinkling. [Hegge] tok for seg hvordan IPv6 vil kunne implementeres og brukes i videokonferanser og implementering av "awareness".

## 1.2 Fordeler ved videokonferanse

Det basale er at videokonferanser, dersom de fungerer etter hensikten, kan redusere betydningen (ulempen) av avstand mellom medarbeidere. Effekten kan være kostnadsreduksjon, effektivisering og mulighet for å samarbeide med personer som en ellers ikke ville hatt mulighet for å arbeide tett sammen med. I følge [Schaphorst] vil fordelene ved videokonferansering være mange, og vi vil her liste opp enkelte av disse her:

Tabell 1 – Fordeler ved videokonferanser

<u>Raskere beslutninger</u>	Siden videokonferanser kan bli opprettet like lett som et vanlig møte, kan folk som sitter langt fra hverandre lett komme sammen for å dele ideer og diskutere løsninger. Det er ingen forsinkelse i beslutningstakingen, da ingen behøver å lete langt i kalenderen for å finne en tid for å reise og møtes. Dette vil også være en fordel når uventede situasjoner oppstår og det er behov for å møtes raskt.
<u>Bedre beslutningstaking</u>	Fordi det ikke er noen økte utgifter for ekstra deltakere, kan en konferanse involverer alle de som bedriver et prosjekt. Hvis man skulle ha reist, ville dette kanskje ikke vært mulig på grunn av de høye kostnadene som det skulle innebære. Videokonferanse muliggjør at også andre informasjonskilder kan med trekkes inn og at folk kan møte opp som om det skulle være et "in house" møte, som vil virke positivt.





<u>Reduserte reiseutgifter</u>	Det er en enklere verdi å måle. Mange kostnader kommer som følge av offisielle representasjonsreiser: arbeidsgiveren må betale for transport til flyplassene, leiebil og drosje. Noen reiser innebærer at man må overnatte på hotell, og nesten alle reiser innebærer kostnader ved måltider, og selvsagt kommer en dyr flybillett i tillegg. Arbeidsreiser får sjelden rabatt da de gjerne innebærer reising i ukedagene og må betales på forhånd.
<u>Flere møter</u>	Ved bruk av videokonferanseutstyr vil det bli mulig å gjennomføre flere møter enn det som ville være vanlig. Flere møter kan medføre høyere kvalitet på resultatene og raskere slutføring.
<u>Økt arbeidssikkerhet</u>	En hver form for reising medfører risiko. Videokonferanse vil eliminere denne risikoen.
<u>Effektiv bruk av nøkkelpersonell</u>	En av fordelene som videokonferanser bringer med seg er at nøkkelpersonell kan befinne seg på to steder samtidig. Et eksempel på dette er hvis en konsulent skal gjennomføre et møte i Europa først en dag, men samtidig må være tilstede på et møte i Japan samme dag, er det kun med videokonferanse at dette er mulig.
<u>Bedre organiserte og produktive møter</u>	På mange måter vil det som oppnås ved bruk av videokonferanse fremfor "face-to-face"-møter være mer disiplinert, fordi det vil oppstå færre avbrytelser og bedre tidsbruk. En grunn til dette, er at videokonferanser er tidsbestemt til avtalt tid og denne kan ofte ikke brytes.



## 2. Oppgavens bakgrunn og problemstilling

### 2.1 Oppgavedefinisjon

Den opprinnelige oppgavedefinisjonen lød: ”Videokonferanser blir i dag mer og mer utbredt og det har etablert seg en ”de facto” standard med ”6B” video og audio. Det blir også mer og mer vanlig å supplere videokonferanse med andre tjenester, eksempelvis skjermdeling av PC. Teknologien må fremdeles beskrives som ”kikkehullsteknologi” hvor en får et lite utsnitt av handlingen på den andre siden.

*Ideen med oppgaven er å undersøke om ny teknologi med vesentlig økt båndbredde og rimeligere terminalutstyr (PC/kamera) kan gi et rikere inntrykk av hendelsene på den andre siden og derved bedre følelse av sosial nærhet og høyere opplevd utbytte. Oppgaven skal i vid forstand beskrive og drøfte teknologiske aspekter rundt sanntids multimediakonferanser. Gi en oversikt over forskning rundt bruk av videokonferanser. Utbredelse, utvikling i markedet og etablerte bruksmønstre bør også undersøkes.*

*Så langt som mulig vil en søke å etablere en eksperimentell setting med flere videokanaler og støttetjenester. Hvis så, skal teknologiske og operative aspekter rapporteres. Brukerundersøkelser bør spesielt fokusere på opplevd nytte av høyere videokvalitet og flere videokanaler.”*

### 2.2 Avgrensinger av oppgaven og målformulering

I forbindelse med de tekniske undersøkelsene opplevde vi problemer med utstyret som var under test, visse ting fungerte ikke som vi hadde ønsket, dette kommer vi tilbake til i kapitlet rundt dette. Men på bakgrunn av disse problemene har det ikke vært mulig å gjennomføre systematiske brukerundersøkelser som spesifikasjonen har lagt opp til. Dette er beklagelig. Men det var lite hensiktsmessig å innhente eksterne personer som kunne delta i brukerundersøkelsene, derfor ble dette basert på uttesterens erfaring. Disse avgrensningene ble avklart med oppgavens veileder.

Prosjektet hadde også avgrensninger i form av hvilke kostnadsrammer som kunne brukes ved uttestingen. Samtidig ble oppgaven gjennomført i løpet av en begrenset tidsperiode slik at dette har også vært en avgrensende faktor.

Mye av materialet som er utgangspunkt for denne oppgaven er teknologi som er i stadig omskifting, man må derfor vurdere relevansen av denne oppgaven hvis den leses lang tid etter den ble laget.

Målet for denne oppgaven er et selvstendig arbeid innen et sentralt fagområde i studiet ved sivilingeniørutdanningen. Arbeidet skal ha preg av forskning. Det vil si at oppgaven må ha elementer av ny kunnskap eller nye metoder. Målet med selve hovedkjernen i oppgaven er å undersøke tekniske sider rundt videokonferanse og ikke minst vurdere hvilken virkning, om noen, flere videokanaler og bedre kvalitet har.



## 2.3 Metode

Metoden som er benyttet for å løse denne oppgaven bygger på litteratursøk i forkant av arbeidet for å bygge opp kjennskap til den tekniske siden, samt å få et godt innblikk i de undersøkelser som andre tidligere har utført på dette området. For å få innblikk i bruksmønstre var tanken å gjennomføre egne undersøkelser i noen utvalgte firmaer, men dette ble fulgt opp med undersøkelser andre har gjennomført. Gjennomføringen av den tekniske delen av oppgaven har blitt oppnådd ved at vi har satt opp to testlaboratorier, hvor det har blitt gjennomført både tekniske undersøkelser og enkle bruksundersøkelser.

Under prosjektperioden har det blitt gjennomført kontinuerlig møter og seg hør og bør er en del av disse foretatt over forskjellige medium, også ved hjelp av videokonferanse.

## 2.4 Motivasjon for valg av oppgaven

Valget av oppgave bygger i hovedsak på disse forholdene:

1. Etter å ha gjennomført en langvarig og tidkrevende prosess i forhold til å skaffe en oppgave gjennom en ekstern kontakt, falt valget ned på denne delvis interne oppgaven. Men siden den inneholdt store elementer av kontakt med eksternt firma, Studio Apertura, var dette et positivt trekk.
2. Oppgaven er basert på spennende og ny teknologi som ga stor grad for mulighet både til å bringe inn eksisterende kunnskaper samt gjennomføre en grad av ”nybryting”.
3. I forbindelse med faget IKT4200 Koordineringsteknologi gjennomførte vi et prosjekt med Microsoft Exchange Conferencing Server, og dette prosjektet inspirerte meg til å gå i gang med denne oppgaven.

I alt var både teamet og spesifikasjonen meget interessant, og jeg har ikke følt at jeg har gjort et feil valg i løpet av prosjektperioden.

### 2.4.1 Studio Apertura

Studio Apertura skisserte den opprinnelige ideen for oppgaven og har vært delaktig i prosessen gjennom oppgavens gang og ikke minst under uttestingsperioden.

Studio Apertura er et tverrfaglig program ved NTNU etablert for perioden 1998-2002.

Programmet fokuserer på kunnskapsarbeid, kunnskapsvekst, nye organisasjonsformer, "virtuelle" organisasjoner, samspillsteknologi (IKT), og hvordan vi kan praktisere egen kunnskap.

Med kunnskapsarbeid tenker de på prosesser hvor tanker, ideer og mentale konstruksjoner er viktigere enn bolter, muttere, energi og materie. Samtidig vil de se sammenhengene mellom den åndelige og den materielle verden, derav navnet Apertura: ”åpning”.

Studio Apertura er en arena for samarbeid mellom universitetet og næringsliv for utvikling og anvendelse av "kunnskap om kunnskapsarbeid" [Apertura].



### 3. Teknologi, utvikling og status

Dette kapitlet trekker frem noen av de forutsetningene som ligger i datakommunikasjonsteorien. Internett protokollen, IP, har gjort at man på et enkelt sett kan sette opp nettverk og dermed konferanser. I dag benyttes gjerne TCP/IP- eller UDP-nettverk til dette. Det har også blitt utviklet egne standarder for konferanser over nettet, men siden man benytter IP kan ikke "Quality of Service"- QoS – tjeneste kvalitet garanteres. Den mest brukte standarden går under betegnelsen H.323. ISDN vil som kjent gi større grad av QoS, som en del av det vanlige telefonnettet. Men IP har gjort at det er mulig å produsere enklere og billigere videokonferanseutstyr, noen som har gjort at brukeren kan gå vekk fra kostbart ISDN-utstyr. ISDN medfører i første rekke store telefonregninger, siden man må benytte mange kanaler/linjer for å holde en konferanse, og dette blir dyrt i lengden.

Dette kapitlet tar naturlig utgangspunkt i teorien rundt TCP/IP, for å se nærmere på de forutsetninger som ligger i dette.

#### 3.1 Historie rundt datakommunikasjon

Internett har gjort at verdenen kommer sammen, tiden da all informasjon ble lagt på en PC er over – Informasjonen blir delt med andre. I dag er nesten alle typer bedrifter på nett, og nettet blir en naturlig og viktig del av arbeidsdagen for de ansatte. Det er der man finner informasjon om kunder og partnere, og mye av vekstmulighetene ligger. Helt siden Internetts begynnelse oppdaget folk muligheten som lå i at man kunne dele informasjon med andre gjennom elektronisk post (mail) og gjennom nyhetsgrupper (news). Men med dette lå det også mange hindringer for at folk kunne kommunisere i realtime med andre. Mange problemer lå også i selve programvaren og i datamaskinene som ble brukt, men det fremste problemet lå i at man ikke hadde en felles standard å følge etter. Det ble derfor utviklet mange kommunikasjonsprotokoller, både proprietære og åpne. De proprietære var i hovedsak styrt av en leverandør og støttet bare egne plattformer. Eksempler på dette var IBMs ONA og DEC's DECNET [Hegge]. Disse løsningene var komplekse og ga ikke håp for samarbeid, slik at man ville ha åpne standarder. Dette var utgangspunktet for de kjente modellene OSI og TCP/IP.

#### 3.2 Standardiseringsorgan

Det er klart at standarder har vært fundamentale for å få en effektiv kommunikasjonshverdag. Samspill mellom programmer og maskinvare har ikke alltid vært en selvfølge, så det ble opprettet flere standardiseringsorgan for å ta seg av dette. Disse organene er internasjonale, noen styrt av FN, andre av internasjonale grupper, fordi man ikke ønsket at det skulle opereres med forskjellige standarder i f.eks. USA og Europa. Problemet har vært at mange leverandører i de ulike land har laget sin egen måte å gjøre ting på, noe som blir nært knyttet til egen programvare. For å sikre fri konkurranse må utstyret standardiseres slik at det fungerer uavhengig av leverandør.

I videokonferanseverdenen var det også lenge problemer med proprietære løsninger, som trolig var en av årsakene til at det gikk lang tid før utviklingen skjøt fart.

Det er mange forskjellige standardiseringsorgan, vi nevner: ITU, ISO, IEEE (*Institute of Electronics and Electrical Engineers*), IETF/IAB (*Internet Engineering Task Force/Internet*



*Architecture Board* – styrer bla. med RFC dokumenter), ESTI (*European Telecommunication Standardising Institutes*) og mange flere. Vi tar for oss de to viktigste.

### 3.2.1 ITU

ITU (*International Telecommunication Union*) er en global organisasjon hvor statlige og private selskaper samarbeider for å lage standarder som skal styre utstyrsleverandører til å lage utstyr som kan brukes på tvers av fabrikat. ITU ble opprettet av FN, og er nå en av dets spesialkommisjoner, for å fremme samarbeid innen telekommunikasjon. ITU styrer blant annet bruken av radiofrekvenser, slik at ingen kan lage utstyr som ødelegger for andre. Siden ITU har så mange oppgaver er det delt i tre hoveddeler, hvorav ITU-T (Telecommunication) har ansvaret for standardene innen datakommunikasjon. ITU-T's hovedmål er å adaptere, distribuere og følge opp standardiseringen for telekommunikasjon på verdensbasis [Hjelle].

### 3.2.2 ISO

ISO (*International Standard Organization*) er en verdensomspennende føderasjon av nasjonale standardiseringsorgan i mer enn 100 land. Hovedmålet for ISO er å tilrettelegge for utviklingen av standardisering og relaterte aktiviteter i verden. ISO ble opprettet i 1946, og ISO's arbeid resulterer i internasjonale avtaler, som blir skrevet ned som internasjonale standarder [Schaphorst].

## 3.3 OSI, IP, IP, IP...

OSI referansemodell – danner alltid et godt utgangspunkt. Utgangspunktet for oppgaven er videokonferanse over IP, rapporten kommer derfor inn på dette.

### 3.3.1 Hva er OSI?

OSI står for *Open Systems Interconnection*. Dette er en standard for hvordan nettverk-kommunikasjon kan foregå. Standarden ble definert av ISO i 1984 og gjelder fremdeles den dag i dag. OSI-standarden er en såkalt ”åpen standard”. Med dette menes at standarden er åpent tilgjengelig for alle som vil benytte den, i motsetning til en lukket standard der en må ha lisens for å produsere produktet. Et eksempel på åpen og lukket standard i dataverdenen er PC og Macintosh. PC er en åpen standard fra IBM, og dette har gjort den meget populær. Macintosh er en lukket standard og er derfor både dyrere og mindre utbredt. Før OSI-standarden ble vedtatt, hadde hver produsent sin standard. Dette førte til store vanskeligheter ved bytte av nett eller ved sammenknytting av flere ulike nett. Dessuten var det ingen konkurranse om de samme produktene. Dermed ble nettverk dyrt og forbeholdt de store, sterke bedriftene. Det finnes selvsagt ingen regler uten unntak, og OSI-modellen blir ikke slavisk fulgt i alle nettverksstandarder. Men modellen blir ofte benyttet som referansemodell og det er derfor den danner et godt utgangspunkt i denne sammenheng.

### 3.3.2 Hovedoppbyggingen av OSI-modellen

Lag 7 - Applikasjonslaget
Lag 6 - Presentasjonslaget
Lag 5 - Sesjonslaget
Lag 4 - Transportlaget
Lag 3 - Nettverkslaget
Lag 2 - Datalink laget
Lag 1 - Fysiske laget

Figur 1 – OSI modellen

OSI-modellen består av syv logiske lag. De tre øverste lagene beskriver tjenester og programmer i nettverket, de fire andre beskriver nettverket og hvordan dataene skal transporteres.

#### Lag 1: Det fysiske laget

Denne delen av OSI-modellen går på den fysiske delen av nettverket og da på de elektriske og mekaniske delene. Det fysiske laget beskriver hvordan dataene skal sendes over mediet, hvordan de fysiske koblingene skal være og hvilken hastighet dataene skal sendes med.

#### Lag 2: Datalink – laget

Datalinklaget tar seg av dataene som kommer inn til maskinen via det fysiske laget. Laget forbereder også dataene for sending. Datalinklaget styrer også av hvem som har lov til å sende, slik som i et Token Ring der bare en kan sende data om gangen.

#### Lag 3: Nettverkslaget

I nettverkslaget blir forsendelsesmåten bestemt. I et lite lokalnettverk vil ofte dataene bli sendt til samtlige maskiner, mens i et større nettverk vil dette ikke gå. Ved Internettbruk er det nettverkslaget som finner ut hvilke linjer som er de raskeste og dermed hvilke linjer som er mest lønnsomme å bruke. Dette vil også nettverkslaget gjøre i større nettverk, såkalte WAN. Nettverkslaget adresserer dataene for sending gjennom flere nettverk. I Datalinklaget blir dataene bare adressert for sending innen et nettverk. Nettverkslaget holder også styr på hvor mye data som blir sendt og hvor mye som blir mottatt. Dette er viktig i nettverk hvor brukeren betaler for mengden av data som blir sendt. Nettverkslaget skal kort og godt opprette, vedlikeholde og avslutte en sending.

#### Lag 4: Transportlaget

Transportlaget ligger som et bindeledd mellom de tre øverste og de tre nederste leddene. Dette laget sjekker at alle dataene kommer frem og at ingen beskjedder har blitt duplisert på veien frem til mottaker. Data som blir sendt i nettverk blir ofte delt opp i pakker før det blir sendt til mottaker. Transportlaget sjekker at alle disse pakkene er kommet frem. Dersom en sending ikke blir godkjent, ber transportlaget om at dataene skal sendes på nytt.



### Lag 5: Sesjonslaget

Sesjonslaget passer på at det er en akseptabel forbindelse mellom maskinen det sendes fra og maskinen det skal sendes til. Flere ting kan stå i veien for en forsendelse av data. F.eks. at mottakermaskinen er opptatt, ikke eksisterer, har en feil og nekter å motta data eller at dataforbindelsen er for dårlig til at data kan sendes uten at det oppstår feil. Etter at kommunikasjonen har startet, vil sesjonslaget overvåke forsendelsen og forsøke å redde data dersom feil oppstår under sending. Dette laget setter også opp ”reglene” for forsendelse av data mellom maskinene.

### Lag 6: Presentasjonslaget

Dette laget formaterer data til en felles standard før forsendelse og formaterer dataene før visning på mottakermaskinen. For eksempel vil dato bli formatert. Dersom data som inneholder dato skal bli sendt fra USA til Norge, vil måten datoen presenteres på, være forskjellig for disse to landene. I USA blir måneden oppgitt først (mm/dd/yy), mens i Norge er det dagen som oppgis først (dd/mm/yy). Presentasjonslaget vil i dette tilfelle formatere datoen på avsendermaskinen før den sendes videre til mottakermaskinen. I presentasjonslaget foregår også kryptering/dekryptering og komprimering/dekomprimering, som vi kommer tilbake til i kodingen av f.eks. video.

### Lag 7: Applikasjonslaget

Applikasjonslaget er tilknyttet de applikasjonene som brukeren benytter for å sende og motta data. Dette laget bestemmer hvordan applikasjonene skal knyttes til nettverket og kommunisere med dette. Et eksempel er en internettbrowser. Standardene bestemmer hva som skal skje når en bruker f.eks. velger en link på en hjemmeside. En standard i applikasjonslaget er html-standardene for websider.

Det overstående er hentet fra [Anderspm].

## 3.3.3 TCP/IP

TCP/IP er en av de vanligste protokollene som dukker opp når vi snakker om Internett. Forkortelsen er todelt og TCP står for *Transmission Control Protocol* mens IP står for *Internet Protocol*. TCP/IP er et samlenavn for disse to. Det er viktig å vite at TCP ikke kan fungere uten IP, mens IP fungerer uten TCP.

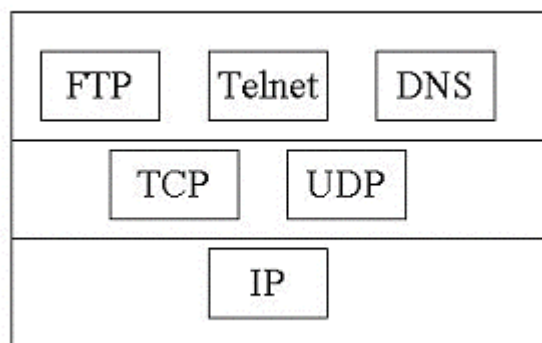
TCP/IP protokollene kom som et resultat av *Defense Data Network*, som ønsket å lage et nettverk som kunne overleve atomkrig [Tanenbaum].

*Internet Protocol* er, som navnet sier, den protokollen som brukes på Internett. Alle som skal bruke nettet må ha en IP-adresse. En IP-adresse består av 4 bytes (32 bits) som deles med punktum mellom hver byte. Den vises enten på desimalform 128.39.202.102 eller på binærform eks. 10011110.00100100.00100100.01101000. All informasjon som sendes på nettet sendes ved hjelp av denne protokolltypen. Protokollen sier at informasjon sendes som pakker. Hver pakke skal være stemplet med avsender, mottaker, type fil og innholdet av pakken. Avsender- og mottakerfeltene forteller hvilke datamaskiner denne pakken skal til og fra, og typen forteller hva datamaskinen skal gjøre med pakken. En fil som man sender blir delt opp i flere IP-pakker. Disse blir sendt over nettet, uavhengig av hverandre. Når de kommer frem til mottaker kan det hende at f.eks. pakke nr. 1, kommer etter pakke nr. 2. Det fører til problemer når de skal settes sammen, og det er der TCP kommer inn. IPv4 (IP

versjon nummer 4) er i bruk i dag, men IPv6 er den som kommer til å bli brukt i fremtiden. Hovedproblemet med IPv4 er at det ikke finnes nok mulige IP-adresser til å dekke behovet fremover. I tillegg finnes det et så stort antall domener og subdomener at routingen har blitt ineffektiv. Den nye IP-versjonen vil også få bedre støtte for multimedia.

Den pakketypen som brukes mest på Internettet er TCP. Det er fordi TCP tilbyr en del tjenester i tillegg til de IP gir. For det første kan man spesifisere hvilket program som skal ha pakken. For eksempel kan man sende direkte til det programmet som tar imot elektronisk post. Eller det programmet som håndterer fjerninnlogging (Telnet). For det andre forteller TCP senderen når pakken kom frem, slik at sender kan være sikker på at pakken er mottatt. TCP forventer nemlig at mottakeren sender et svar tilbake. Hvis dette ikke blir gjort innenfor en hvis tidsfrist, vil pakken bli sendt på nytt.

For det tredje sørger TCP for at pakkene nummereres slik at man vet hva som er den første pakken, den andre pakken osv. Dette gjøres ved at TCP genererer en sjekksum, som kontrolleres av mottaker. Har det oppstått en feil underveis vil denne sjekksommen være feil og pakkene må sendes på nytt. TCP har også full dupleks forbindelse, noe som betyr at data kan sendes mellom avsender og mottaker samtidig.



Figur 2 – TCP/IP protokollstakk

### 3.3.4 UDP

UDP (*User Datagram Protocol*) er et alternativ til TCP. For eksempel benytter den kjente RealPlayer spilleren seg av denne protokollen. UDP har droppet TCP sin feilkorleksjon og tillater at pakker kastes hvis de kommer for sent eller om de er skadet. Hvis dette skjer vil det høres eller sees som et bitbortfall som oppleves som lyden eller bildet blir borte en kort tid, men streaming vil fortsatt skje. Selv med mulighetene for at det kan skje bitbortfall, er denne metoden mye bedre for et kontinuerlig media enn hva det TCP tilbyr. Det ville selvsagt være lite hensiktsmessig med retransmisjon av direkte lyd eller video.

### 3.3.5 IP Multicast

Multicast er en metode som Internett tilbyr for å transportere data til en gruppe av mottakere, og brukes mye til sanntids multimedia. Med Multicast sendes informasjonen bare en gang over hver del av nettet. Med broadcasting sendes informasjonen også bare en gang, men da med alle maskiner som mottakere. Tidligere måtte man sende informasjon til en og en bruker av gangen når informasjonen hadde flere mottakere (unicast). Multicast kan derfor gi en betydelig redusert belastning av nettet.





IP Multicast er altså en utvidelse av IP for effektivt å distribuere data mange-til-mange på Internett. Sendere og mottakere som ønsker å være med i en Multicastgruppe, kan melde seg på ved å benytte IGMP (*Internet Group Multicast Protocol*), som er en kontrollprotokoll for Multicastgrupper [Hegge]. Denne protokollen brukes for å fortelle ruterne på et lokalnett at en av brukerne ønsker å motta pakker som blir sendt til en bestemt Multicast adresse.

IP Multicast adressering er en gruppe-adresse som tillater sending av data til en gruppe individuelle arbeidsstasjoner. Av disse er noen reservert til sanntids multimedia. Multicast adressen har samme form som en vanlig Internett adresse. Avsender sender sin informasjon til denne adressen, og dataene rutes på MBone til de som er medlemmer av gruppen. MBone er en forkortelse for *Multicast Backbone*, og har eksistert siden begynnelsen av 1992. Det oppstod i forbindelse med IETFs eksperimentering med Multicasting av lyd og video. MBone er en samling lokalnett knyttet sammen ved hjelp av Multicast rutere. Dette er et virtuelt nettverk på "toppen" av Internett, og benyttes for å sende video, lyd og delt arbeidsflate mellom flere arbeidsstasjoner. Multicast er en ny teknologi, og er ikke fullt integrert over hele Internett. Stadig flere rutere får støtte for Multicast, men mange vanlige Internett rutere har det ikke ennå. MBone består av "Multicast rutere" (*mrouters*) og "tunneler" mellom ruterne. I IP Multicast blir gruppen identifisert av en egen IP-adresse (gruppeadressen) og det er derfor ikke nødvendig for brukerne å vite om de andre brukerne. En annen fordel er at ingen av partene trenger å bekymre over topologien i nettverket, dette tar ruterne seg av. IP Multicast er også skalerbart, siden informasjonen om gruppens medlemmer og endringer i gruppestrukturen kun berører de relevante ruterne [Hegge].

IP Multicast er en viktig standard som har kommet for videokonferanser med mer enn to deltakere, siden den øker effektiviteten og gjør distribueringen av data bedre. I en slik konferanse må hver deltaker få all data. Hvis man ikke har Multicast vil hver deltaker i en slik konferanse måtte ha en forbindelse til hver av de andre deltakere, og dette medfører at all data blir transportert over det samme nettet flere ganger. Med Multicasting blir dette mer effektivt. Man slipper også behovet for en sentralisert tjener, som tidligere har vært en flaskehals i slike systemer.

### 3.3.6 RTP

*Real Time Protocol*, RTP, tilbyr ende-til-ende transporttjeneste for overføring av multimediatrafikk [Peterson et al]. RTP som er utviklet av IETF og er mest brukt til multimediatelefoner, men har også andre bruksområder. RTP består av en data- og kontrollidel som blir kalt RTCP (*Real-time Transport Control Protocol*). RTP er protokollen for sanntidsoverføring av datapakker, mens RTCP er altså en kontrollprotokoll for å kontrollere tjenestekvaliteten og for å distribuere kontrollinformasjon til alle deltakere. Disse protokollene gir støtte for realtime konferanser av alle typer størrelser på Internett. Denne støtten inkluderer også muligheten for å rute informasjon mellom Multicast og unicast adresser. Ingen av de kjente videokodene støtter ennå RTP, dette skyldes at den er relativ ny teknologi, og fordi den er laget for å sende over UDP. Protokollen er utviklet for å kjøres over høykapasitetslinjer, og vil da gi en mer effektiv streaming enn hva UDP alene tilbyr. Det er forventet at RTP blir med i de kjente streaming kodene, som kommer til å bli brukt på MBone.



### 3.4 Hva er multimedia?

Oppgavens tittel henspiller på multimedia, da er det viktig å vite hva multimedia egentlig er. Få datauttrykk er vel mer misbrukt enn multimedia de senere årene. En videokonferanse kan kalles en multimedia applikasjon. Denne typen applikasjoner er blitt mer og mer vanlige siden maskinvaren hos endebrukerne har blitt standardisert med audio- og videomuligheter. Hva er så multimedia? I følge [Steinmetz et al.] har man ikke kunne enes om en definisjon som følge av at begrepet er så nytt.

Multimedia er typisk et ord som kan bety alt eller ingenting. Det er derfor viktig å sette klare regler for hva som er hva i vår kontekst. Tradisjonelt vil en bruker ta i bruk ordet multimedia om presentasjon av informasjon både ved hjelp av video, lyd, bilde og tekst. Ut ifra ordboken betyr *multi* mange og *media* en mellomliggende substans, noe transporteres gjennom. Medium vil da her være bilde, tekst, grafikk, tale, vann eller atmosfære.

For å klassifisere multimedia i kontekst av informasjonsteknologi, er det vanlig å klassifisere multimedia som en kombinasjon av to eller flere kontinuerlige mediaer. Kontinuerlige mediaer vil typisk ”spilles” av innen en hvis periode. Derfor kan man ikke anse aviser som et kontinuerlig media, selv om det inneholder både tekst og grafikk, men disse mediatypene er ikke kontinuerlige siden de ikke er avhengige av tid. TV er et annet media som er multimedia, men har liten evne til interaksjon. Kommunikasjon går bare en vei. Vi ender derfor opp med denne definisjonen av multimedia:

*Multimedia – flere kontinuerlige media, for eksempel lyd eller video som formidles over et felles medium.*

Definisjonen er hentet fra [Hegge].

#### 3.4.1 Mer om multimedia

Som vi har sett finnes det flere typer multimedia: tekst, grafikk, bilder, animasjoner, video og lyd er alle eksempler på dette. En typisk applikasjon hvor mye av dette er til stede er i videokonferanser. Vi kaller det et distribuert multimediasystem når man kobler sammen to systemer via et nettverk.

Informasjonen som oversendes slike nett, er delt opp i pakker (når vi bruker IP), og overføres dermed fra et sted til et annet, dette kalles en datastrøm [Steinmetz et al.]. Disse datastrømmene kan være av forskjellig type, vi skiller mellom asynkrone, synkrone og isokrone. De asynkrone kan være e-post og filoverføring, siden dette er data som ikke er tidsavhengige. Dette vil også si at asynkrone datastrømmer ikke kan garantere noe tidskrav. Synkrone datastrømmer har et bestemt tidskrav, applikasjoner for video og lyd i sanntid vil være synkrone. Isokrone datastrømmer har vise grenser for hvor stor forsinkelsen kan være, altså en øvre og nedre grense på ende-til-ende forsinkelse. Internett bruker pakkebaserte transportsystemer, hvor det ikke direkte finnes garantier for at alle pakkene kommer frem, da kan man heller ikke kreve isokrone eller synkrone forbindelser.

#### 3.4.2 Sanntid

Oppgaven spiller også litt på sanntid (realtime). Hva er så sanntid? Sanntidsdata på Internett defineres som datapakker som er følsomme for forsinkelse [Peterson et al.]. Tale og video er



applikasjoner som er et godt eksempel på følsomhet, men det kan også være slik som en kommando som sendes til en robotarm, så at den ikke kolliderer med noe før kommandoen har kommet over. Ikke-sanntids applikasjoner kan bruke retransmisjon for å garantere at dataene kommer frem korrekt, men dette er ikke mulig ved realtime. Retransmisjon ville kun ha gitt en ekstra stor forsinkelse. For å oppnå sanntid må hele nettet være samarbeidene og ikke bare endebrukerne, spesielt viktig er det at ruterene i nettet er riktig konfigurert for dette. Vi kan si at rutere som er hardt belastet vil senke kvaliteten på tjenestene som skal tilbys.

Problemet med multimedia applikasjoner som overføres i sanntid er jitter. Jitter er endring eller variasjon i forsinkelse. Multimeditrafikk ønsker lavest mulig jitter, som tilsier en jevn strøm av pakker fra endepunkt til endepunkt [Hegge].

Problemene rundt sanntid ligger ikke bare i nettet. I videokonferanser innføres det forsinkelser også andre steder. Kameraer er eksempler på dette, fra bildet blir ”oppfattet” til det blir sendt ut over nettet har det gått en viss tid. Bildet skal gjennom flere prosesser med digitalisering og koding. Så i utgangspunktet er det innført forsinkelse før bildet blir sendt ut på nettet. Viktig er det at man ikke øker denne forsinkelsen med kodingen, og at pakkene blir sendt hurtig frem til mottaker.

### **3.5 Videokonferanser; generelt og historie**

Videokonferanser oppstod først på 1980-tallet [Fluckinger], og det ble da brukt dedikerte linjer som forbandt to steder. Men de tidligste årene med videokonferanse innebar også mange problemer. Det fantes ingen felles standard som ble brukt av utstyrsleverandørene. Resultatet var at man fikk proprietære løsninger og at ikke noe utstyr passet sammen.

Interessen for videokonferanser økte når ITU i 1990 kom frem til standarden som fikk navnet H.320. Denne standarden ble laget for sending av video over ISDN-linjer. Når utstyrsleverandørene begynte å ta i bruk denne, kunne brukerne ta kontakt med andre brukere som også hadde H.320 kompatibelt utstyr, altså uavhengig av leverandør. Standarden hadde også til hensikt å senke kostnadene på terminaler, som på den tiden var svært dyrt [Hegge].

Definisjonen på videokonferanser kan være betegnelse som brukes på toveis lyd- og bildekommunikasjon mellom to eller flere parter, tilknyttet geografiske adskilte konferansestudioer [Jakobsen et al.]. Deltakerene kan både se og høre hverandre og kommunikasjonen foregår via kameraer, mikrofoner, skjerm og høyttalere. Ulike typer tilleggsutstyr kan brukes sammen med videokonferanseutstyret, slik som dokumentkamera, videospiller eller PC. Standard videokonferansesystemer går under betegnelsen romsystemer, og skiller seg fra desktop videokonferansesystem. Forskjellen på disse kommer vi tilbake til.

I Norge har videokonferanser blitt brukt i lang tid. Telenor (tidligere Televerket) tok allerede i 1983 i bruk dette under betegnelsen ”Fjernsynsmøter” [Jakobsen et al.]. I tillegg er TANDBERG en av de største leverandørene av slik utstyr i verden. TANDBERG er opprinnelig et norsk firma. Nå har mange firmaer og undervisningssteder investert i slikt utstyr, og de fleste større bedrifter har gjerne flere slike videokonferanserom. Men de fleste slike systemene gjør bruk av ISDN og ikke IP. Likevel er dette en av kommunikasjons-teknologiene som er i bruk, selv om det ikke når nivåer slik som elektronisk post og telefonsamtaler. Det har også vært store variasjoner i hvilken grad ulike bedrifter har implementert og tatt denne teknologien i bruk. Vi kommer tilbake til dette mer i kapittelet om marked {henvisning: kapittel 5}.



Når ITU's H.323 standard kom i 1996 fikk man for første gang en protokoll som støttet pakkebaserte, vanlige datanett. Men likevel har dette ikke tatt av, noe av dette skyldes båndbreddebehovet som behøves. H.320 og H.323 er mer utdypet senere i dette kapitlet. Like viktig som disse protokollene har utviklingen av en felles bildeformatstandard for videokonferanser vært. H.261 og H.263 er noen av disse standardene {henvisning kapittel 3.7.3}. De kjente Mbone verktøyene VIC og RAT hører med til disse typene applikasjoner som bruker H.261/H.263, disse gratis og fritt tilgjengelige klientprogrammene bruker i tillegg Multicasting.

### 3.5.1 H.323, MCU

H.320-H.323 er standardene som ”pakker” inn lyd, video og datakommunikasjon over nettverk, slik som telefonlinjer, ISDN, LAN og Internett. Disse standardene ble utviklet slik at ulike multimedia produkter fra ulike firmaer skal kunne ”prate sammen”, og kompatibiliteten er en av fordelene. Siden 1990 har H.320-basert videokonferanse vært opptatt av ITU, dette har gitt muligheten for videokonferanse over ISDN-linjer. H.320 ble utviklet som en standard som dekket båndbreddebehovet mellom 64 kbit/s og 2 Mbit/s, men standarden opererte over et multiplum av 64 kbit/s kanaler, som ikke overraskende er lik en ISDN-kanal. Derfor definerer også H.320 kommunikasjon over ISDN.

Denne oppgaven fokuserer på multimedia over IP. Til dette ble det i 1996 laget en standard med betegnelsen H.323, som vi nå skal se nærmere på. H.323 standarden er definert for multimediakonferanser over pakkebaserte nettverk, og da særlig IP-baserte, slik som LAN/WAN og Internett. Den spenner over både point-to-point forbindelser og multipoint forbindelser.

H.323 (som H.320) er i realiteten en paraplystandard for en rekke rekommandasjoner som har blitt definert av ITU:

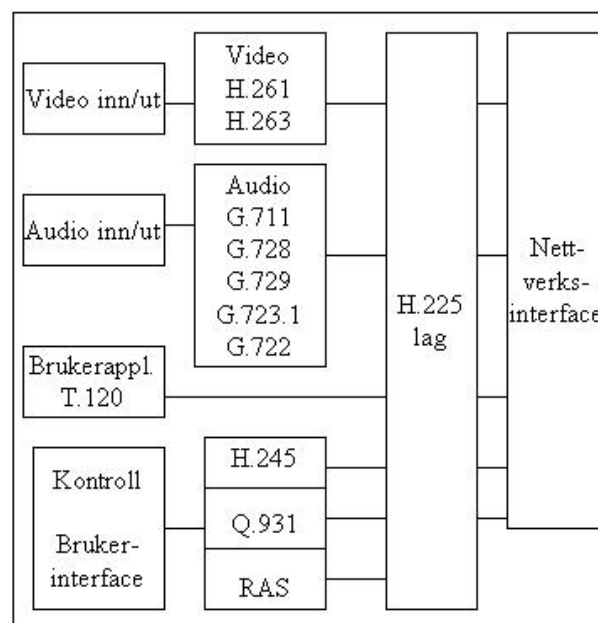
Tabell 2 – Rekommandasjoner som støttes

	H.320	H.323
Nettverk	ISDN linjesvitsjet	IP pakkebasert
Lyd	G.711	G.711
	G.722	G.722
	G.728	G.723.1
		G.728
Video	H.261	H.261
	H.263	H.263
		G.729
Data	T.120	T.120
Multiplekser	H.221	H.225.0
Kontroll	H.230	H.245
	H.242	

I senere kapitler kommer vi tilbake til både lyd- og videokodene, slik at disse blir ikke omtalt her. Under følger en liten beskrivelse av de andre standardene:



- T.120 – Kontrollprotokoll for data, tar seg av applikasjoner slik som filoverføring, whiteboard (kjent i fra MS NetMeeting) og applikasjonsdeling. Ulikt fra audio og video som behøver kontinuerlig båndbredde, kan T.120 håndtere fall i båndbredden
- H.221 – Rammestruktur for en datakanal fra 64 kbit/s til 2 Mbit/s
- H.225.0 – Systemkontroll for signalering og flykontroll.
- H.230 – Kontrollprotokoll for rammesynkronisering av data og signalering.
- H.242 – Protokoll for å etablere kommunikasjon mellom andre visuelle terminaler over digitale kanaler opp til 2 Mbit/s
- H.245 – Protokoll for kontroll av kommunikasjon mellom multimedia terminaler.



Figur 3 – H.323 arkitektur [Toga et al]

H.323 er en videreføring av H.320-protokollen. Den definerer flere komponenter som er i bruk for sanntids multimedia kommunikasjon på pakkebaserte nett, dette inneholder:

- Terminaler og utstyr, som er endepunktene i nettet, disse skal tilby toveis kommunikasjon. Det finnes mange klientprogramvarer og noen eksempler er
  - CUSeeMe
  - Intel Proshare
  - Microsoft NetMeeting
- En gatekeeper et valgfritt element i H.323 som gir samtalekontroll til terminaler på områder slik som adresseoversetting, tilgangskontroll, båndbreddekontroll og sonestyling. Adresseoversettingen skjer mellom en alias adresse (e-mail) og en transportadresse. En gatekeeper gjør:



- Registrerer endepunkter: for at et endepunkt skal kunne være med i en konferanse, må den registreres i gatekeeper. En klient (endepunkt) registreres typisk automatisk ved oppstart hvis den er konfigurert med gatekeeperens (IP-) adresse.
- Kontrollerer adgang til konferanser: gatekeeper kontrollerer hvilke endepunkter som kan være med i en konferanse og hvilke endepunkter som kan starte opp en konferanse.
- Båndbreddereservasjon: Gatekeeper passer på at båndbredden brukt til videokonferanser holder seg innenfor en gitt grense av total båndbredde, definert for hvert segment.
- Endepunkter kan tilegnes aliaser eller de kan f.eks. ha telefonnummer. I et nettverk vil de ha en IP-adresse. Gatekeeperen oversetter mellom IP-adresser og aliaser/telefonnummer.
- Endepunktovervåking: gatekeeper kan overvåke status til registrerte endepunkter.

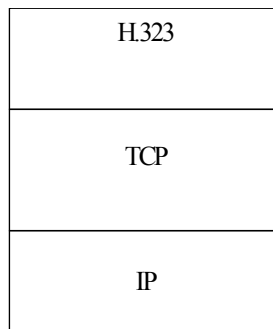
[UNINETT]

- Gateways er definert for å tilby at H.323-protokollen skal kunne kommunisere med ikke H.323-protokoller ved å tilby "oversetting" mellom pakkebaserte og linjesvitsjete nett. Disse gatewayene er nødvendige siden nettverkslaget i ISDN-nettet tilbyr en høy grad av QoS, mens dette gir ikke de IP-baserte. En gateway gjør:
  - Hvis H.323-endepunkter (IP) og H.320-endepunkter (ISDN) skal klare å snakke sammen i en konferanse, må man benytte seg av en gateway som "oversetter" fra den ene standarden til den andre.
  - De forskjellige standardene bruker f.eks. forskjellig format på lyd som i utgangspunktet ikke er kompatible med hverandre. Gatewayen koder i dette tilfellet om lyden fra f.eks. H.320's lydstandard til H.323's lydstandard.

[UNINETT]

- MCU (*Multipoint Control Units*) er et endepunkt i et nettverk, som støtter muligheten for at tre eller flere terminaler eller gateways kan delta i en flerparts konferanse. Den kan først benyttes til en point-to-point konferanse som senere kan utvides til en flerparts konferanse. En MCU består gjerne av to enheter, MC (*Multipoint Controller*) og MP (*Multipoint Processor*). MC delen forhandler med endepunktene for å oppnå vanlige nivåer av kommunikasjon. MP delen støtter miksing, svistjing og prosessering av mediastrømmer fra de innkoblede endepunktene [CUseeMe].
  - En flerpartskonferanse (mer enn to deltagere) krever bruk av en MCU. MCU mottar lyd og bildesignaler fra alle endepunkter i en konferanse. MCU mikser innkommende lydsignaler og sender dette ut som et nytt lydsignal som alle mottar. Den sender også ut riktig bilde til alle.
  - H.323 endepunkter kan koble seg til MCU over et IP-nettverk.
  - POT's (*Plain Old Telephone*) kan koble seg til MCU over ISDN.
  - MCU kan invitere deltagere til en konferanse ved å ringe dem opp.

[UNINETT]



Figur 4 – H.323 Protokollstakk

### 3.6 Innledning til de tekniske delene

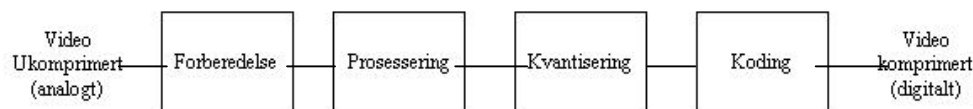
Datakompresjon, videokompresjon og audiokompresjon er viktig. Ukomprimert data som video og audio krever mye lagringskapasitet selv med dagenes teknologi. Overføring av for eksempel video som er ukomprimert krever *mye* båndbredde, og den beste måten å håndtere dette på er gjennom datakomprimering.

Det finnes mange forskjellige kompresjonsteknikker både for data, lyd og video, mange av dem er i bruk i dag og vi kommer tilbake til noen av disse i de etterfølgende kapitlene.

#### *Mer om kompresjonsmetoder*

Man kan grovt sett dele inn kompresjonsmetoder i tre kategorier: entropikoding, kildekoding og hybridkoding [Hegge]. All kildekoding introduserer tap i informasjonen, mens entropikodingen er en tapsfri kodingsform. Entropikodingen kan brukes uavhengig av karakteristikene ved mediet. Dataene anses som en strøm av bit som skal komprimeres, og semantikken ved dataene ignoreres. Dette tillater en eksakt reproduksjon av de originale dataene. Kildekodingen er en såkalt "lossy" kompresjonskode siden den innfører tap av informasjon i datainnholdet. Graden av kompresjon er avhengig av datainnholdet, siden kodingen benytter karakteristikken ved mediet til koding. Mens hybridkoding er metoder som kombinerer algoritmer fra både entropikodingen og kildekoding, derav navnet; *hybrid*. H.261 og MPEG benytter seg av en form for hybridkoding.

De forskjellige stegene i en kompresjonsprosessen er vist på figuren under. Hvert steg avhenger av hva som skal kodes og hvilken algoritme som benyttes.



Figur 5 – Typiske steg i kompresjon [Steinmetz et al.]

- Forberedelse innebærer konvertering fra analog til digital form.
- Prosessering er første trinn som benytter algoritmer for kompresjon.
- Kvantisering jobber på resultatene fra prosesseringssteget. Her benyttes vanligvis kildekoding som medfører tap av informasjon.



- Siste steg er kodingen, her benyttes vanligvis entropikoding, uten videre tap av informasjon [Hegge].

Etterfølgende kapitler tar for seg litt videre teknisk i audio og video.

### 3.7 Audio

Audio er en essensiell del av en konferanse. Faktisk viser det seg at dette er den mest viktige, siden tap av lyd ville være helt katastrofalt i forhold til video, da det ville undergrave hele prinsippet med konferanser. Audiokonferanser har funnet sted i mange år og deltakere har gjerne opparbeidet seg kjennskap til dette og man har opplevd en meget god kvalitet på slike konferanser jfr vanlig telefoni. Derfor må en riktig del av fremtidens konferanser også bli dedikert til audio. Det finnes mange forskjellige standarder for talekoding og mange som passer sammen med H.261 eller H.263 videokoding. Standarder for lyd går under navnet "G-standardene", siden de starter med G og så nummeret på skjemaet. Disse er utarbeidet av ITU.

Et problem som gjerne oppstår ved audiotransmisjon er ekko, dette skyldes at man får egen lyd i retur etter en hvis tid, for å unngå dette trenges ekkokanselleringsutstyr. Et annet problem som kan oppstå er at når man bruker videokoding vil bildene bli tydelig forsinket i forhold til lyden. Det er derfor nødvendig at man innfører en tilsvarende forsinkelse i lydkanalen, siden man ønsker at talen skal være synkronisert med for eksempel munnbevegelsene.

#### 3.7.1 Talekoding

En viktig komponent for enhver terminal i en videokonferanse, eller i generelle multimedia applikasjoner, er talekodingen. En viktig forutsetning for god lyd coding er ekkokansellering og dette vil bli tatt for seg i det etterfølgende. Her vil det vises til en del viktige elementer i talekodingen, samt at det henvises til hvilke standarder som brukes og litt om deres virkemåte.

Talekoding har fire attributter: bitrate, kvalitet, kompleksitet og forsinkelse [Schaphorst]. For en gitt applikasjon, vil noen av disse være fastsatte, mens andre vil variere på grunn av ytre påvirkning, slik som nettet. Eksempelvis vil kvaliteten bli økt ved at man øker bitraten og noen ganger øker forsinkelsen, slik at det er et viktig samspill mellom de ulike attributtene. Men det er gjerne viktig at man holder bitraten lav slik at man ikke overgår kapasiteten på nettet.

##### *Bitrate*

Jo høyere bitrate, jo høyere videokvalitet. Dette er fakta, og derfor er det viktig at talekodingen tar så lite som mulig av den totale bitraten. ITU har rekommandert flere forskjellige koder, som vi vil se på senere.

##### *Forsinkelse*

Lavrate talekoder kan bli ansett som det som kalles blokkoder. Dette vil si at de koder en blokk av tale før det sendes over nettet. Avhengig av applikasjonen, vil den totale forsinkelsen i kodingen være på noen ganger av blokkstørrelsen. En minimal forsinkelse ligger gjerne på 3 ganger blokkdestørrelsen. De kodene som har lavest bitrate, og bruker en blokkode som





gjernes 20 millisekunder lang, vil gjerne påføre en forsinkelse på 60 til 80 millisekunder en vei, mens de beste kodene har gjerne en forsinkelse på 2 millisekunder [Schaphorst].

Også høyere forsinkelse kan forekomme som resultat av nettkonfigureringer. Forsinkelsen i video er vanligvis mye større enn den som er i audio, en minimum forsinkelse ligger gjerne på 600 til 800 millisekunder. Dermed er altså videokanalen langt mer forsinket enn det som lyden vil være, og hvis det er en forskjell på mer enn 300 millisekunder vil folk legge merke til dette og finne det plagsomt [Schaphorst].

Dersom det i tillegg er ekko vil forskjellen bli ennå større. Dette gjør at de fleste talekodene som finnes, har satt en fast forsinkelse. Men det vil likevel være behov for ekkokansellering-utstyr på grunn av forsinkelsen. Fordi hvis man øker forsinkelsen i talen, vil også faren for ekko øke. Grunnen til at man setter en fast taleforsinkelse er for å lage samsvar mellom lyd og munnbevegelser.

Hastighet og tilgang til minne (RAM) er to viktige elementer med *kompleksiteten*.

### **Kvalitet**

Den aller første digitale talekodingsstandard var G.711 med 64 kbits PCM tale (*PCM – puls kode modulasjon*). Forvrengningen (engelsk *distortion*) som ble introdusert med kodingen med G.711 blir gjerne kalt 1 QDU (*Quantization Distortion Unit*). Forvrengning er alltid et problem med all koding. Man utnytter hvor mange QDU'er som behøves når man planlegger et nettverk. Den neste koden som ble introdusert var G.721, som var en 32 kbit adaptiv differensial PCM kode. Denne koden må brukes sammen med G.711 og gir en forvrengning på 3,5 QDU. Som man sikkert forstår er forvrengning av talen et viktig mål for kvaliteten på talen som har blitt kodet. Men hva er egentlig kvalitet? Det er et av elementene som denne rapporten skal vise til. Man sier gjerne at man kan godta opp til 14 QDU på ende-til-ende kommunikasjon som foretaes internasjonalt, mens 4 QDU er grensen for lokale kommunikasjoner (krav fra SQEG).

I tillegg til de ovennevnte standarder finnes G.728, G.723 og G.729, som vi kommer utfyllig tilbake til. Alle disse lavbitrate kodene kan gi forskjellig resultat avhengig av hvordan de blir brukt. En setting som fungerer bra for head-set, fungerer nødvendigvis ikke like bra for høyttalere. Dette er noe å tenke gjennom når man planlegger lydkildene i en videokonferanse. Karakteristikken på mikrofonene i et head-set vil være svært forskjellige fra andre og dette kan lett skape både ekko og støy. Det betyr altså at inngangen til talekodingen er svært forskjellig, noe som gjør at talespektraene blir forskjellig hver gang. En annen viktig forutsetning for kvaliteten på lyd er hvordan feil kan håndteres og da er håndtering av bitfeil viktig.

Mange applikasjoner har i tillegg en taleaktivert detektor, som gjør det mulig å skru av talekodingen når man ikke snakker, slik at båndbredden kan utnyttes fullt ut av videoen. For å gi mottakeren på den andre siden et godt lydbilde vil denne få generert noe støy, slik at det skal høres som man har en person på den andre siden. Problemet er dersom denne deteksjonen er treg vil det medføre fare for tap av tale. Et annet problem er annen bakgrunnstøy som kan blande seg inn i samtalen.



### 3.7.2 Lydproblemer

Et ubehagelig ekko kan oppstå når lydsignaler blir sendt tilbake til opprinnelig sender. Dette problemet kan løses ved hjelp av en av to måter: begrenning eller kansellering. Ekkobegrensning er at man automatisk reduserer nivået på innkommende lyd når en lokal person snakker, og derfor blir tilhørende ekko enten redusert eller eliminert. Ekkokansellering derimot er at man genererer pseudo ekko på det innkommende signalet, og så tar man det vekk fra det sendte signalet som inneholder ekko. Man sier gjerne at ekkokansellering er mer kompleks enn den andre måten, men det gir også det beste signalet i kvalitet.

Kodene som brukes for videokonferanser støtter at lyden går i begge retninger samtidig, dette kalles full dupleks. Men det kan gjerne dannes et lokalt ekko inne i rom som brukes til konferanser, slik at det en person sier blir reflektert i vegger og vinduer før det kommer ut av høyttaleren med en liten forsinkelse. Dette er veldig irriterende; men man reduserer dette problemet med at alle brukerne bruker head-set, dette er dog ikke en ønsket setting. Derfor er også her ekkokansellering den beste løsningen.

Dårlig lyd kan også skyldes pakketap. Pakketap kan man oppleve hvis det er stor aktivitet på nettet og noen av datapakkene ikke kommer frem. Er det lyd vi mottar vil dette bety at vi får huller i lyden. For dårlig båndbredde kan også gi pakketap.

### 3.7.3 Standarder

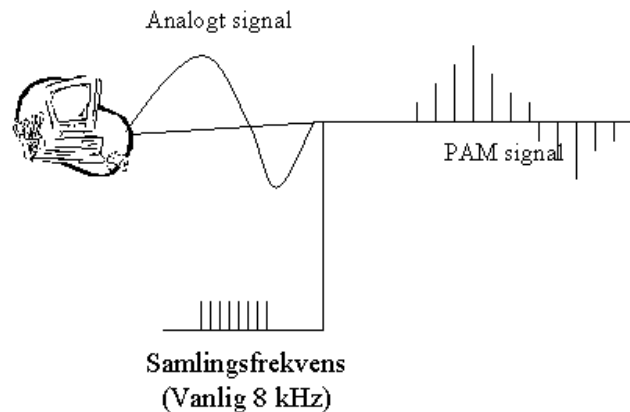
ITU har laget seks standarder for koding av talesignaler som vil bli omtalt her. I tillegg er også MPEG en kjent standard, som inneholder det populære formatet MP3.

#### *Definisjon på koding (codec)?*

*(1) Short for **compressor/decompressor**, a codec is any technology for compressing and decompressing data. Codecs can be implemented in software, hardware, or a combination of both. Some popular codecs for computer video include MPEG.*

*(2) In telecommunications, (short for **coder/decoder**) a device that encodes or decodes a signal. For example, telephone companies use codecs to convert binary signals transmitted on their digital networks to analog signals converted on their analog networks. [Whatis]*

Kodingsformene under bygger på puls kode modulasjon (*Pulse Code Modulation*), PCM. Siden mikrofoner genererer et analogt signal, må dette digitaliseres før det sendes over nettet. PCM blir da gjerne brukt, og dette består av tre trinn: sampling, kvantifisering og koding [Risa et al]. Sampling består av at man tar prøver av det analoge signalet og ”sampler” signalet sammen med en samplingsfrekvens. Signalet som blir laget kalles PAM signal (*Pulse Amplitude Modulated*). Et slik signal er utsatt for støy, derfor omformes signalet til PCM. For å gjøre dette blir først signalet kvantifisert og så kodet. Kodingen er det som skiller en kodingsform fra en annen. På den andre siden av et nett (hos mottakeren) blir signalet dekodet, og til slutt får man igjen det opprinnelige signalet som tale, som kommer som lyd fra høyttaleren.



Figur 6 – Eksempel på PAM koding

Tabell 3 – ITU audio koding [Schaphorst]

Standard	Kodings algoritme	Blir brukt til	Rate i [kbps]	Lyd båndbredde i [kHz]	Ramme størrelse i [ms]	Typisk forsinkelse i [ms]
G.711 (1977)	PCM	Telefoni, ISDN telefoni/video	48, 56, 64	3	0,125	<< 1
G.721 (1988)	ADPCM	Telefoni	32	3	125	
G.722 (1988)	Bærebånd ADPCM	ISDN, audio	48, 56, 64	7	125	< 2
G.728 (1992)	LD-CELP	Telefoni/ISDN	16	3	0,625	< 2
G.729 (1995)	ACELP	Telefoni, PC, videotelefoni	8	3	10	35
G.723.1 (1995)	MPE/ACELP	Videotelefoni	5,3, 6,4	3	30	97

### G.711

G.711 er simpelthen vanlig PCM. Denne benytter typisk en målefrekvens på 8 kHz og ikke-lineær kvantifisering som krever 8 bits per måling. Dette gir oss en bitrate på 64 Kbps. Talekvaliteten man får er vanskelig å skille fra originalen. I USA brukes u-law koding, og i Europa brukes den nesten like A-law kodingen til dette. Begge disse PCM kodingene er gitt i standarden G.711. Denne standarden kom i 1977 og var det første steget fra ITU for å digitalisere audiovisuell informasjon.

En slik koding er, på grunn av sin enkelhet, gode kvalitet og lave forsinkelse, fortsatt meget utbredt. Videre fordeler er at den har lav kompleksitet, takler kanalfeil greitt og har god talekvalitet. Den har vært og fortsetter å være den viktigste kodingsteknikken for videokonferanser som brukes over høye bitrater, slik som LAN. Og derfor er G.711 obligatorisk for alle H.3XX multimedia systemer.



### **G.721**

G.721 er en standard for ADPCM koding med en bitrate på 32 Kbps. Denne kodingen gir nesten samme gode kvalitet som 64 Kbps PCM koding. I de senere standardene G.726 og G.727 er også 40, 32, 24 og 16 Kbps ADPCM kodinger spesifisert. G.726 erstatter G.721, og G.727 er en utvidelse av denne igjen. G.721 standarden kom i 1988, og den må brukes sammen med G.711. Den har nesten de samme kvalitetene som G.711 gir på tale- og feilhåndtering.

### **G.722**

Målet med G.722 standarden var å få en bedre lyd kvalitet enn med G.711 og G.721 standardene. G.722 bruker en SB-ADPCM (Sub-Band ADPCM) metode. Denne har en standard målerate på 16 kHz. Mulige bitrater er 48 Kbps, 56 Kbps og 64 Kbps. Applikasjoner som kan utnytte dette er tele- og videokonferanser. I følge ITU kan denne standarden brukes på H.320 terminaler som har kommunikasjon raskere enn 128 kbit.

### **G.728**

På bitrater under 16 Kbps faller lyd kvaliteten på bølgekodet lyd raskt. Under slike bitrater ser det derfor normalt å bruke hybridkoding som for eksempel CELP. G.728 er en variant av CELP koding, kalt LD-CELP (*Low Delay CELP*). Man benytter kun 5 målinger i en ramme, og dette gir oss en forsinkelse på mindre enn 2 millisekunder. G.728 har en bitrate på 16 Kbps og en forsinkelse på mindre enn 2 millisekunder. Dette er en stor forskjell fra G.721. CELP er basert på noen av karakteristikene i talen og i det folk hører. I kombinasjon med G.711 vil den kodingsformen få en QDU på 3,5.

Talekvaliteten er den samme som, eller bedre enn, G.721. Den skal ha meget gode egenskaper i å håndtere tilfeldige bitfeil. Denne standarden har gitt et stort gjennomslag for videokonferanseapplikasjoner siden den muliggjør at så lite som mulig av båndbredden blir opptatt av lyden, slik at man kan utnytte mest mulig til video.

Denne standarden har gjennomgått inngående testing både med forskjellige språk og ulike bakgrunnstøyer og over svært forskjellige medier. Den har scoret bra i alle disse testene, til tross for at denne bruker *bare* 16 kbit i forhold til det vanlige 32 kbit, noen testere hevdet at denne kodingsformen ga bedre lyd [Schaphorst].

### **G.729**

ITU startet i 1990 utviklingen av en ny kodeform som skulle håndtere 8 kbit koding. Men først i 1995 ble G.729-standarden tatt opp og godkjent. Siden dette er en 8 kbts kode tilbyr den muligheter for særdeles økt utnyttelse av båndbredden. Siden den opererer med 10 millisekund rammer vil denne standarden kunne brukes til flere ting som tilbyr lave transmisjons forsinkelser slik som vanlig telefoni og trådløse applikasjoner. Denne standarden er lik 32 ADPCM og vil fortsatt tilby høy talekvalitet [Web1].

#### **G.723.1**

G.723.1 (også kalt *TrueSpeech 6.3/5.3*) har en bitrate på enten 6.3 Kbps eller 5.4 Kbps. G.723.1 benytter en ACELP (*Algebraic Code Excited Linear Prediction*) metode. I noen



tilfeller omtales denne standarden kun som G.723. Den må da ikke forveksles med en gamle ITU G.723-standard.

### **MPEG (MP3)**

MPEG har ikke bare definert en standard for hvordan video kan kodes, det finnes også en for å komprimere lyd. Denne standarden kan brukes når man vil komprimere lyddelen av en video (i dette tilfelle vil MPEG standarden definere hvordan lyd og bilde skal legges sammen i en felles MPEG strøm) eller den kan bli brukt til å komprimere bare lyd. Dette gjelder gjerne fra CD, hvor den har blitt meget populær. Kodingen vil snakke om er MP3, eller egentlig MPEG lag III. I forhold til ITU's G-standarder som skal kode tale, vil MPEG-standardene tilby høyverdig audio koding, av f.eks. musikk. MPEG-1-audiostandarden benyttes hvis man ønsker CD kvalitet på stereoapplikasjoner, mens MPEG-2-audiostandarden vil tilby flerkanals surround lyd med å bruke 5 kanaler, og avhengig av form kan man redusere bitraten til 64 kbit/s.

For å forstå hvordan denne kodingen virker kan vi se på en vanlig CD. En musikk-CD har blitt samplert med en rate på 44,1 kHz (de facto standard). Når hvert sampel er 16 bit langt vil dette bety at en strøm krever en bitrate på 1,41 Mbit/s.

$$\text{Utregning av dette (i stereo mode): } 2 * 44,1 * 1000 * 16 = 1,41 \\ \text{[Peterson]}$$

Dette sammenliknet med vanlig lyd kvalitet på telefon, som blir samplert i en rate på 8 kHz, 8 bits sampel, som resulterer i en bitrate på 64 kbit/s (som er lik hastigheten på ISDN, og det er ikke tilfeldig).

MPEG har definert tre nivåer for kompresjon:

Tabell 4 – MP3 koding [Peterson]

Koding	Bitrate	Kompresjonsfaktor
Lag I	384 kbit/s	4
Lag II	192 kbit/s	8
Lag III	128 kbit/s	12

Av disse er det altså Lag III, som er kjent som MP3, som er den som er mest brukt. Men disse er standardene er nok lite egnet i videoutstyr.

### **3.7.4 Høytalere**

Høytalerenes oppgave er å omforme elektrisk energi til akustisk energi (den virker altså som en signalomformer). Man kan velge ut diverse egenskaper og optimalisere dem for hvert enkelt formål. Til bruk i videokonferanser finnes det en mengde høyttalere som er egnet. Ved bruk til bare tale trenger ikke å stille store krav til høyttaleren. At lyden er dårlig behøver heller ikke å skyldes at høyttalerene er dårlig. Dårlig lyd kan skyldes pakketap. Som sagt finnes flere typer høyttalere og det er ikke behov for dyre og avanserte for å formidle en videokonferanse. Et enkelt head-set gir god nok lyd for å forstå hva den andre siden sier. Dersom man ikke gjennomfører direkte desktopkonferanser, men i stedet vanlige konferanser er det behov for eksterne høyttalere, da det vil være lite egnet med head-set. Da gjelder det å



bruke eksterne høyttalere, men igjen behøver ikke kvaliteten på høyttalerene å være svært avansert. Plasseringen av dem er dog mye mer viktig siden man ønsker et naturlig lydbilde.

Generelt ønsker man høyttalere som har egenskaper som flat frekvens, nok effekt (volum), ingen forvrenging, størst mulig virkningsgrad og høy utstrålingskarakteristikk [Risa et al].

### 3.7.5 Mikrofoner

Mikrofoner har omvendt funksjon fra høyttalere. De skal omdanne lydsvingninger i luft til elektroniske signaler, eller akustisk energi til elektriske svingninger. Det finnes flere typer mikrofoner, de vanligste er kullkornmikrofonen, kondensatormikrofonen, båndmikrofonen, Piezo mikrofonen og dynamisk mikrofonen [Risa et al]. Vi kommer ikke å gå videre inn på dette. En mikrofon har også egenskaper at de kan hente lyd kun fra en retning, fra to retninger eller fra alle retninger (retningsvirkende). Dette kan være viktig å tenke på når man innreder et konferanserom. Som ved høyttalere er ikke kvalitet det viktigste, men hvordan lyden blir fanget opp, så plasseringen er viktig. Mikrofonene kan fordeles individuelt til hver deltaker, eller de kan deles på 2-3 av konferansedeltakerne. Samtidig er veggene i rommet som brukes viktige, man kan ved bruk av ”riktige” vegger oppnå reduksjon av ekko uten ekstra utstyr. Vegg av metall eller tre med huller er bra, siden lyden vil da gå inn i hullene og stoppes. For at ekkodempningen skal være god, må avstanden mellom mikrofoner og høyttaler være minimum 1 meter og maksimum 2,5 meter [Risa et al].

I videokonferansemøter ønsker vi å konsentrere oss om lyden som kommer fra en bestemt retning, nemlig fra videokonferansedeltakeren. Dette er også grunn til at retningsvirkende mikrofoner blir brukt.

Mange videokonferanserom består av et bord med mange plasser rundt, da er det gjerne også behov for flere mikrofoner slik at alle deltakere rundt bordet blir hørt. Lyden fra slike mikrofoner kan bli kombinert på en av tre måter [Schaphorst]: Det kan bli mikset sammen, manuelt svitsjet eller automatisk svitsjet med stemmestyring.

Generelt ønsker man mikrofoner som har så bredt frekvensområde som mulig. Ideelt bør det være hele det hørbare området, som er mellom 50 Hz og 15 kHz, men minste kravet er 100 Hz til 10 kHz. Videre ønskes at mikrofonen har så lik respons som mulig i hele frekvensområdet uten toppe, følsomheten skal være så høy som mulig, med gode signal/støyforhold (S/N) og at signalet blir gjengitt så riktig som mulig ved alle frekvenser.

### 3.8 Video

Internett består ikke lengre av ”stille”, statiske tekstsider (HTML). Ny teknikk har brakt lyd, bilde, video og animasjoner ut på nettet. Det er ikke store vanskeligheter i dette, problemene starter først når vi ønsker streaming av bildene. Video er det som gjør videokonferanser til noe ekstra, man har mulighet for se den man prater med. Det som skjer når man sender en videokonferanse er i realiteten lik streaming.

Streaming er definert som når audio/video blir sendt når det blir laget (altså direkte) [Serber et al], og som blir konvertert hos mottakeren til kontinuerlig video og lyd. Eller kanskje mer korrekt skal videoen bli liggende igjen på serversiden og blir sendt over som en strøm, ikke som en hel fil. En ekstra ting som gjerne taes med er ønske om realtime, dette vil si at



forsinkelsen fra bilde/lyd blir mottatt av kamera/mikrofon på den ene siden til det blir sendt over til den andre siden og mottatt der skal være så liten som mulig.

### 3.8.1 Problemer

De vanligste streamingteknikkene er laget slik at de skal overgå de problemene som gjelder alle multimedia applikasjoner som sendes over Internett, nemlig begrenset båndbredde. Sammenliknet med en CD-ROM vil man ut fra et vanlig analogt modem, som mange har hjemme, kun få ut 1/40 av informasjon i løpet av den samme tidsperioden. Vi kjenner alle kvaliteten som er mulig å få ut fra en CD-ROM med video, derfor er det viktig at de videokompresjonene som benyttes for Internett er meget gode, slik at man kan oppleve kvalitet nær denne. Men for å sende video over nett er det nødvendig med en kompresjonsfaktor på 2500 til 5000 for å sende over vanlige modem!

Et annet problem som Internett har i forhold til det vanlige telenettet er at det er svært uberegnelig når det kommer til yteevnen på transmisjonen. Høy trafikk og feil kan føre til forsinkelser som brukerne ikke er herrer over. Dette kan forårsake feil i talen og videoen hos mottakeren. Bildene kan bli hakkete og ikke bli mottatt i riktig rekkefølge eller at lyd og bilde ikke stemmer overens.

### 3.8.2 Videokompresjon

De viktigste videokodingsstandardene for såkalt streaming video er H.261, H.263, MJPEG, MPEG1, MPEG2 og MPEG4. En kort beskrivelse av disse følger. Sammenliknet med videokoding for video på CD eller TV, vil kodingskjemaer som er laget for Internett trenge høyere skalerbarhet, lavere kompleksitet, større robusthet mot nettverkstap og lavere koding/dekoding latens ved videokonferanser. Disse kodene er veldig tett linket med software i nettverksapplikasjonene, slik at man skal få høyest mulig bildekvalitet. I følge [Hunter et al] er ingen av kodene i dag spesielt egnet for videokonferanser, og at vi i fremtiden kommer til å se flere nye kodingsformer. Derfor er algoritmene slik som H.323 og MPEG4 blitt utviklet slik at nye kodingsformer enkelt kan bli implementert.

Videokompresjon benyttes for å redusere antall bit som sendes over nettverket. Denne reduksjonen utføres av kodeksen, og noen av viktigste kodeksene følger heretter.

#### *H.261*

H.261 er også kjent som  $k*64$ , hvor  $k$  er et heltall for å representere et multiplum av 64 kbit/s. Derfor er det ikke rart at H.261 er brukt til telekonferanseapplikasjoner og overføring av video over ISDN. Særlig populært er face-to-face videotelefoni og videokonferanser. Kodingen er ikke helt ulik MPEG, men H.261 tar mindre av maskinkapasitet enn det MPEG vil ta. En av egenskapene til denne kodingen er at bildedeler som endres ofte får lavere kvalitet enn bildedeler som ikke endres. Dermed er denne kodingen mer bitrate konstant enn bildekvalitet konstant med variable bitrate.

#### *H.263*

Til forskjell fra H.261 er H.263 utviklet for pakkebaserte nett med f.eks. IP. H.263 er utviklet for lav bitrate kommunikasjon, men siden den støtter mange forskjellige bitrater er den egnet



til mer enn lavrate applikasjoner. Denne kodingen er basert på H.261, men det er lagt inn flere forbedringer og feilretninger. Den støtter blant annet fem oppløsninger på bildet:

**Tabell 5 – Oppløsning [Hunter et al]**

<b>Standard</b>	<b>Oppløsning</b>
QCOF	176x144
CIF	352x288
SQCIF	128x96
4CIF	702x576
16CIF	1408x1152

Med de siste av disse oppløsningene kan H.263 konkurrere med langt høyere bitrate standarder slik som MPEG-standardene.

### ***MJPEG***

JPEG er en av de viktigste standarden for vanlig stillbilder på Internett ved siden av GIF. ”Motion JPEG” eller MJPEG er egentlig ingen standard for video. Derimot benyttes denne hvis man sender individuelle stillbilder som blir satt sammen til en sekvens. JPEG er skapt for å komprimere vanlig bilder og det er vanlig at slike bilder er komprimert ned til 20-til-1 uten tap av kvalitet. Det er mulig med komprimering ned til 100-til-1, men dette gir lav kvalitet på bildene. MJPEG er gjerne brukt i web-kamera opplegg hvor man sender et bilde ut på nettet som er rimelig oppdatert.

### ***MPEG1***

MPEG 1, 2 og 4 er standarder som gir båndbredde besparende overføring av video og audio. MPEG1 koding har blitt brukt for å kode signaler som skal sendes over 1-1,5 Mbit-linjer, som med dette tilbyr VHS-kvalitets video med CIF oppløsning. Men problemet med MPEG1 er at det krever dyrt hardware utstyr for realtime koding, selv om kodingen kan bli gjennomført av software kreves det mye av maskinens prosessor. MPEG1 gir liten skalerbarhet med hensyn til oppløsning på bildene og er også mottakelig for feil, derfor er den lite egnet for videokonferanser.

### ***MPEG2***

Med MPEG2 oppnås høyere oppløsning i video og større muligheter for bedre audio. Bitraten for denne ligger på 4-15 Mbit/s [Hunter et al], som gir mulighet for å sende høykvalitets- og fullskjerms video. Sammenliknet med MPEG1 behøves det ennå dyrere hardwareutstyr for å kode og dekode, og den er like mottakelig for feil, som går ut over videokvaliteten. MPEG1 brukes for det meste for å spille av CD-ROM, mens MPEG2 brukes for høykvalitets TV. Mens for PC og Internett kommunikasjon, er MPEG2-baserte løsninger alt for dyre og tar alt for mye av båndbredden, men så ble de heller ikke laget for dette.

### ***MPEG4***

Siden de andre MPEG baserte løsningene var lite egnet, ble MPEG4 laget for å kode video på videokonferanser, med båndbredde ned mot og under 64kbit/s. MPEG4 er basert på en ny standard hvor man samtidig som man vil se en video skal kunne dynamisk laste ned ”nøkkelen” for dekode. Og en viktig forutsetning for at dette skal fungere er at de store





firmaene, som Microsoft og Netscape, tillater at det lages slike dynamiske nøkler, som gjerne kalles plug-ins. Og slike har blitt vanlige til f.eks. RealPlayer og MediaPlayer.

### ***DivX***

DivX har blitt omtalt som MP3 for video, da dette er en ny kompresjonsmetode som kan gjøre det å dele filmer like lett som å dele MP3 over Internett. Ved hjelp av kraftige komprimeringsalgoritmer kan en DVD-film krympes til ca 10% av originalstørrelsen, uten ”betydelige” reduksjoner i bilde- og lyd kvaliteten i forhold til originalen. Formatet er bygget på en hacket utgave av Microsofts MPEG4-motor, og er i så måte regnet som ulovlig.

DivX er et tillegg (video codec) til det allerede kjente videoformatet AVI. DivX-filmer får derfor etternavnet AVI, og for å spille av DivX-filmer, trenger du derfor bare et lite programtillegg, en ”nøkkel”, til Windows MediaPlayer. DivX har en oppløsning på 640x480 eller det som er vanlig PAL oppløsning, kvaliteten på video blir lik vanlig DVD og lyden lik CD-kvalitet. Men siden kodingen tar så lang tid (2-4 rammer per sekund) er denne komprimeringsformen lite egnet for videokonferanser.

### **3.8.3 Kamera- og bildekvalitet**

Kvalitet på kameraer klassifiseres etter:

- CCD pixel størrelse og antall pixels
- Oppløsningen på pixels
- Kvaliteten på linsen
- Mellomlagringskapasitet
- Interface muligheter (USB, seriell ol)

CCD er hjertet i et digitalt kamera. Den lysømfintlige databrikken konverterer lys til digital informasjon. CCD-brikken består av mikroskopiske elementer som korresponderer med et pixel i det digitale bildet, og mengden elementer øker lineært med bildekvalitet og kamerakvalitet.

Et pixel (*PICTure ELEMent*) er ett bildepunkt, i en eller annen farge. Oppløsning vil si antall pixels på skjermen. En dataskjerm har oppløsning på 72 DPI, det vil si at et bilde som skal dekke 10\*10 cm av skjermen må være 283\*283 pixels stort. DPI – (*Dots Per Inch*) – er en finhetsmålestokk som forteller noe om hvor mange bildepunkter det skal være per tomme. Oppløsning er noe som man må ta hensyn til når man velger kamera, og når man tar selve bildene, slik at man ikke sitter igjen med bilder som blir dårlige p.g.a. for lav oppløsning [Digitalkamera].

Man har mange typer kameraer som benyttes. Til videokonferanser brukes vanligvis ganske standardiserte kameraer som følger med videokonferanseutstyret. Dette er kameraer som er gjerne kalibrert med enheten de følger med, og som kan zoomes og stilles inn. Det finnes også vanlige videokameraer av forskjellig kvalitet og mer statiske kameraer slik som web-kameraer. Alle kameraene har forskjellig kvalitet og noen er mer egnet enn andre. Siden hvert kamera kan sende et bilde av gangen, må man benytte flere kameraer hvis man ønsker flere settinger. Disse kan styres gjennom svistjing eller gjennom for eksempel talestyring.



### 3.8.4 Rom

Et rom som skal benyttes til videokonferanser trenger å være av en hvis størrelse, ha spesiell møblering og være sentralt plassert alt ettersom hva det skal brukes til. Et rom som skal benyttes til store møter må nødvendigvis være større enn et som bare skal brukes til en eller to personer. Man må også tenke på hvilken støy som omgivende rom gir, dette bør ligge på under 45 db. Romgjenklangen eller romekkoet i rommet som skal brukes bør være på 0,3-0.5 sekunder, mens rommets absorpsjon av lyden skal ligge mellom en koeffisient på 0.25 og 0.45, hvis den er mindre enn dette vil rommet høres hult mens en størrelse større enn dette gir et dødt preg [Schaphorst].

#### *Lys*

Enhver konferanse krever tilstrekkelig med lys. Har motivet svak belysning, vil bildene ofte bli kornete og bli av dårlig kvalitet. Det er imidlertid ikke tilstrekkelig å skru på masse lamper og dermed gi motivet en overveldende belysning. En slik løsning vil sannsynligvis gi et "flatt" og kjedelig bilde. Selv om motivet er en enkel, stående eller sittende person, er lys- og skyggevirking viktig for at motivet skal bli interessant. Fargen av naturlig lys er ulik kunstig lys. Lysets fargetemperatur måles i Kelvin. Kunstig lys har gjerne en temperatur på 3200 Kelvin, mens 5500 Kelvin er temperaturen for naturlig lys. Et rom med innfallende sollys, har likevel behov for ekstrabelysning, og er derfor et problem. Det enkleste er å foreta videokonferanser i et vinduslöst rom og med en lyssetting som nytter innbelysning. Det er en grunn til at så godt som alle studioer er vindusløse. Dersom man har mye kunstig lys vil det bli varmt, og hvis varmen i studioet blir plagsomt høy, kan man vanligvis ikke klare seg uten å sminke personene, så dette er også noe å tenke igjennom [Moum et al].

### 3.9 Oppsummering

I dette kapitlet har jeg forsøkt å posisjonere begreper og teknologier som er viktig for videokonferanser. Dette kapitlet legger grunnlaget for resten av rapporten. Når jeg senere i rapporten viser til forsøk ligger mye til grunn i dette teknologi kapitlet.

Har bevist gått bredt ut i denne oversikten, for å bringe inn de fleste mulige relevante teknologisider. Man kan likevel falle tilbake på at de viktigste standardene er H.323, en av bildestandardene f.eks. H.263 og lydprotokollen G.722. Alt utstyr som ikke støtter de siste protokollen er ikke mulig å benytte på en rimelig måte.

Jeg vil ikke gå videre inn på drøftingen av de enkelte elementene. Mye av dette ligger hinsides denne oppgaven og utstyrmessig vil likevel mye av dette være forutbestemt av produsentene av utstyret.



## 4. Tidligere forskning på området

Det har blitt foretatt flere undersøkelser av videokonferanser og mye rundt denne teknologien. Hver av undersøkelsene fokuserer på forskjellige aspekter ved teknologien og dette kapitlet vil vise til enkelte relevante undersøkelser og vise til enkelte av konklusjonene som man har kommet frem til. Det vil også bli diskutert noen av disse konklusjonene og se hvordan mitt prosjekt ligger i forhold til de andre prosjektene. Har valgt å fokusere mest på anvendelse av videokonferanser og litt mindre på den tekniske siden som det sikkert blir lagt merke til i det som følger.

### 4.1 "Videokonferanser som del av undervisningsopplegg i fjernundervisning"

Hensikten med denne undersøkelse til [Holden] var å vurdere bruken av videokonferanser som støtteundervisning for selvstudier. Prosjektet ble foretatt i ledd med den tids Televerkets ansatte som var i samarbeid med NKI for videreutdanning, basert på fjernundervisning. Prosjektet, gjennomført i 1991/92, gikk i første omgang på en oppsummering av hvordan undervisningen var blitt gitt gjennom videokonferanse, men denne delen med er ikke relevant i denne sammenheng. Vi ønsker å trekke slutninger basert på anvendelser i bruk.

Rent teknisk ble det satt opp toveis lyd- og bildekommunikasjon over et 2 Mbit/s samband og videokonferanse ble helhetlig brukt i undervisningen, slik at dette ikke var et supplement til vanlig undervisning. Man innredet to studioer i Stavanger og Haugesund, læreren var tilstede i det ene rommet, som da måtte forholde seg til to elevgrupper samtidig, og et problem som oppstod var at læreren rettet meste av sin oppmerksomhet til den lokale gruppen.

I studioene var det bruk av et kamera som var rettet mot kateteret og tavlen, mens læreren benyttet seg av en "myggmikrofon". Man ville også at hver elev skulle utstyres med en mikrofon for at de aktivt kunne delta i kommunikasjonen med den andre gruppen, men dette lot seg ikke gjøre. I tillegg fantes en skjerm for å vise deltakerene i hvert studio.

Deltakerene opplyste at de syntes det tekniske utstyret fungerte bra, men alle burde ha hatt mikrofon, slik at normale samtaler kunne opprettes mellom elevene i de to forskjellige studioene. I en konklusjon som ble laget poengteres det at lyden var av fundamental betydning for en toveis sesjon med lyd og bilde, og at lyden var det viktigste for å opprettholde kommunikasjonsprosessen. All undervisning i Haugesund ble gitt av bildet på monitoren, denne ble ansett som for liten, da kunne være vanskelig å oppfatte hva som ble sagt og gjort. De opplevde det som at det ble stilt større krav til konsentrasjonsevnen ved dette. Samtidig var plasseringen av kamera viktig, man anså at dette ikke kan plasseres på en slik måte at mediet bryter med vanlig innarbeidet måte å kommunisere på og i det henseende bør kamera og skjerm stå sammen.

#### 4.1.1 Vurdering

Denne undersøkelsen er meget viktig selv om den ble gjennomført for nesten 10 år siden. Den understreker oppfatningen med at lyden er mer viktig enn bilde. Rent teknisk er virkeligheten nå langt annerledes, men man påpeker at det er viktig at kamera blir plassert på en slik måte at man kan opprettholde for eksempel øyekontakt.



## 4.2 "Linking Public Spaces: Technical and social issues"

I en undersøkelse foretatt av [Grudin et al] ble tre fellesområder for ansatte i et firma, med ulike lokasjoner, knyttet sammen gjennom konstant overføring av levende bilder. Undersøkelsen tar for seg flere sider ved systemet, slik som tekniske sider ved lyd/bilde overføring, måter å øke sannsynligheten for uformell kontakt der behovet for privat "overføring" tas hensyn til og hvordan systemet ble oppfattet av brukerne.

I starten peker forfatterne på en del fakta som har kommet frem gjennom andre undersøkelser foretatt over et lenger tidsperspektiv: Disse støtter opp om påstander om at uformell kommunikasjon i bedrifter er svært verdifull - og dermed anerkjent. Utgangspunktet med forsøket til [Grudin et al] var å teste ut om digitale teknikker som muliggjør distribuerte arbeidsprosesser også kunne brukes for å støtte uformell kommunikasjon i større grad enn for eksempel e-post.

### *Teknisk*

Hver etasje i bygningene til firmaet var utstyrt med små kjøkken. Her kunne den enkelte forsyne seg av mineralvann, kaffe og te – og man valgte å la disse arealene være utgangspunktet for de virtuelle møtene som kunne finne sted. Som en start ble tre slike kjøkken satt opp med utstyr for lyd/bilde overføring seg imellom. Utgangspunktet var ønske om å filme all aktivitet på kjøkkenene, for å logge bruk av utstyret, men dette møtte kraftig motstand. Hvert kjøkken ble utstyrt med fire bildefelter: egent kamerabilde, et bilde fra de andre kjøkkenene og en live CNN overføring. Hvert kjøkken ble utstyrt med sensorer for bevegelse og varme, slik at det var kun overføring av bilde og full dupleks lyd når det var noen inne på kjøkkenene. Man satte også opp av- og på-knapper slik at det ble mulig å terminere lyd/bilde fra det enkelte kjøkken, dersom noen ikke ønsket å bli filmet.

Hvert kjøkken ble kontrollert av en Pentium III PC med Windows 2000. For overføring ble det vurdert å bruke MS Windows Media og MS NetMeeting, men disse applikasjonene tilfredstilte ikke kravet for sanntidsoverføring. De valgte "Forward video projection" siden dette ga akseptabelt kostnadsnivå og bildekvalitet. Hver PC fikk i ansvar å dele bildefilene opp i pakker for å sende disse til de andre rommene. Målinger viste at de nødvendige 10 datarammene kun brukte 41% av CPU og hver av 4 datastrømmene brukte 300 kbit/s av nettverkets båndbredde.

Største problemet var lyden, de ønsket full dupleks overføring for utveksling av lyd mellom rommene, og et slik system kunne medføre at en person som snakker vil høre ekko av egen stemme. Man kunne benytte en dyr hardware løsning for å redusere ekkoproblemet, men valgte en softwareløsning. Støy fra kjøkkenutstyr skapte også en del problemer i forhold ekkokanselleringsystemet. Dette ble løst ved å ta i bruk frekvensanalysator og dynamiske filter som fjernet støyen fra lyddataene. Kostnad for alt utstyr på hvert kjøkken beløp seg til 6750 \$.

### *Anvendelse*

Etter fire ukers bruk ble alle ansatte forelagt en spørreundersøkelse for å få tilbakemelding på systemet og flere interessante momenter kom opp. Hensynet til personvern ble hyppig diskutert i bedriften og enkelte uttrykte ubehag ved bruk av kjøkkenet. Man foretok målinger på bruk i løpet av en to ukers periode, det skjedde ved avlese sensorene, 23 sekunder var



gjennomsnittlig oppholdstid i hvert kjøkken. Samme undersøkelse viste at 60% av brukerne aldri ble snakket til gjennom systemet! Bare 4% hadde ofte samtale med andre gjennom systemet. Brukerne følte i stor grad (71%) at systemet tok vare på krav til personvernet. Loggen viste også at systemet var slått på i hele 90 % av kjøkkenbesøkene.

Folk flest opplevde kvaliteten på bilde som tilstrekkelig god, men syntes lyden var for dårlig. Imidlertid viste undersøkelsen at en forbedring av bilde/lyd i liten grad ville påvirke hvordan brukerne oppfattet systemet. Forskerteamet konkluderte med at dagens teknologi med rimelige mikrofoner ikke er god nok til avansert bruk som dette.

Undersøkelser i firmaet viste at uformell interaksjon mellom de ansatte ble av de fleste sett på som svært eller litt lavere enn det burde være. Ingen viste til at det var *for mye* uformell interaksjon. Halvparten mente at denne teknologien vil hjelpe til å øke den uformelle kommunikasjonen, og det var et stort ønske at prosjektet fortsatte.

Man anser at virtuelle kjøkken ikke er den eneste muligheten for bruk av slikt utstyr, og at kjøkken ikke var det beste stedet å ta utgangspunkt i, siden folk har vært så sensitive med hensyn til bruken. Sammenliknet med andre liknende prosjekter er dette vært større med hensyn på antall brukere og det var derfor vanskelig å forutse hvilken innvirkning størrelsen på prosjektet hadde på personvernssynet. En av konklusjonen i artikkelen er at man må være forsiktig med innføring når det ikke medbringe noen nye goder til brukerne, i eksemplet her ble kameraet plassert på et sted hvor man kunne hente gratis kaffe, men dette hadde også vært tilfelle før. For brukerne medførte det altså ingen nye goder. En annen konklusjon var at det var flere misfornøyde brukere enn det som undersøkelsene viste.

Fremtidsutsikten er at det uvisst om denne teknologien vil ha en fremtid i organisasjonen, mye avhenger av de sosiale spørsmålene. Man anser at teknologien benyttet ikke var dyr, og at prisen på slik utstyr vil forsette å falle, kvaliteten vil øke og liknende forsøk vil bli mer suksessfulle i fremtiden. Dette skyldes at nye generasjoner vil være mer åpne for kameraer og liknende ting.

### 4.2.1 Vurdering

Denne undersøkelsen trekker frem klare interessante elementer for anvendelser av videokonferanser. Her ser man klart uttrykk for den variasjonen som er mulig ved hjelp av videokonferanser. Jeg tror ikke at kjøkken var det stedet som først burde testes ut, det er et sted som man ønsker å være alene, men ideen var god. Man plasserer et "vindu" til et annet rom hvor man har mulighet for å se inn og kanskje møte noen andre. At folk var kritiske til bruk av dette var heller ikke helt uventet, mennesker er ikke utadvendte av natur, det ser man ved at ingen snakker til hverandre når man sitter på bussen. Potensialet for dette ligger i at man får noe tilbake i form av goder. Et problem som man anslo var at man ikke oppnådde øyekontakt med den "andre siden", dette var skyldt at man ikke hadde en ideel plassering av kameraet i forhold til bildet. Dette er noe å tenke på i forhold til egen oppsetting. I dette tilfellet var hovedmålet å forbedre den uformelle kommunikasjonen på arbeidsplassen. Dette fordi ledelsen mente at de ansatte også ville diskutere faglig relatert stoff ved sosiale sammenkomster, noe som ville gi økt kunnskapsdeling. Denne undersøkelsen tar for seg uformell kommunikasjon og ser på sosiale aspekter rundt det. Uformell kommunikasjon er vanligvis preget av personlig kontakt og fysiske relasjoner. Ved en slik måte å kommunisere på vil mange føle det ubekvemt å snakke med en "vegg". Mennesket har en naturlig motstand



mot forandring og slike møteplasser kan derfor møte en stor grad av skepsis i begynnelsen, noe som også var tilfellet i denne undersøkelsen.

### **4.3 "New functions for video"**

Prosjektet til [Isaacs et al] handlet om hvordan enkelte eksisterende applikasjoner støtter ulike aspekter for uformell kommunikasjon og ser på nye måter å bygge et system som er designet spesielt for slike spontane, ad hoc, møter. Prosjektet hadde som hovedmål å se på når og hvordan kontorarbeidere prater med hverandre. Mange samtaler skjer i formelle møter, hvor man har lange samtaler om fastlagte temaer. Mens de andre møtene foregår i korte øyeblikk, for å be om en tjeneste eller liknende. Dette prosjektet så altså på hvordan video kan støtte møter som er spontane. Ingen applikasjoner, som prosjektet kjente til, var laget for såkalte "chance-meetings". Men forfatterene ville med prosjektet vise hvordan en slik applikasjon kunne tenkes se ut.

Det vises til fire typer for kommunikasjon:

1. Planlagte Møter som er planlagt i forveien av begge parter.
2. Tilsiktete Interaksjoner som skjer når en person søker en annen for å diskutere et spesifikt tema, men hvor det ikke var noe planlagt.
3. Høvelige Interaksjoner som skjer når en person ser en annen og husker å spørre etter en ting.
4. Spontane Interaksjoner som skjer når noen ser andre og begynner å prate om ting som ikke var planlagt.

#### **Anvendelse**

De tre siste er å anse som uformelle. Mange systemer har blitt laget for de formelle konferansene, men få har fokusert på de siste. Prosjektet viser til en annen undersøkelse som er gjort med to arbeidere og deres samtaler. En oppsummering av dette og andre likende undersøkelser viser at man bruker mellom 25 og 70% av tiden til face-to-face møter. At samtalene normalt foregår rundt 1,9 minutter og at 88-93% av samtalene er å anse som uformelle, mange går til å dele informasjon i dokumenter og liknende, og veldig få samtaler benytter formelt språk.

Altså viser det seg at mellom 80-90% av møter skjer som uplanlagte møter og likevel finnes det ingen konferansesystemer som støtter dette. Undersøkelser har vist at distribuert samarbeid ikke er så suksessfullt, hvis man ikke samtidig kan gjennomføre ad hoc kommunikasjon. Det viser seg også at samholdet i en bedrift kan økes ved å ha sosiale møter.

De nåværende produktene som finner ser ut til og kunne brukes til møter mellom to rom. Eksempel på dette er PictureTel. Bruk av slike rom, konferanserom, må gjerne bookes flere dager i forveien siden utstyr er gjerne plassert på et vanlig møterom. I tillegg finnes det desktopapplikasjoner slik som ProShare og ShowMe for to eller flere personer som sitter ved PC-en sin. Men også desktopmøter må planlegges på forhånd. Og problemet er at det gjerne trenges lang tid for opplæring og oppsett for å komme i gang.

Programvaren over innehar elementer som gjør at de kan være mulig å arrangere spontane møter, men samtidig er det viktig at flere elementer støttes:



- Virtuelt delte kontor (*Virtual Shared Offices*) må ha en link mellom de som har konferanse oppe kontinuerlig. Det betyr at det skal være mulig å ta et raskt møte uten langvarig oppkobling. Problemet med dette er at man kan kun involvere de som allerede er online/tilkoblet linken og at andre ikke kan koble seg til.
- Et system må være designet for å hjelpe slik at interaksjon kan skje naturlig og ikke på bakgrunn av programvaren.
- Hvert kontor som skal delta må få et kamera, som sender ut et stillbilde til alle andre deltakende kontorer hvert 5. minutt, slik at andre vil ha muligheten til å sette opp konferanse når noen er inne. På en måte virker dette som en litt mer avansert utgave av det populære programmet ICQ.

Med dagens bedriftsledelse outsources deler av bedrifter og det endres beliggenhet slik at den uformelle kommunikasjonen reduseres, og mange jobber hjemmefra på hjemmekontor. Hvilken forutsetninger må video ha for å øke den uformelle kommunikasjonen igjen? Det trenges sikkerhet for at mottakeren virkelig er tilstede, man kan da for eksempel bruke planleggere for å sikre dette. Når man først vet at mottakeren er inne må det settes opp en link til ham (audio, video eller datadeling), dette må gjøres på en lett og raskt måte. Resultatet av prosjektet viser at det ikke kan være lange oppkoblingsprosesser, dette vil medføre at folk ikke bruker et slik system. Hvis mottakeren ikke er inne, skal det være mulig å sette opp en tid, slik at man samtale en annen gang, gjennom et slags notes system.

Oppsummering av dette:

- Man bør veldig enkelt se om kollegaer er inne
- Rask linje er viktig når oppkobling er oppe
- Man bør kunne legge igjen beskjed om man ikke oppnår kontakt
- Bør kunne legge igjen beskjed at man ikke er tilstede og når man kommer tilbake
- Støtte flerkanals audiovideo kommunikasjon
- Støtte multimedia meldinger

Når folk suksessfullt har satt i gang en interaksjon, trenges det støtte for å fortsette, dette gjelder både om man har startet en planlagt eller en uplanlagt samtale. Mange dagligdags samtaler inneholder referanse til dokumenter, også online (websider). Folk bør kunne bringe inn slike i samtalene, og det bør være mulig å vise og peke på disse.

Konklusjon på dette forsøket var å vise viktigheten med dagligdags/uformell kommunikasjon og spesielt spontane møter. Forsøket viser til ting som bør implementeres i et system som skal benyttes av en gruppe. Forfatterene tror ikke at et system vil få alle disse tingene implementert, men det er ideer som kan utnyttes.

### 4.3.1 Vurdering

Meningen med å bringe denne undersøkelsen inn var å vise hvordan forskerne mente at et verktøy som kan benyttes for uformelle situasjoner, burde realiseres. Nå hadde ikke vi mulighet, med det utstyret som vi hadde under test, til å implementere alle disse rekommendasjonene, men dette er noe som burde bli vurdert senere. En setting hvor man benytter desktopkonferanser, ser det ut som en idé å implementere dette sammen med et verktøy slik ICQ eller MSN Messenger. Begge disse har mulighet for å gi et signal om "awareness" eller om personer er inne. Man kan også implementere dette slik at man kan legge igjen beskjed om man ikke får kontakt. Forsøket viser videre til hvilken viktighet



uformell kommunikasjon har, på samme måte som undersøkelsen i {kapittel 4.2}. Og det burde virkelig ha vært et verktøy som støtter slik kommunikasjon.

En setting som spesielt vil egne seg er kanskje Microsoft Exchange, med dette er både mulig å sette inn en Messenger tjeneste og en konferansetjeneste gjennom Exchange Conferencing Server. Da oppnår mange av de rekommendasjonene som forskerne legger opp til i dette prosjektet.

#### 4.4 “Interfaces for Multiparty videoconferencing”

Dette prosjektet til [Buxton et al] beskriver hvordan vanlige flerbrukers videokonferanseutstyr er *begrenset i forhold til* brukerens mulighet å oppnå øyekontakt med andre deltakere, se hvem som er med i konferansen, mulighet for å delta i forskjellige diskusjoner parallelt, gjøre kommentarer og holde parallelle konferanser, beholde gruppen som en enhet, dele dokumenter, og, se meddeltakere i arbeid med prosjekt.

Å lage videokonferanser som involverer mer enn to brukssteder og flere brukere har gitt mange problemer i forhold til enkle videosystemer. I flerparti (multiparti) videokonferanser ser man alle deltakerene på en eller to skjermer. Og selv i en-til-en konferanser finnes det problemer med øyekontakt, kameraplassering (eventuelt kamerastyring) og hvordan lyden når frem. Dette i forhold til vanlige møter hvor alle er samlet i samme rom, hvor hver person har selv mulighet å styre sitt ”kamera” og ”høytaler” gjennom øyne og ører. Undersøkelsen gir også et par design alternativer til vanlig videokonferanser, og prototyper som ble testet ut og diskusjoner rundt dette.

##### ”PIP”

En vanlig metode er å bruke bilde-i-bilde (picture-in-picture; PIP), hvor man deler opp skjermen i flere deler, en for hver deltaker {Figurhenvisning: figur 11}.

Tabell 6 – Fordeler og bakdelene med ”PIP”

Fordeler:	Problemer:
Alle kan se hverandre	Bryter sammen hvis man har mange brukere (10 bruker – skjermen blir delt i 10 små deler. Vanskelig å oppfatte hva som skjer.)
Teknisk og økonomisk greitt	Vanskelig å oppnå øyekontakt
Mye i bruk	Umulig å oppfatte hvem som henvender seg til hvem (siden man ikke har et kamera til hver). Man kan ikke flytte ansiktet i en bestemt retning, det gir ingen virkning da skjermen er så liten
	Lyden fra alle kommer inn på samme høytaler (vanskelig å skille lyd i forhold til når man er i samme rom)

##### ”Hydra”

Ønsket med denne fremgangsmåten var at man skulle representere hver bruker med et video surrogat. Det man gjorde i virkeligheten var å ”gi” hver møtedeltaker en representasjon gjennom en skjerm og et kamera. For å oppnå en virkelig situasjon kan disse plasseres rundt





bordet som i et virkelig møte. Med denne teknikken vil man få et ansiktsbilde som man kan henvende seg til, og som gjør det mulig å skille i lyd i forhold til plassering i rommet. Dette gir mulighet for å se direkte på kun en deltaker, slik at det kan oppnås øyekontakt. På denne måten kan man lage et virtuelt rom og tenke seg at de andre deltakerene i møtene virkelig sitter rundt bordet {figurhenvisning: figur 13}.

Dette systemet gjorde det altså mulig å henvende seg til den enkelte deltakeren. Hydra støttet også at det var mulig å gjennomføre simultane samtaler. Et videre ønske var å opprettholde muligheten for et personlig plan. Hydra gjorde det mulig å sette opp en privat linje mellom to deltakere, men samtidig vil det være som i et vanlig møte at de andre kan observere at det "viskes" uten at de kan høre om hva.

### **Konklusjon**

Konklusjon som disse prosjektene kom opp med var at systemer for multiparti konferanse må støtte at man:

- Oppnår øyekontakt med andre deltakere
- Se hvem, om noen, som ser på en og hvem som følger med.
- Selektivt høre på forskjellige, parallelle samtaler.
- Gi kommentarer til andre enn taleren
- Holde parallelle konferanser
- Opprettholde gruppe tilhørighet
- Dele dokumenter ol

### **4.4.1 Vurdering**

Meningen med å ta med denne undersøkelsen var å vise ulike typer forskjellige oppsett som er mulig. "PIP" metoden ble av undersøkelsen ikke alltid ansett som en god løsning, dette er også noe som blir vurdert i neste kapittel (Kapitel 5 "Marked og utbredelse") og dette var også en god grunn til å ta denne. Man konkluderer med at det ikke er veldig lett å oppnå øyekontakt med "PIP" metoden, samtidig som man ikke kan benytte kroppsspråket til å henvende seg til den enkelte. Men denne metoden er veldig egnet når man har mange deltakere og møtet foregår med såkalte desktopløsninger {henvisning: kapitel 5.2.2}. Mulighet for den viktige øyekontakten er alltid et mål å strebe etter og videokonferanser bør bli slik at alt blir så likt face-to-face møter som mulig. Derfor egnet "Hydra"-prinsippet seg meget bedre. Enkelt sagt er at man plasserer monitorer med kamera på rundt et møtebord, og lar dette være en virtuell erstatning for den personen som egentlig skulle sitte der. For å ha mulighet til å gjennomføre et slikt møte er det behov for flere parallelle videokanaler, som er hovedkjernen i denne oppgaven. I et av testoppsettene som vi vil prøve utføre ønsker vi å få gjennomført dette oppsettet {henvisning: kapitel 6.3.5}. "Hydra"-varianten er bare egnet når man ikke har veldig mange personer som deltakere, dette ville vært teknisk "umulig" å få gjennomført. Praktisk ville det også medført problem. Konklusjon som vi kan trekke er at systemer bør ha støtte for at man henvende seg visuelt til en annen og at det er viktig at man kan oppnå øyekontakt.

### **4.5 "Face-to-Face Group Work Compared to Remote Group Work With and Without Video"**

For å vise til en undersøkelse som viser hvor viktig også video er i en konferanse vises det til forskningen til [Olson et al]. Forskingen deres har fokusert på fire områder: vanlige møter



face-to-face med bruk av papir og blyant, vanlige møter hvor man bruker en felles editor for å samle informasjon, møter arrangert over distanse styrt av en høykvalitets audiolinje og møter arrangert over distanse med både høykvalitets lyd og video. Resultatet viste at møter med høykvalitets video var like bra som vanlige face-to-face møter. Mens distansemøter var ikke like suksessfulle når man bare hadde lyd og ikke hadde video. Men prosessen vil som vi vil se være forskjellig mellom vanlige møter og distansemøter.

Møter er en viktig del av samarbeidsprosessen i en bedrift, møter spenner mellom de som har fastlagte temaer til uformelle, ad hoc, hvor folk kommer sammen for å finne løsninger på et problem. Problemet er at ikke alle personer kan delta på samme sted til samme tid – man må enten reise eller bruke videokonferanser. Først ble det undersøkt møter som ble arrangert som face-to-face møter. Disse ble skilt mellom de møtene som brukte tavle, penn og papir for å oppnå ideer og de som brukte et PC-verktøy for det samme. Disse to forskjellige settingene ble deretter vurdert av uavhengige personer for hvor mye som ble oppnådd. Det ble klart at gruppen som brukte et PC-verktøy hadde kommet klart lengst i arbeidet og oppnådd best resultater. Men personlig var denne gruppen ikke like godt fornøyd med arbeidet i forhold til de som hadde jobbet på ”tradisjonell” måte.

Med moderne nettverksteknologi er det mulig å gjennomføre samarbeid over distanse. Man ønsket å vurdere hvordan grupper med videokonferanser kunne oppnå resultater. Tidligere har vi sagt at lyd er mye mer viktig enn video for å oppnå dette. Så derfor ble gruppene i denne settingen delt mellom de som fikk bare lyd til å samarbeide med og en gruppe som også fikk video. Lyden var av meget god kvalitet og kunne ikke sammenliknes med vanlige telekonferanseverktøy. Man ville vurdere om og hvordan video kunne gi noe ekstra for å løse problemer. På begge stedene hadde man mulighet til å løse problemene med det samme PC-verktøyet.

For å vurdere resultatet ble dette målt ved hjelp av en mengde ulike anerkjente prosesser. Dette blir ikke referert her, men antallet grupper som var med i dette var 74. Vi ser også vekk fra de videre resultatene fra de møtene som ble arrangert som vanlige face-to-face møter. Oppstillingen av utstyr var en PC med et samarbeidsverktøy på, og to monitører med mikrofon slik at man kunne oppnå øyekontakt med de andre deltakerne, dette ble styrt av en videokonferanseenhet. Gruppen med bare lyd hadde ikke monitører, men ellers var alt likt. Verktøyet som ble benyttet var et program som gjorde det mulig for alle deltakerne å forandre dokumenter og samtidig se hva de andre gjorde.

Konklusjonen til undersøkelsen var at man ved hjelp av video og audio kan samarbeide like enkelt som i et vanlig møte. I et distansemøte med bare lyd vil resultatet som oppnås være av lavere kvalitet enn ved face-to-face møter. Gruppene med bare lyd til å referere seg med oppnådde også dårligere resultat enn de gruppene som også hadde video. Vurderingen til gruppene og forskerne var at video virkelig ga noe ekstra, man oppnår blant annet større aksept for distansemøter når det ble benyttet også video. Ekstra viktig var at man hadde mulighet til å oppnå større sosial nærhet gjennom at man kunne se hvordan folk reagerte på forslag som ble tatt opp, dette er ikke mulig ved bare en telekonferanse. Men likevel sier forskerne at distansemøter ikke er like bra som face-to-face møter; man vil i videokonferanser måtte avklare en del ting som man tar for gitt i vanlige møter.



### 4.5.1 Vurdering

Resultatet som ble presentert i denne undersøkelsen er meget viktig. Til nå har den vanlige oppfatningen vært at lyden var mye mer viktig enn video, men denne gjør dette delvis til skamme. Her understrekes det at man oppnår langt høyere resultater når man også benytter video. Det var en selvfølge at man benyttet høy kvalitet på denne videoen og dette var et viktig element for at det ble så suksessfullt. Men samtidig var det en viktig avklaring at man ikke kunne sammenlikne vanlige møter med videokonferanser fullt ut. En konklusjon er at folk liker å se hvem dem prater med, video gjør at man føler seg mer egnet til å snakke og samarbeid med andre for å overbevise og løse problemer. Dette medfører at man blir engasjert i arbeidet og oppnådd resultat blir bedre.

### 4.6 Oppsummering

Hvilken slutning og lærdom kan vi trekke ut fra disse tidligere undersøkelsene? Det vil det dette oppsummerende kapittelet omhandle og her vil det også drøftes litt videre rundt dette. Her plasseres også mitt arbeid i lys av disse andre forskningsarbeidene.

Som vi har sett av de fem forskjellige forskningsarbeidene har det blitt lagt ned mye arbeid innen samme arbeidsfelt tidligere. Hver av disse undersøkelsene ble valgt fordi de representerer forskjellige aspekter innen noenlunde det samme feltet. Vi har valgt å fokusere på anvendelsesiden ved disse forsøkene for å prøve og trekke lærdom og slutning.

Til nå har det blitt laget mange verktøy som støtter videokonferanser, men veldig få har vært lagt opp for uformell kommunikasjon. I eksempelet til [Grudin et al] ble virkelig uformell kommunikasjon utprøvd, med kanskje litt for dårlig resultat. Et problem man hadde i dette forsøket var at den sosiale nærheten var lav, bildet var et dårlig "kikkehull" inn i veggen. Man hadde blant annet undervurdert den viktige øyekontakten som trenges. Dette er et punkt å ta med seg.

I en annen undersøkelse ble det vist til at video var like viktig som lyden, men dette er en kontrast med andre undersøkelser som sier at lyden er mest viktig. Man bør altså opprettholde et høyt nivå på videosignalene med god kvalitet og ytelse. Dog må det bekreftes at det ikke ville vært veldig hensiktsmessig å gjennomføre videokonferanser uten lyd. Man kunne ikke ha hatt mulighet til å formidle noe budskap bare ved hjelp av video. Men det var heller ikke det undersøkelsen sier, for i tillegg til en meget god videokvalitet behøves en like god lyd kvalitet for at samarbeid over distanse skal lykkes.

Med henvisning til forsøkene med "Hydra" og "PIP" ble det klart at "bilde-i-bilde" metoden var en metode som var best egnet for store møter med mange deltakere og for desktopkonferanser. Mens "Hydra" metoden, med mulighet for å henvende seg til en spesiell deltaker ved hjelp av arm- eller andre bevegelser, var klart best egnet når man skulle ha et møte over distanse med få deltakere. Akkurat dette punktet ble også understøttet i rapporten til [Olson et al].

En klar mangel i disse undersøkelsene har vært fokus på sosial nærhet. [Grudin et al] la opp til å vise at brukerne av systemet var fornøyd, men likevel ble det lite brukt. Også de andre undersøkelsene, som det refereres til her, og andre som er vurdert har det vært liten fokus på dette. Derfor vil det arbeidet som legges opp til i min rapport være et lite stykke "nybrottsarbeid", og i konklusjonen vil det vises til om hvordan flere videokanaler og høyere



kvalitet kan brukes til å øke den sosiale nærheten mellom brukerne av et videokonferansesystem. Dette prosjektet vil derfor ligge i grenselandet mellom en undersøkelse av teknikk og av hvordan folk vil oppleve denne.

### ***Konklusjon***

Basert på erfaring fra disse undersøkelsene er det tre punkter som stikker seg ut som man bør streve etter å oppnå og som blir en liten konklusjon over de andre arbeidene:

- Øyekontakt er viktig
- Både god lyd- og videokvalitet er en selvfølge
- Mulighet for å henvende seg fysisk til en annen møtedeltaker



## 5. Marked og utbredelse

Videokonferanser har eksistert i mange år uten at dette har fått skikkelig fotfeste i markedet, mange har over lang tid sagt at dette ville bli "the new happening", men så har interessen dalt etter som man ikke fikk så mye ut av møter arrangert med hjelp av videokonferanser. En del bedrifter, de feste større, har forsøkt å implementere videokonferanser i sine arbeidsmønstre, mange uten å lykkes. Likevel ser vi at de fleste bedriftene tar denne teknologien inn i arbeidshverdagen. Dette kapittelet vil omtale noen bedrifters bruk av videokonferanser og hvordan enkelte bruksmønstre har etablert seg. Det var meningen å få gjennomført en empirisk undersøkelse av dette, men av tidshensyn og andre ting har vi valgt å henvise til andre undersøkelser som har blitt gjort på dette området.

På 1990-tallet skjøt salget av videokonferanserenheter fart og de fleste større bedrifter har nå et eller flere møterom, eller studioer, for videokonferanser [Jacobsen et al]. Teknologien som muliggjorde denne eksplorative økningen var ISDN. Status for situasjonen i Norge mot slutten 1990-tallet var at videokonferanser var blitt en del av kommunikasjonsteknologiene som ble benytte regelmessig av brukere, men likevel stod dette langt tilbake fra vanlige møter, telefonkonferanser og elektronisk post (e-mail) [Jacobsen et al]. Det var også en stor variasjon hvordan ulike bedrifter var kommet i implementeringen og i bruk. Også de fleste høyskoler og universiteter har tatt del av denne teknologien både i møte- og undervisningssammenheng.

Viktige forhold for at disse teknologiene har blitt tatt i bruk er først og fremst den teknologiske utviklingen med "bredbånds-" ISDN og at utstyret ble standardisert. Men like viktig er at dagens samfunn med nettverkssamarbeid som en viktig del av arbeidshverdagen, vil man måtte søke informasjon rundt hele verden. Samtidig har industrien blitt lagt om mot mer informasjon- og kunnskapsproduksjon – dette øker også behovet for interaksjon. Disse omleggingene har økt behovet for reisevirksomhet, men det er håpet at videokonferanseverktøy vil og kan ta over for en del av dette. Tidligere har utstyret for videokonferanser lidd av lite tilfredsstillende kvalitet, både på lyd og bilde. Ei heller brukervennligheten har vært god, men nå som utstyret har blitt mer standardisert og folk har blitt mer vant til datautstyr, vil dette er også bedre seg.

### 5.1 Utvikling og bruksmønstre i bedrifter

Forholdene ligger godt til rette for at videokonferanser skulle hatt en viktig del av markedet, som vi har sett har mange firmaer tatt i bruk denne teknologien, men likevel er bruksmønstrene langsommere enn hva man ville ha ventet. Vi har basert undersøkelsen på en annen norsk undersøkelse om aksept for bruk av videokonferanser, så hovedkilden til informasjon er hentet fra [Jacobsen et al], men også egne og andre innspill refereres.

Utviklingen er at flere og flere bringer videokonferanseutstyr inn i bedriften, men innføring av kommunikasjon- og samarbeidsteknologi er gjerne en komplisert og langvarig prosess som krever planlegging og oppfølging. Det blir syndet med planleggingen og dermed blir resultatet deretter, videokonferanseutstyret blir stuet bort og glemt. Samtidig har en del av de større bedriftene blitt flinke til å utnytte dette. Norsk Hydro har i løpet av de senere årene økt sine månedlige videomøter fra 40 til 400 [Bang] og dermed spart store summer i reiseutgifter. Flere av de andre store bedriftene har fulgt opp dette, og også Forsvaret har begynt å investere i slik utstyr i takt med at internasjonale oppdrag øker. Fortsatt bruker disse firmaene så og si



bare ISDN-utstyr, bakgrunnen til dette er at det først er de senere årene som man har begynt å snakke om bredbånd og IP.

I følge undersøkelsen til [Jakobsen et al] var de viktigste grunnene til at videokonferanser ble tatt i bruk blant annet mange distribuerte rutinemøter, reorganisering av fysisk beliggenhet og deltakelse i forskningsprosjekter. Men motivene bak at man satte i gang slike tiltak i bedriftene var mer økonomiske gjennom besparelse av for eksempel reisekostnader.

### 5.1.1 Bruksmønstre

Et eksempel på bruksmønstre er i sammenheng med ordinære møtevirksomheter. I ulike bedrifter er det ganske ulike preferanser om bruk av videokonferanse. Innholdet som blir tatt opp i slike møter varierer fra ganske *komplekse ting* til *korte og enkle* møter. Som eksempel på det siste nevnes oppdateringer som skal bli gitt til prosjektmedarbeidere. En slutning som blir trukket er at etter hvor mye erfaring man har med bruk av videokonferansemøter jo mer komplekse temaer kan taes opp. Det foregår mer sjeldent at bedrifter opprettholder kontakten med sine kunder gjennom videokonferanser. Kundekontakt anses i følge [Jakobsen et al] ofte for å være for avhengig av direkte kontakt til at denne kommunikasjonen kan gjennomføres som videokonferanse. Men et par bedrifter har hatt kontakt med kunder på denne måten og de erfaringene de hadde var gode.

Fellesnevneren for bruksmønstre og det deltakerene selv sier, er at man ser at potensiale i bedriften ikke er utnyttet og at flere møter burde ha vært avviklet som videokonferanser. Noe som beskriver den forskjellige brukerens bruk av slike rom, er at noen utnytter det mye, mens andre, de fleste, aldri bruker dette. I følge undersøkelsen er det ikke de som omtales som ”de teknologiglade ingeniørene”, som bruker mest tid i slike rom, og blant de aktive brukerne finnes folk av begge kjønn og i alle aldre.

Men videokonferansene har i større grad blitt tatt i bruk for å erstatte langvarige reiser. Spesielt etter at hovedflyplassen ble flyttet fra Fornebu til Gardermoen ønsket flere bedrifter å gå over til videokonferansemøter. Det har derfor blitt etablert rutinemessige møter som tidligere ville ha medført reising. Særlig skjer dette i firmaer som har avdelinger eller hovedkontor utenfor Norges grenser, og i flere tilfeller er det bedriftenes utenlandske partnere som presser på at norske kontakter skal ta i bruk videokonferanseutstyr.

Også til ad hoc møter hvor ting skal skje raskt har videokonferanser tatt over en del av bruksmønsteret, og det viser hvor viktig dette er når uforutsette ting oppstår. Som noen uttaler seg til undersøkelsen, man hadde ikke vist hva som skulle ha blitt gjort dersom det ikke var for video.

I Telenor selskapet Zonavi har de trukket møtebegrepet ennå lengre [Valvik]. Under idémøter sier ingen av deltakerne noe som helst, alt foregår ved hjelp av datakonferanseverktøy. Et tema som skal bli tatt opp blir diskutert ved hjelp av et konferanseverktøy. Flere diskusjoner kan på den måten foregå samtidig, og alle argumentene kommer hulter-til-bunter nedover skjermen. Dette skal føre til at alle får tid til å fremme argumentene sine, uten å bli oversett. Alle innleggende kommer anonymt, men alle kan se og svare på dem. I følge [Valvik] skal dette være svært hensiktsmessige møter som selskapet gjerne vil fortsette å benytte.



## 5.2 Løsninger

### 5.2.1 Komplette løsninger

Komplette løsninger er systemer som gjerne må settes opp fast i et rom eller i et område, noen velger å kalle det for gruppe- eller romsystemer. Dette er systemer som spesielt er egnet for grupper med mange personer og er egnet for møter eller undervisning. Slike komplette løsninger består gjerne av et kamera som er styrbart, monitorer eller videovegg, lyskilder, høyttalere og mikrofoner nøye plassert i rommet for å gi den best mulige settingen. Kvaliteten på slike løsninger er gjerne god både når det gjelder lyd og bilde.

Til å styre alt dette har man en enhet som koder om til signaler før det sendes over til den andre møteparten. Man har mulighet for at flere møtesteder møtes ved hjelp av en MCU, men det mest vanlige er at to enheter samles til slike møter. Det kreves gjerne et rom som blir dedikert brukt som videokonferanserom for at dette skal fungere og det må da være innredet på en hensiktsmessig måte.

### 5.2.2 Desktop løsninger

Denne løsningen er systemer som bruker bare PC-basert teknologi. Man foretar konferanser direkte fra PC-en. Denne har da bare mikrofon, høyttalere og gjerne et lite web-kamera og all kommunikasjonen foregår via skjermen enten som tale eller som ren tekst chatting. Disse kan sies og finnes i light-versjoner også, dette er programvare slik som ICQ ("I Seek You"), Microsoft Messenger eller AOL Instant Messenger, som stort sett bare fokuserer på tekstsamtale mellom to personer. Flerpartskonferanser er også mulig, men stort sett benyttes da andre "chatte" muligheter på Internett.

Tilbake til de konferanseverktøyene som er tenkt mer dedikert for desktop konferanser. Også disse egner seg best for to personer, selv om ny teknologi som MCU har muliggjort at flere kan snakke sammen. Siden skjermen på en PC ofte er så liten, kameraene som benyttes er av lav kvalitet og linjene som benyttes for overføring også har lav hastighet, vil slike konferanser ikke være egnet for lange samtaler om avanserte temaer. Slike samtaler egner seg best på kontoret og bør være lette å sette opp slik at man kan gjennomføre ad hoc samtaler raskt. Fordelen med disse typene applikasjoner er at de er billige og har ofte en god integrering med andre applikasjoner som brukes. Man kan lett dele ut programmer eller overføre filer mellom deltakerne.

### 5.2.3 Minimumsløsning vs avansert løsning

Man kan også dele dette ned til en minimumsløsning og en avansert løsning. Minimumsløsningen er egentlig telefonen, som i mange sammenhenger er den viktigste og den mest brukte. Flytter vi oss over til datamaskinen har e-post tatt mer og mer over for annen kommunikasjon og utnyttes også mer og mer som et konferanseverktøy. Men dette er veldig statisk og man får lite flytt i kommunikasjonen. Få profesjonelle har tatt i bruk ICQ og den slags som verktøy, hvis vi ser bort fra selskapet Zonavi som det refereres til ovenfor. Dette blir gjerne veldig usikkert og man er avhengig av de begrensningene som settes i slik programvare.

NetMeeting er klart et viktig produkt som gir både mulighet for overføring av lyd og for overføring av video. Samtidig som man kan utveksle idéer ved hjelp av den kjente



”whiteboard” funksjonen. Kvaliteten på en konferanse med NetMeeting er ikke all verden, men det har blitt utviklet en del konferanseverktøy som delvis eller helt opererer med NetMeeting i grunnen som har større kvalitet. Slike verktøy som må omtales som desktopløsninger har rimelig god kvalitet i forhold til bruksområdet. Dette betinger selvsagt en god forbindelse med høy kapasitet. Et eksempel på slik programvare er for eksempel Microsoft Exchange Conferencing Server som utnytter IP Multicasting slik at nettet ikke vil være et stort problem i lengden. Problemet med slike verktøy er at dette ikke er noe høyoppløselig kameramuligheter og dermed kan dette ikke utnyttes i en reell møtesituasjon.

Til dette duger kun en avansert løsning. En avansert løsning er et stort konferanserom med bord og stoler, og det elektriske utstyret gjemt bort. Man har for eksempel prosjektører som er montert bak lerret (baklys) eller store monitører bygget inn i veggen, man har flere kameraer som kan zoomes og flere mikrofoner for å lage det beste lydbildet. Lysforholdene og akustikken er spesialbygget. Et slik rom er egentlig det eneste som duger i den virkelige verden. Det finnes enklere varianter av avanserte løsninger slik som mobile systemer på hjul og liknende, men disse betinger planlegging.

### ***Hva prisen på utstyret gir i forhold til kvalitet og ytelse***

I følge undersøkelsen til [Bang] hadde Norsk Hydro lagt ned 250000 kroner for hvert rom de hadde utstyrt med videokonferanseutstyr. Av dette utgjorde utstyret cirka 100000 kroner. I bunnen ligger det et faktum at man får ikke utnyttet utstyret mer enn det som nettet klarer. Så dersom man ikke har fått lagt opp et godt nett vil det ikke være hensiktsmessig å satse på det dyreste som finnes.

I den andre ytterenden finnes det relativt godt utstyr til rundt 1000 kroner. Hvis man har en vanlig PC, så kan man lett kjøpe seg et godt nok kamera for personlig bruk og for eksempelvis ta i bruk NetMeeting. Har man i tillegg PC-en utstyrt med en høyttaler og mikrofon kan man starte opp med konferanser.

Prisen på utstyret gir mulighet for god kvalitet, gjennom kodekser og godt utstyr, men det som det hele faller ned på er egentlig kvaliteten og spesielt båndbredden på de linjene man kan benytte. Har man gode linjer vil det lønne seg og også benytte utstyr av god kvalitet, dette gir mye bedre ytelse og virkelighet, enn ved å benytte seg av lavkost utstyr. Men opererer man med dårlig båndbredde er det ingen vits å satse på noen høy prisklasse på utstyret, man får aldri utnyttet dette i praksis.

### ***5.3 Muligheter fremover***

Ettersom tiden går fremover fortsetter en å vente at det kommer en utvikling med mer IP-utstyr. Bredbåndstjenester og digitalt fjernsyn åpner dette markedet ytterligere. ”IP over everything – everything over IP” er et kjent uttrykk, alt skal nå kjøres over IP. Forsvaret vil for eksempel sette opp IP-nett til bruk for videokonferanser, siden dette gir mye større muligheter for kryptering enn hva ISDN opererer med i dag. IP åpner en ny verden, men dette vil også bety at man må bytte ut utstyr som i dag bare benytter ISDN og legge inn mye penger i nytt utstyr.

Tjenestemessig vil bare fantasien sette grenser. Man ser for seg en større integrering av TV og Internett, hvor man aktivt kan delta i programmer fra egen stue. I fremtiden hevder analytikere at man skal alltid se den man snakker med, videokonferanser er egnet til begge





deler. Pengene i fremtiden ligger å lage tjenester som folk vil ha, vi har sett hvilken potensiale og suksess som har ligget i SMS i mobilmarkedet, mens flere ”dot.com” firmaer i det smale markedet på Internett har mildt sagt tatt vann over hodet. Hvordan videokonferanser vil overleve er ikke opp til denne oppgaven eller lett å vurdere, men de bør ha en god sjanse.

UMTS er også et skudd på fremtidens stamme. Produsentene av slikt utstyr ser for seg modeller med kamera og farveskjerm. Alle skal se den man snakker til fremtiden. Dette åpner for at man virkelig får mobile videokonferanser, man kan ta et møte der det skjer. Selv om de åpenbart mest optimistiske legger opp til en høy båndbredde på det nye nettet, er det å forvente seg langt lavere hastighet og middelmådig kvalitet på eventuelle konferanser.

Paradoksalt kan vi si at markedet for videokonferansetjenester er ”frosset” siden folk ikke ser nytten av et ”kikkehull”. Derfor betinger suksess at man realiserer en mer virkelighetsnær verden i fremtiden.

## 6. Eksperimentell setting

### 6.1 Innledning

Den viktigste delen av oppgaven har gått ut på å teste multimedia over IP. "6B ISDN" er i dag etablert som en "de facto" standard for videokonferanser. Denne båndbredden (ca 380 kb) gir et akseptabelt videobilde og god lyd (avhengig av kamera, mikrofon og lyskvalitet). Denne teknologien må allikevel beskrives som "kikkehullsteknologi" hvor en får et lite utsnitt av handlingen på den andre siden. Vi er inne i en teknologisk utvikling hvor vi kan forvente stadig rimeligere båndbredde og høyere kvalitet på standard videoutstyr. Ideen med forsøkene var å undersøke hvordan flere videokanaler og/eller høyere kvalitet kan tilføre videokonferanser økt verdi.

Forsøkene foregikk ved Høgskolen i Agder, Grimstad, og mot Studio Apertura, Trondheim. På disse stedene var det satt opp tilsvarende utstyr slik at forsøkene kunne gjennomføres tilfredsstillende. Forsøkene fant sted i uke 17 og uke 18, 2001.

Til gjennomføringen ble det benyttet utstyr fra TANDBERG. TANDBERG er en av verdens ledende tilbydere av videokonferanse løsninger. Selskapet designer, utvikler og lager videokonferanseutstyr for salg, sammen med support finnes de i mer enn 50 land over hele verden. TANDBERG har hovedkontor i Oslo, og store kontorer i USA, England, Canada og Kina.

Først beskrives utstyret og deretter går vi mere inn på hvordan vi opplevde utstyret, hvordan det virket, testopplegget og en drøfting av kjernes spørsmålet.

#### 6.1.1 TANDBERG 6000

Til bruk i prosjektet gjorde vi nytte av en modell fra TANDBERG, som går under betegnelsen TANDBERG Vision 6000. Denne støtter multimedia konferanser over IP. For å sette leseren litt inn i utstyret blir dette presentert.

#### TANDBERG 6000



Figur 7 – Bilde av TANDBERG 6000 [Tandberg]

Fra "skrytebrosjyren" for TANDBERG [Tandberg1]:

- I følge produsenten innehar TANDBERG Vision 6000 den fremste teknologien for videokonferanser.



- Vision 6000 kommuniserer på opptil 12 ISDN B-kanaler (768 kbps er den høyeste kvaliteten tilgjengelig over ISDN).
- I tillegg kan man kommunisere over LAN/IP, kommunikasjons hastighet: 2Mbps.
- TANDBERG Vision 6000 har alle videokonferansefunksjoner slik som:
  - Videostreaming (tast inn anleggets IP og du kan fra en PC se overføringen)
  - Direkte tilkopling av PC-signaler
  - Innebygget MCU (Multi Conference Unit lar deg snakke med flere lokasjoner samtidig).
- Produsert for møterom der det er mye bevegelse i bildet.

En av grunnene til at dette systemet er så populært er at det leverer høy kvalitet, er pålitelig og i følge brosjyrer skal utstyret være meget lett å bruke. Denne modellen er fremst ment for store møterom, for å skape et godt og effektivt møtemiljø.

TANDBERG 6000 består av to 32 tommers skjermer som står på toppen av et trillebord og skal være enkelt nok for en person å betjene. Betjeningen skjer ved on-screen interface og man kan også benytte seg av fjernkontroll for dette. Det å sette opp en videokonferanse skal det være like enkelt som å ta en telefonsamtale; taste nummeret og trykke CALL.

Lyd- og bildekvaliteten med TANDBERG 6000 er styrt av noe som kalles ”*Intelligent Call Management*” som gjør at det hele tiden blir brukt det beste realiserbare. Denne skal ikke behøve å være brukerstyrt. Samtidig skal bildene og følelsen være så realistiske at brukerne skal føle og være i samme rom, selv om de befinner seg langt fra hverandre. En grunn til dette er at den gjør nytte av noe som kalles ”*Natural Video*” som med opptil 60 bilder i sekundet gir naturlige bilder.

Med de to skjermene kan den ene benyttes til å vise en presentasjon (i f.eks. PowerPoint) og den andre kan benyttes for å vise den som presenterer og oppnå øyekontakt med ham. Oppløsningen på kameraer som støttes (både fra PC og dokumentkamera) er 4CIF (som blir 704x576 pixels), dette er ganske bra, problemet ligger mere på at det ikke finnes rimelig kameraer som gir så god oppløsning. Det skal også være enkelt å koble til en PC gjennom XGA Input port for å sende data, uavhengig av software og hardware.

Det er mulig å sette opp konferanser med mer enn to grupper. Utstyret gir også støtte for at deltakere kan delta som telefondeltakere. Og hvis flere brukere kobler seg opp med video vil skjermen bli delt opp i forskjellige ruter slik at man vil kunne se alle. Systemet har altså også innebygd en streaming funksjon for å sende lyd og bilder til vanlige PC-er som er koblet til Internett.

Systemet vil automatisk detektere om brukeren setter opp en ISDN- eller IP-konferanse. Og det er mulig å sette opp en side hvor man kan monitorere og administrere konferansene, gjennom et enkelt web-grensesnitt.

### ***Flere stikkord rundt det tekniske (over IP)***

- Båndbredde med H.323 → 2 Mbps
- Videostandarder som støttes H.261, H.263
- Audiostandarder: G.711, G.722, G.728
- 5 videoinnganger/utganger
- 6 audioinnganger/3 utganger



- Videoformat: PAL
- Oppløsning som støttes: opp til 4CIF (704x576 pixel)
- Bilderate: 60 felter per sekund (med 2 Mbps)
- Flere typer nettverksinnganger bla. Ethernett (10/100 Mbit) og ISDN
- Hvis det er to i konferanse (point-to-point) støttes 2 Mbps + 3 telefonbrukere via ISDN
- Hvis det er tre i konferanse støttes 1 Mbps + 2 telefonbrukere
- Hvis det er fire i konferanse støttes 768 kbps + 1 telefonbruker
- Kamera med 12x zoom, autofokus osv
- Mulighet for streaming (RealPlayer) til andre PC-er og NetMeeting (T.120)
- Innebygget mulighet for passordbeskyttelse og kryptering.

### 6.2 Testsetting

Vi ville i første omgang fokusere på en setting med point-to-point forbindelse, slik som mellom Grimstad og Trondheim, altså med ikke mer enn to forskjellige steder. Dette er det mulig å gjøre med bakgrunn av den gode dataforbindelsen som finnes mellom disse to stedene. Her kan UNINETT sitt nett benyttes, som både høyskolen i Grimstad og Studio Apertura er tilknyttet. UNINETT har som formål å utvikle et landsomfattende elektronisk datanett for forskning og utdanning med tjenester på linje med det beste som finnes i det internasjonale akademiske miljøet, og har derfor et høykapasitets nett, som er uten store problemsoner og som er vel testet. Det har ikke vært et av hovedelementene ved testingen og se på nettet.

I de videre beskrives forskningsspørsmål, tekniske og ressursmessige rammer og initiell konfigurering av utstyr.

#### 6.2.1 Forskningsspørsmål

Kjernen i forsket var å undersøke hvordan flere videokanaler og/eller økt videokvalitet kan tilføre videokonferanser økt verdi. Vi ville spesielt søke konfigurasjoner og teknikker som kan gi bedre følelse av sosial nærhet eller bedre kontakt med og oversikt over aktiviteten ”på andre siden”.

- Setting: Typisk møte/formidling med to til 4 deltakere på hver side
  - Ønsker å samle tekniske (praktiske) erfaringer med videokonferanse over IP og bruk av flere samtidige videokanaler.
  - Underpunkter:
    - Størrelse på bilde kontra oppløsning.
    - Hva er *god* nok kvalitet?
    - Flere videokanaler – hvilken opplevelse vil dette føre med seg?
    - Øyekontakt.

Initialt ønsket vi en interessant setting hvor vi ville prøve å teste ut er muligheten til å bruke TANDBERG 6000 for å gi et oversiktsbilde fra et møterom, samtidig som det kan tenkes å benytte en applikasjon som Microsoft Exchange Conferencing Server eller Polyspan for å gi mulighet til desktop konferanse. En slik mulighet gir brukeren anledning for å se rett inn i neste rom – at ”bordet fortsetter rett inn i skjermen”. Dette var tenkt gjort ved ”storskjerm” eller ved hjelp av en videoprojektor.



Det har vist seg i flere andre undersøkelser bla [Buxton] at det er et problem at man ikke har mulighet å henvende seg direkte til en person, enten gjennom bevegelser eller øyekontakt. Problemet med applikasjoner slik som NetMeeting er at man ikke har mulighet å oppfatte øyekontakt da gjerne skjermen er delt opp i for mange ruter, det blir små bilder osv. Et oversiktsbilde vil kunne gi noe av denne muligheten tilbake.

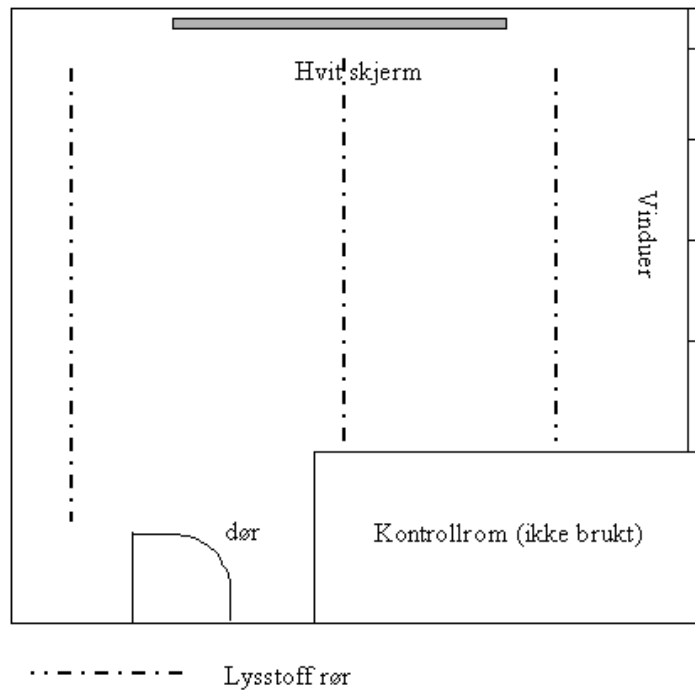
For å oppnå det vi ønsket, nemlig å se hvordan flere videokanaler skal kunne gi høyere følelse av sosial nærhet, ville plassering og antall kameraer være viktige. Det var også en forutsetning at man hadde tilgang på gode kameraer med rimelig kvalitet.

En av de andre grunnene til at vi ønsket å ha med MS Exchange Conferencing Server var basert på erfaringer som er gjort i andre undersøkelser. [Buxton] kom frem til at det var viktig at man kunne sette opp parallelle konferanse under en annen konferanse, for at deltakere på den måten kunne utveksle informasjon som de ikke ville at andre skulle se. MS Exchange Conferencing Server eller Polyspan programmet åpnet for denne muligheten.

### 6.2.2 Opplegg

Som vi tidligere har vist til ble uttestingene utført hos Studio Apertura ved Norges Tekniske og Naturvitenskapelige Universitet, NTNU, i Trondheim og Høgskolen i Agder i Grimstad. Mellom disse ligger UNINETT sitt nett med 34 Mbit/s linjer (10). På disse stedene ble det satt opp tilsvarende utstyr. Vi lånte utstyr fra UNINETT, som på disse stedene har to TANDBERG 6000 IP videokonferansenheter. Dette utstyret var allerede til stede ved Høgskolen i Agder, mens det ble flyttet til Studio Apertura sine lokaler.

I Grimstad ble enheten plassert inne i et rom som tidligere har blitt benyttet som studio for å lage videofilmer, og det var på grunn av visse rammebetingelser i utlånet av utstyret ikke mulig å benytte noe annet sted. Dette rommet, Multistudio, hadde sine fordeler og sine bakdeler.



**Figur 8 – Utseende på Multistudio i Grimstad med lyskilder**

Siden rommet ikke ble valgt, men snarere var på bakgrunn av betingelsene, måtte man gjøre det beste ut av det. Mot sør finnes det vinduer, og ved plassering av kamera var det viktig at disse ikke ble rettet mot vinduene. Dette ville ha gitt mørke bilder. Vinduene er dekket med mørke gardiner, men mye lys slapp likevel igjennom, så på særs solrike dager ble også markiser brukt for å skjerme vinduene. Til opplysning av rommet fantes det tre rader med vanlige lysstoffrør (3000 K) i taket, i tillegg var det enkelte fullspektrum lysrør (5600 K) i bruk. Det var stor forskjell på disse to typene. Det fantes også enkelte studiolamper som kunne benyttes, men som vi skal se senere var problemet at det var for mye lys og ikke for lite.

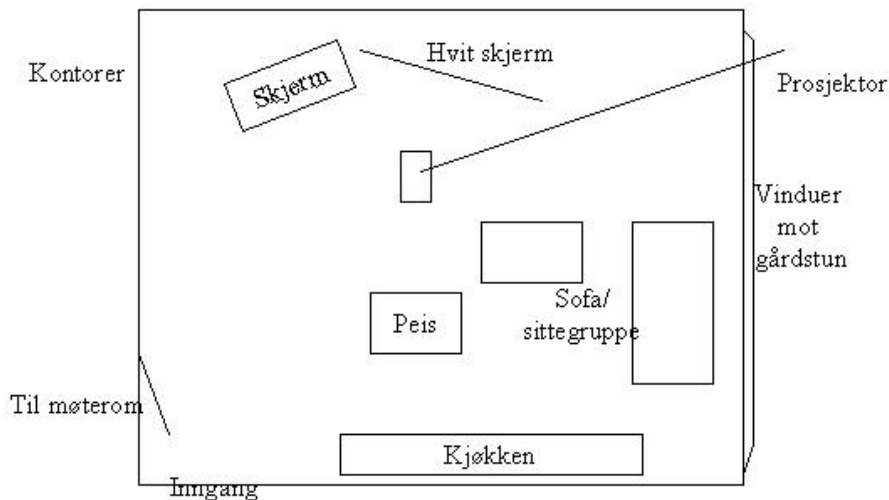
Rommet som tidligere har vært benyttet som studio er bygget for å gi en naturlig romklang og for å generere lite ekko. Døren inn er blant annet av skjermet type. Rommet ligger godt avskjermet fra støyende lydkilder og til og med ventilasjonen er skjermet, så det er lite med uønskete lyder.

Rommet ble under uttestingsperioden reservert slik at andre ikke hadde tilgang, dette medførte at man slapp problemene med at folk forstyrret og kom inn i bildene.

I Trondheim holder Studio Apertura til i Dragvoll gård som er et gammelt hus som tidligere har vært nettopp en gård, nå er det innredet med kontorer og møterom. Initialt var det tenkt å benytte et møterom som kunne benyttes som uttestingssted. Dette rommet bestod av et vanlig møterom med mange stoler rundt, vinduer på den ene siden, inngang gjennom dør fra fellesområde og i bakgrunnen en whiteboard tavle. Rommet var opplyst av vanlige lysrør i taket. Når vi foretok den første testen her ble det klart at dette rommet var veldig lyst, de gardinene som dekket vinduet holdt ikke for sitt formål, slik at bildene ble veldig mørke. I tillegg måtte kameraer plasseres slik at personer som kom inn gjennom døren lett bryte kameraet fangevidde og dette var ikke hensiktsmessig.

I tillegg ble dette rommet ofte benyttet til interne og eksterne møter, og var derfor lite tilgjengelig og derfor helt klart lite egnet.

Det ble derfor besluttet at utstyret i Trondheim skulle plasseres i et annet rom. I praksis var det ikke mange rom å velge mellom, og pauserommet var det som egnet seg best. Rommet brukes primært for lunsjpausen og for en samtale over kaffekoppen. Rommet er koselig innredet med sofa, kjøkken og peis.



Figur 9 – Romoppsett Trondheim

Rommet ble opplyst av vanlige lysrør. Mot gårdstunet hadde rommet vinduer, men disse var ikke blendet av solen under uttestingstidspunktene. Kameraplasseringen måtte være slik at alle som kom inn i rommet ble fanget av det. Lydmessig var ingen spesielle ting gjort for å skjerme mot potensielle støykilder. Rommet lå i et fellesområde og man fryktet at det lett kunne oppfattes bakgrunnstøy eller andres samtaler.

Det at dette rommet lå i et fellesområde var i utgangspunktet ikke positivt. Mange folk kunne havne i skuddvinkelen til kameraene og man kunne lett oppfatte samtaler som foregikk utenfor konferansen. Men det skulle vise seg at dette opplegget ville få en del positive effekter også. Vi fikk et opplegg i Trondheim som nærmet seg prosjektet til [Grudin et al]. Men som et faktum ville vi dermed ikke ha likt utseendene på de to rommene i Grimstad og Trondheim.

### 6.2.3 Innledende tanker

Utstyr som vi antok det trolig ville bli behov for:

- Tandberg 6000 enhet med styrbart kamera og mikrofon
- En PC til å styre andre kamera
- Minst ett ekstra kamera, helst mulighet for flere (videokamera er mulig å benytte ved bruk av videokort)
- Projektor (høy oppløsning)
- Et egnet rom med lyse vegger eller hvit tavle for projektering.
- Ha mulighet for monitorer/TV hvis det skulle vise seg at projektor ikke lykkes.



- PC-en må trolig være utstyrt med et konferanseverktøy; eksempelvis MS Conferencing Server eller VIC/RAT.

Dette utstyret burde være på plass på begge sider av konferansestedene (altså dobbeltopp), annet nødvendig utstyr kunne være flere mikrofoner, høyttalere, belysning og kontormøbler for å skape illusjon at møterommet fortsetter inn i neste rom. Mye av dette antok vi var tilstede og til vårt forsøk var det ikke behov for avanserte mikrofoner/høyttalere, da vårt hovedmål var å se på videokanalene, vi kunne gjøre bruk av enkle PC-høyttalere/mikrofoner/head-set.

Det ble sagt at det kunne være nødvendig med en redigeringsboks for å styre hvilket kamera som bilder ble sendt fra, men et videokort på en PC kunne også styre dette. At vi hadde mulighet til å velge hvilket kamera som skulle benyttes var i denne sammenheng ikke det viktigste, vi kunne foreta omkoblinger ved behov.

### **6.3 Plan for eksperimentelt opplegg**

Oppgaven vil gå ut på å rapportere alle tekniske sider ved forsøkene, vise til ulike konfigurasjoner som ble gjort og eventuelt foreslå en ønsket konfigurasjon dersom vårt utstyr viser seg å ikke være nok. Det vil også være viktig at noen personer gjennomfører en test av systemet, hvorpå vi får en tilbakemelding av deres opplevelse av settingen eventuelt gjennom en spørreundersøkelse. Personer som gjennomfører denne testen burde kanskje ha vært deltakere på et vanlig videokonferansemøte før, slik at de kan sammenlikne med "da facto" standarden "6B" (ISDN). Selve resultatet ville gå ut på å finne ut om flere videokanaler fører med seg noe ekstra.

#### **6.3.1 Tekniske og ressursmessige rammer**

Etter å ha avklart hvilke rom som skulle benyttes, hvorpå det var viktig at det minimum var en hvit vegg eller skjerm til visning av prosjektorvideo og var mulig å utstyre det som et møterom. Vi ønsket å teste utstyret i en møtesituasjon.

De tekniske rammene som lå foran oss var at vi i Trondheim hadde en Tandberg 6000 enhet, prosjektor, tre monitører, hvit skjerm, et styrbart kamera, et vanlig videokamera, PC med Polyspan kamera og møbler. I Grimstad hadde vi mye de samme ressursene: en Tandberg 6000 enhet, prosjektor, hvit skjerm, to monitører, et styrbart kamera, et studiokamera, et videokamera, et dokumentkamera, PC med Polyspan kamera og møbler.

På begge steder er maskinene og enhetene tilknyttet LAN nettene gjennom 10 Mbit/s tilkoblinger, som senere kommer ut på UNINETT sitt stamnett mellom undervisningsinstitusjoner. Noe av kommunikasjonen kan foregå med hjelp av Multicasting, men dette ble avklart at ikke ble et problem, da alle routere i UNINETT sitt nett støtter IP Multicast.

I utgangspunktet så det ikke ut til å være noen problemer verken med hensyn til tekniske eller ressursmessige sider når det gjaldt utstyret. Et problem kan ha vært at selve forskeren var plassert i Grimstad og var uten mulighet til selv å bevitne hvordan utstyret og liknende ble stilt opp i Trondheim. Dette skyldes at prosjektet ikke hadde slike økonomiske rammer som gjorde det mulig å reise mellom Grimstad og Trondheim flere ganger.



En annen begrensende faktor var muligheten til å benytte seg av tiden til kontaktpersonen ved Studio Apertura i Trondheim, han var i full jobb under uttestingen og det var naturlig nok ikke alltid like lett å finne rimelige tider.

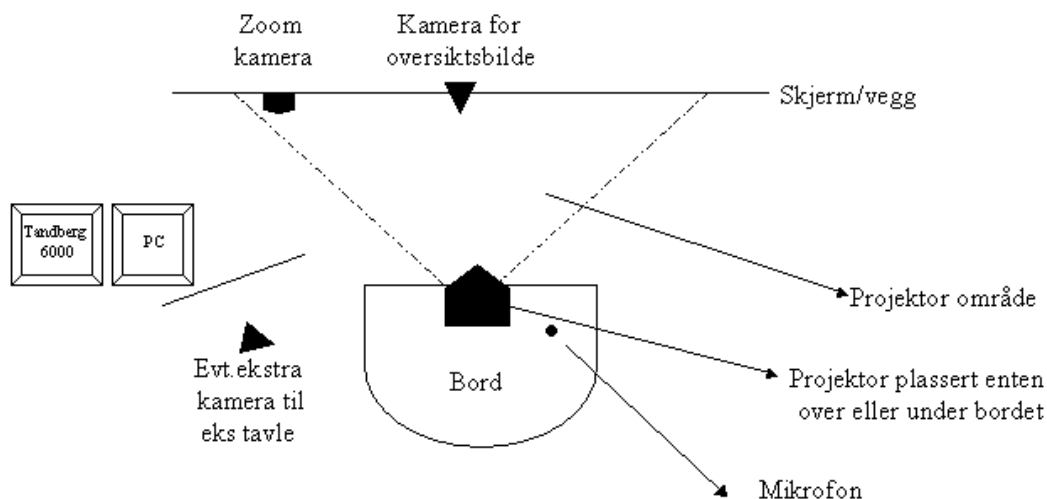
### 6.3.2 Initiell konfigurering av utstyr

Vi har blitt enige om å prøve og få til en setting med å lage et oversiktsbilde av et møte. Dette kan tenkes gjort ved man har et eller flere kameraer som sender over bilder til den andre siden, hvor det vises på skjerm eller ved hjelp av projektor. En mer spennende setting som vi ville gjøre var å sette opp to rom på den måten at ”møtebordet fortsetter inn i neste rom”. Dette kunne bli litt avansert, men var en mulig utvidelse. Dette ville skape en illusjon at rommet ble forlenget gjennom veggen og inn i Trondheim og verse visa Grimstad.

Etter å ha gjennomgått rutinemessige utprøvinger av utstyret med hensyn til bruksveiledninger og oppkoblingsmekanismer, ble vi enige å lage et oppsett som var mye likt figuren under. TANDBERG 6000 blir styrt av fjernkontroll slik som man styrer TV-en med og har greie menyer som enkelt kan følges.

### 6.3.3 Forslag 1

#### Oppsett 1



Figur 10 – Oppsett av utstyr

Vi stilte opp utstyret slik tegningen viser. I Trondheim ble først dette opplegget prøvet på konferanserommet og så i pauserommet, i Grimstad ble Multistudioet benyttet hele tiden. Vi hadde tilgjengelig for dette oppsettet to kamera kilder på hvert sted, monitorer, mikrofon, høyttalere, prosjektor og TANDBERG enheten. Ekstra enheten gjennom PC var altså ikke tilgjengelig for denne delen.

#### Forhåndsproblematikk

Ideen med dette oppsettet var å oppnå illusjonen av at rommet fortsatte inn i veggen. På forhånd antok vi noen antatte problemer som kunne oppstå var å skape et naturlig bilde av den andre siden, personer måtte bli gjengitt i naturlig størrelse og plassering. Man måtte få inntrykk av at man så inn i det andre rommet som om at alt var i samme rom. Problemer slik



som naturlig gjengivelse av farver og synkronisering mellom talen og munnbevegelsene er noe som ligger tett opp på utstyret under test og forsinkelser på nettet. Slike problemer måtte rapportes.

Hvordan plassere mikrofoner, projektor og kamera i forhold til hverandre var også noe som måtte undersøkes i selve forsøket. Et vesentlig poeng var å plassere kamera så riktig at man fikk naturlig øyekontakt med av andre siden. En antatt god plassering var å sette kameraet midt i bildet fra den andre siden, men hvordan dette ville virke var ikke kjent. Dette gjaldt altså oversiktsbildet. Det styrbare kameraet, som følger med Tandberg 6000, skulle brukes til å zoome inn på enkelt personer eller på gjenstander/tegninger som ble vist frem. Plassering av dette kameraet var mindre viktig så lenge det fanger opp alle detaljer som det skal. Det kunne være mulig å sette inn flere kamera til ulikt bruk, for eksempel et kamera per deltaker eller et kamera for å fange inn tavler/whiteboard eller dokumenter. Dette måtte i såfall mikses på en PC.

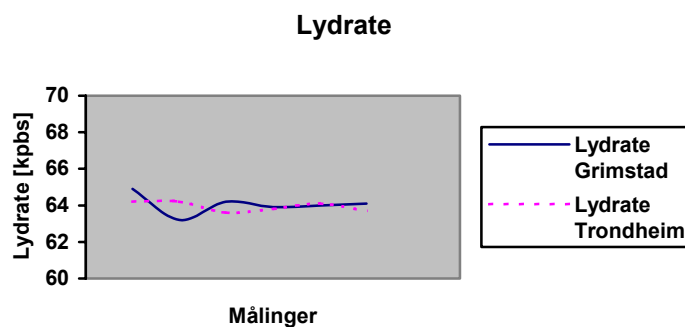
Største problemet antok vi antakelig å være lyden, ønsket om full dupleks overføring for å utveksling av lyd mellom konferansestedene, kunne lett medføre at det oppstå problemer at deltakere hører ekko av egen stemme eller at lyd ikke kommer frem. Vanligvis ville dette være svært ødeleggende for en videokonferanse, lyden er alltid mer viktig enn bildet. På dette området håpet vi på at teknikken hjalp oss, Tandberg 6000 skulle kunne håndtere feil i lyden ganske godt. Problemer ville bli rapportert.

### *Projektor*

Første del gikk ut på å finne en egnet projektor for formålet. Vi hadde, i Grimstad, under test tre forskjellige typer med varierende lysstyrke. Det ble fort klart at det behøvdtes en lyssterk projektor for å få fullt utbytte. De lyssvake ga veldig kornete og svake bilder på skjermen, og stod langt tilbake fra den kvaliteten som vi fikk på monitorer. Disse ga også veldig mørke bilder. Den beste projektoren med 10 G oppløsning var helt klart den som ga best resultat.

### *Lyd*

Enhetene ble hele tiden kjørt automatisk ved hjelp av G.722 protokollen. G.722 bruker en SB-ADPCM (Sub-Band ADPCM) metode. Denne har en standard målerate på 16 kHz. Mulige bitrater for denne er 48 Kbps, 56 Kbps og 64 Kbps, og utskrift av loggen for lydrate ligger gjennomsnittlig rundt 64 kbps. Dette viser også figuren nedenfor.



Figur 11 – Lydrate



Vi opplevde en del problemer med lyden initielt. Enheten, TANDBERG 6000, var innebygget en avansert ekkokanselleringsmekanisme, men også denne fikk problemer. Initielt var det store ekkoproblemer på uttestingsstedet i Trondheim, problemet bak dette var skyldt feil plassering av mikrofon i forhold til høyttalerene. Vi brukte under dette forsøket mikrofonen som fulgte med TANDBERG enheten, da denne skulle være godt kalibrert med enheten. Som høyttalere ble benyttet monitorhøyttalerene. I Grimstad hadde monitorenne eksterne høyttalere, mens i Trondheim var disse vanlige innebygde. Vi kunne også ha utnyttet lydutgangen på prosjektorene.

Lydekket virket på den måten at det kom forferdelige piping og skjærende lyder, men man opplevde også og høre "tradisjonell" lydekket med forsinket egen stemme i retur. Men alle disse problemene løste seg ved mer erfaring og riktig plassering av mikrofonene. Mikrofonene ble plassert 1-2 meter i fra høyttalerene, og dette betydde en avstand til møtedeltakeren på rundt 2 meter i fra mikrofonen igjen. At avstanden var såpass lang til mikrofonen betydde ingenting for kvaliteten. Volumet var alltid bra. Mikrofonene var også såpass godt egnet at de ikke plukket opp sjenerende bakgrunnslyder heller. Dette var en positiv opplevelse, i Trondheim ble jo utstyret plassert i et fellesareal og til tross for dette ble man ikke sjenert av folk som pratet i bakgrunnen eller av at dører ble lukket opp og igjen.

Lyd- og bildekoordineringen var i dette forsøket også imponerende. Det var ikke mulig å oppfatte at det var noen forsinkelse i lyden i forhold til munnbevegelser på skjermen. Om det var en veldig liten forsinkelse hadde vi ikke utstyr til å måle dette, men det er hevdet i flere forsøk at forsinkelser på mer enn et halvt sekund ville merkes godt, og slike problemer ble ikke opplevd.

Et problem som oppstod var elektrisk støy fra andre radiokilder. Ble mobiltelefonen plassert for nærme testsettingen medførte dette en kontinuerlig svekkelse av lyden og medfølgende ulyder. Man bør derfor unngå å ha slike enheter i nærheten i fremtiden.

### **Bilde**

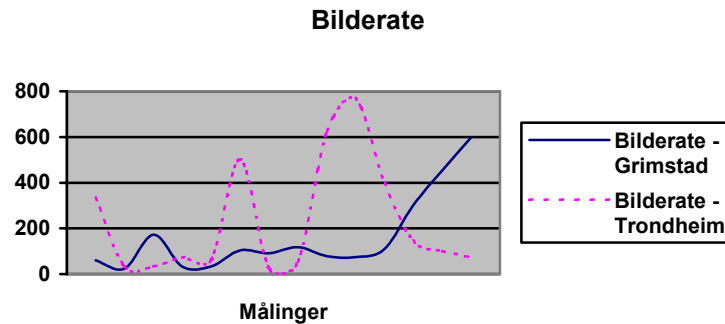
Kvaliteten på bildene fra prosjektoren stod noe tilbake fra hva som oppleves fra TV-bilder, disse er mye klarere og mer livaktige. Dette til tross, med den beste prosjektoren fikk man et akseptabelt oversiktsbilde fra den andre siden. Vi brukte i denne delen i hovedsak et oversiktsbilde på vegg.

Som nevnt før var problemene med bildene at de hadde til tendens til å få for mye bakgrunnslys og dermed at bildene ble for mørke. Dette var grunnen til at uttestingsstedet i Trondheim ble endret. Men når vi brukte lite lys i rommet utenfra ble bildene mye klarere og finere.

Oppdateringen av bildene var overraskende god og forsinkelsen var også lav. Med store bevegelser i bildet kunne man ikke nevneverdig se at det ikke hang med, vi utførte en del bevegelser i bildet for å se om dette påvirket utfallet, men hele tiden var oppdateringen bra. Heller ikke forsinkelse var noe problem, lyd og bilde var godt koordinert.

Som bildeprotokoll ble H.263 benyttet. Og det så ut som at forandringer i bildene spilte en stor rolle med hensyn til hvilken bilde-overføringsrate som vi fikk. Liten eller ingen bevegelse i bildene betydde en liten overføring av bildedata, mens når man flyttet seg i bildet ble overføringen straks høyere. Og dette skiftet mellom store ytterpunkter som eksempelgrafen i

figuren under viser. Bakgrunnen for denne selektive overføringsraten er trolig for å spare båndbredden mest mulig.



Figur 12 – Bilderate

Under hele uttestingen lå bildeoverføringsraten fra Trondheim og mot Grimstad i gjennomsnitt høyere enn motsatt vei. Bakgrunnen til dette er ikke klar, men kan skyldes hvilket kamera som til en hver tid ble benyttet, mer om dette i neste kapittel.

### **Kamera**

Under denne testsettingen ble to kameraer benyttet på hvert sted. Hvert av stedene hadde det styrbare zoomkameraet som medfølger TANDBERG enheten. I tillegg befant det seg et vanlig videokamera (HI8) i Trondheim og et digitalt videokamera (D8) i Grimstad. Man så helt klart og overraskende at videokameraene ga bedre resultat enn det medfølgende kameraet. Alle kameraene var tilkoblet enheten ved hjelp av S-VHS kabler. Bildene fra videokameraene var mye klarere og ikke minst lyssterke i forhold det styrbare kameraet. En grunn til at bilderaten ble så forskjellig skyldes trolig at det styrbare kamera i større grad ble benyttet i Grimstad, mens videokameraet ble brukt i Trondheim. Dette ga nok at man hadde en større rate i fra Trondheim.

### **Nettverk**

Selve konferansen ble selvsagt kjørt over IP og H.323 protokollene. Oppkoblingsraten var automatisk satt til 768 kbps (eller 12 ISDN kanaler).

En sjelden gang opplevde vi enkelte nettverksproblemer eller hick-ups. Dette ga som resultat at vi fikk et hakkete bilde og det kunne være vanskelig å oppfatte hva som ble sagt. Slike problemer oppstod dog veldig sjelden (1-2 ganger under alle forsøkene) og varte ikke i mange sekunder. Med å følge med på utskriften av pakketap kunne man ikke oppdage disse problemene, pakketap lå i gjennomsnitt på 0,0%.

Noe av grunnen til at det var så få problemer kan sikkert begrunnes i at vi benyttet et høyhastighetsnett med mye ledig kapasitet og det ville ikke vært like sikkert at vi ville opplevd samme kvalitet på et annet nett.



### ***Problemer***

Vi opplevde store problemer i gjennomføringen av denne delen, så store problemer at de også kunne gå ut over prosjektets endelige konklusjon. Det hadde blitt hevdet at TANDBERG 6000 enheten skulle støtte det som kaltes DuoVideo, dette vil si at man kunne sende parallelle og samtidige videostrømmer mellom konferansestedene. Det skulle vise seg at dette ikke var sant. På grunn av en manglende software oppdatering av utstyret fungerte dette ikke, denne software oppdateringen ville ha påført prosjektet en stor ekstra regning, som ikke var mulig å oppfylle. I følge produsenten av utstyret var dette det eneste som hindret oss fra å gjennomføre det slik vi hadde ønsket.

At dette viste seg å være tilfelle, satte prosjektet mange skritt tilbake, men vi fikk heller prøve å legge en annen vri på saken.

### ***Resultat***

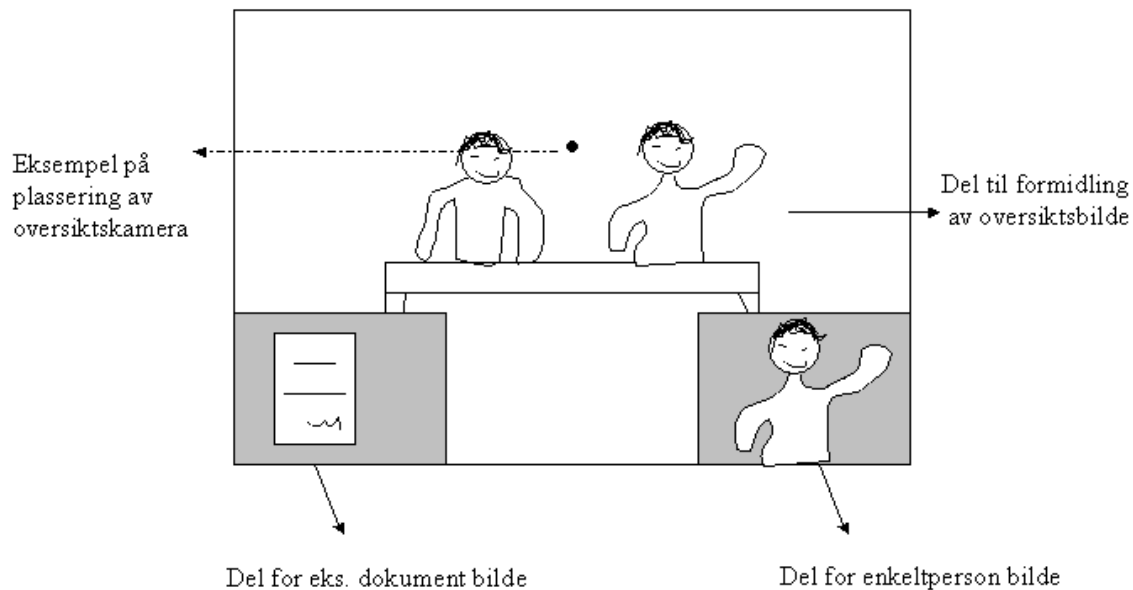
Det faktum at vi ikke kunne sende parallelle videostrømmer var en meget stor skuffelse, og dette var altså ikke mulig å teste ut i denne settingen da vi heller ikke hadde implementert den ekstra muligheten som lå i å bruke PC. En PC med kamera ville ha avhjulpet oss slik at vi fikk to kanaler, og dette har vi sett på i et senere forsøk.

Resultatet fra denne settingen var derimot at vi opererte med et stabilt system, som ga meget god bilde og lyd kvalitet, som var i de minste et godt utgangspunkt for videre undersøkelser.

### ***Oppsett 2***

Det er vist i figuren nedenfor hva som var neste ønske. Vi ønsket å kunne dele opp skjermen med en del som viser oversiktsbilde og en del som viser nærbilde av en enkelt person. Hvordan dette tenktes gjort avhang mye av programvaren og hvordan den virket. En annen mulighet var og gjøre bruk av eksterne monitorer til nærbildene av enkeltpersonene, men dette ville i utgangspunktet ikke være hensiktsmessig. En fordel med å bruke oversiktsbilde er at man har mulighet til å henvende seg til en enkelt person gjennom øyekontakt eller håndbevegelser. Dette faller vekk ved bruk av monitorer, ellers må man ha mange kameraer og et per person i konferansen.

Hvordan ”bilde-i-bilde” (picture-in-picture) settingen ville virke med hensyn på øyekontakt og sosiale elementer var uviss. Vi antok på forhånd at dette ville skape et mer rotete bilde, og mange ville oppleve dette som at øyene tvinges bort fra fokuseringspunktet i oversiktsbildet.



Figur 13 – Eksempel på oppdeling av skjerm

### Resultat

Det viste seg også umulig å implementere denne settingen, utstyret støttet ikke PIP – bilde-i-bilde, og vi kunne ikke utnytte denne settingen noe mere i første omgang. Men ved å gjøre bruk av monitører som man kunne henvende seg til kunne man oppnå en liknende effekt, dette var utgangspunktet for revideringen som ble gjort med hensyn til oppsettet og forslag nummer to.

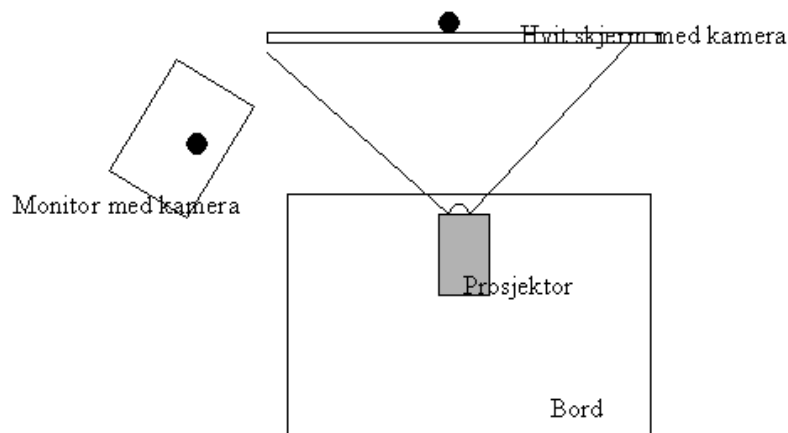
### 6.3.5 Forslag 2

#### Revidering av testoppsettet

Når det viste seg at vi ikke fikk til ønsket setting ved hjelp av DuoVideo i TANDBERG 6000 måtte vi tenke nytt. Vi tok da i bruk et eksternt kamera som var koblet til PC og som skulle operere uavhengig av TANDBERG-enheten. Dette kameraet var et Polyspan-kamera med USB tilkobling til PC. På dette kameraet var de innebygget egen prosessor, høyttalere- og mikrofon muligheter, som gjorde kameraet mer robust og billedmessig mye mer avansert enn et vanlig web-kamera. Prisklassen avslører også at disse ikke kan sammenliknes.

I utgangspunktet er dette kameraet tenkt for desktopkonferanser, men med litt kreativ vinkling ville det bli mulig å utnytte i vår setting også. Ved å ta i bruk PC-en og TANDBERG-enheten sammen fikk vi to parallelle videostreamer og dette førte oss nærmere oppgavens hovedproblemstilling ønske om flere videokanaler. Men med mulighet for *bare* to videostreamer hadde vi ikke mulighet for å realisere alle de tankene som vi ønsket.

Det vi nå måtte konsentrere oss om var å realisere en møtesetting med maksimum to personer på hver side for å være realistiske.

**Oppsett 3****Figur 14 – Oppsett 3**

Ideen her var å ha mulighet for et oversiktsbilde på hvit skjerm og et nærbilde av dem som snakker på monitor. Til hjelp hadde vi en prosjektor til å ”blåse” opp bildet på veggen og som vi tidligere har skrevet ga dette et ganske godt bilde ved bruk av en god prosjektor. Monitoren var en vanlig TV-monitor (ca 28 tommer). På toppen av monitoren hadde vi et kamera og det hadde vi også for å fange opp oversiktsbilde. I tillegg kunne vi bruke flere kameraer som kunne skiftes manuelt gjennom TANDBERG-enheten. De to kameraene som var i hovedbruk var det styrbare kameraet som medfølger TANDBERG-enheten og PC-kameraet fra Polyspan. Det styrbare kameraet var tilkoblet TANDBERG-enheten og sendte en videostrom, mens Polyspan-kameraet var tilkoblet en PC og sendte en parallell videostrom. Polyspan-kameraet drives av et software program, som kobles opp mot en ILS server. Vi satte ikke opp en egen slik server, men brukte anerkjente og utprøvde slike.

På forhånd antok vi at hovedproblemet for denne settingen lå i at kvaliteten på bildene fra Polyspan-kameraet ville ikke måle seg med den kvaliteten som ble opplevd fra TANDBERG-enheten.

Vi stilte opp utstyret slik figuren viser, og benyttet oss av de to kameraene plassert riktig i forhold til ønsket situasjon. Det styrbare kameraet ble benyttet som kamera for å håndtere oversiktsbildet. Mens Polyspan kameraet ble brukt til å stille inn på en av møtedeltakerne. Vi hadde også muligheten for å koble inn andre kameraer som enkelt kunne brukes, men altså ikke i parallelle sesjoner. En av de grunnleggende undersøkelsene var hvordan en naturlig plassering av kameraet skulle kunne medvirke til for eksempel øyekontakt. Også hvordan kameraet skulle plasseres for ikke å havne i ”skuddlinjen” for prosjektoren var viktig. Når dette skjedde ble bildet veldig blendet og det var ikke mulig å bruke det.

***Bilde med Polyspan***

Bildet som ble overført gjennom Polyspan kameraet var av høy kvalitet. Det kunne for eksempelvis ikke sammenliknes med webkamera applikasjoner, dette var mye bedre. Samtidig stod kvaliteten noe tilbake fra det som ble opplevd fra TANDBERG-enheten. Selve



bildet var ikke av stor størrelse og dette gjorde sikkert til at det ble så godt som det ble. Oppdateringen av bildet var dog langt langsommere enn gjennom TANDBERG-enheten, det var derfor en forsinkelse i bildet som gjorde at den ikke klarte å fange opp store bevegelser.

Videoraten med dette kameraet lå i området 276-292 kbps, men dette ble endret etter hvor mye trafikk som gikk over serveren som bildene ble sent gjennom. Når kapasiteten på nettet var på topp hadde Polyspan kameraet ingen selektiv sending av bilder, men sendte med en fast rate.

Bildene brukte ”lang” tid med å oppdatere seg når lyset endret seg i rommet, men når de først endret seg ble de som regel meget bra og var helt uavhengig av bakgrunnslys og annet lys.

### ***Lyd med Polyspan***

Vi prøvde først å kjøre lyden parallelt med både TANDBERG og Polyspan. Dette ga klar skjæring og mye ekko. Det var ikke mulig å kjøre lyd fra begge enhetene samtidig, man så da klart hvordan lyden i fra TANDBERG-enheten ble automatisk forsinket, så for å stemme overrens med bevegelser (munnbevegelsene), mens dette skjedde ikke med Polyspan. Med den siste så det ut som om lyden var mer viktig og at denne ikke på noen måte ble forsøkt koordinert med bevegelser. Dette gjaldt altså Polyspan kameraet.

Men lyden i seg selv var egentlig like god eller ennå bedre enn det som vi opplevde med TANDBERG-enheten. Og når vi kjørte lyden alene gjennom Polyspan opplevde vi aldri ekko eller andre problemer, og lyden falt heller ikke ut selv om bildene av og til ble forstyrret av bitfeil. Det var tydelig at man med Polyspan prioriterer at lyden skal være mye mere viktig enn bildet.

### ***Problemer***

Et av problemene ved å bruke denne oppstillingen var at vi måtte sende trafikken ut på det ”vanlige” Internett, som medførte større fare for problemer og pakketap. Den eller de ILS serverene som ble benyttet kunne lett bli overbelastet av alle brukerne og gå i metning, og dette var også noe som skjedde innimellom. Ved bruk av bare TANDBERG-enheten hadde vi et mer dedikert nett, da all kommunikasjonen foregikk over UNINETT.

Det var også problemer med bruk av den medfølgende software klienten som styrte bilde ut på skjerm. Denne var lite hensiktsmessig utformet og tok mye av plassen vekk fra bilde og over til fancy rammer og knapper. Dette gjorde det vanskelig å lage bildet veldig stort, vi prøvde selvsagt dette med hjelp av prosjektor, og rammene gjorde dette mindre egnet.

### ***Resultat***

Resultatet av dette oppsettet var langt mer vellykket enn hva som vi fikk ut av den andre settingen. Men likevel hadde det vært en fordel for oppgaven og for resultatet at vi hadde hatt mulighet for mer enn to parallelle videostrømmer. Med de to kanalene som vi fikk realisert hadde vi likevel mulighet for resonnerer rundt hvilken virkning dette hadde for oss som møtedeltaker, dette kommer vi tilbake til i drøftingen.

Mer tekniske resultat som hensyn til bilde- og lydmessige aspekter ble likevel godt belyst som et ledd av denne settingen. Vi fikk innblikk i hvordan lavere bitrate på bildene gir klart lavere



utbytte ved at vi brukte Polyspan i forhold til TANDBERG-enheten. En god slutting er at bildekvaliteten er sterkt avhengig av overføringsraten, mens lyden ikke på noen måter oppleves med samme begrensninger.

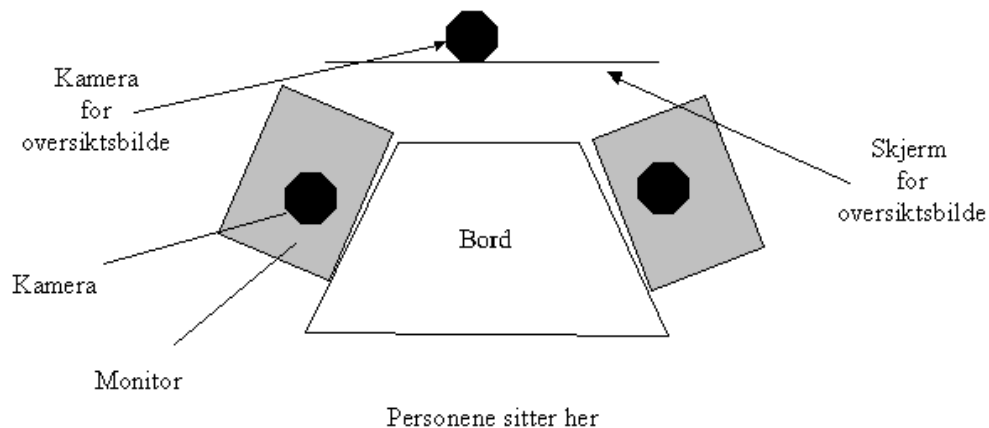
Samtidig hadde vi i dette forsøket muligheten til å se hvordan kamerastilling og skjermplassering er meget avhengig av hvordan man kan oppfatte øyekontakt og kroppsspråk som jo er så viktig i denne sammenheng.

#### **Oppsett 4 (ønsket)**

Når vi ser at foregående forsøk gikk etter planen, beskrives her en mulig utvidelse av denne som vi ikke hadde mulighet for å realisere, men som naturlig ville vært den ønskete settingen.

Hvis vi hadde gått ut fra at vi fikk DuoVideo i TANDBERG 6000 til å fungere, eller at vi hadde ennå et eksternt system, så kunne vi ha gjennomført et oppsett som tegningen over viser.

- I midten et oversiktsbilde på tavle/hvit vegg lyst opp av projektor.
- I tilknytning til dette et kamera for å fange oversiktsbilde.
- På hver side av bordet plasseres en monitor.
- På disse monteres kameraer.



**Figur 15 – Ønsket oppsett 4**

På denne måten kunne vi ha beholdt den opprinnelige ideen med oversiktsbilde, som også kunne utnyttes til visning av dokumenter eller presentasjoner. Samtidig ville man kunne henvende seg til hver enkelt person gjennom monitorene, hvor man også kunne oppnå øyekontakt. Med dette ville også de andre i møtet se at andre henvender seg til en annen. Her ville vi da ha utnyttet Polyspan kameraet som et av kameraene og hatt to kameraer tilkoblet TANDBERG-enheten. Dette ville ha medført at vi kunne realisert ideen fra ”Hydra” prinsippet {henvisning kapittel 4.4}.



## 6.4 Brukererfaringer

For å forstå hvordan andre ville reagere på et system, som vi har forsøkt testet ut var det viktig, at vi under arbeidets gang fikk innspill fra andre. Det ble laget en liste med noen momenter som kunne tenkes bli belyst og gjennom brukererfaring skulle de som brukte utstyret komme frem til en mening om:

- Hadde systemet noen mangler?
- Hvordan virket lyden?
- Bildet?
- Var forsinkelse et problem?
- Kunne man oppfatte alt som ble sagt?
- Var det mulig å oppnå øyekontakt?
- Kunne man følge kroppsspråket?
- Var systemet lett å betjene?
- Hvordan var opplegget i forhold til ”vanlige” ISDN konferanser?
- Hvilken virkning ga de ekstra videokildene?
- Skaper oversiktsbildet større sosial nærhet?
- Hva manglet, kan man tenke på noe som kan øke nytteverdien?
- Kunne et slik ”rom” benyttes til tilfeldige møter/”*chance meetings*”?

På grunn av at vi ikke greidde å sette opp en setting, som vi ønsket, følte vi det heller ikke var riktig å gjennomføre brukerundersøkelser i ordets rette forstand. Det var dog opprinnelig intensjonen med spørsmålene over, at de skulle inngå i en ganske detaljert brukerundersøkelse. Det påfølgende vi derfor heller se på beskrivelser av reaksjonen til folk som ble en del av møtene og bruke disse både for dette punktet, men mer generelt som et utgangspunkt for diskusjonen i drøftingen. Grunnlaget for undersøkelsen er basert på de personene som deltok i selve uttestingen i Trondheim, og utenom dette kom det innspill fra folk som droppet inn.

I Trondheim ble oppstillingen av utstyret gjort i et fellesrom og da fikk vi også en del blick og kommentarer som kan utnyttes i denne delen. Det var hele tiden personer i bakgrunnen og vi fikk nærmest en setting lik Grudins ”*Linking public spaces*” [Grudin et al]. Vi hadde hele tiden et fokus på oversiktsbilde og dette fungerte jo tilfredsstillende. Men vi fikk lite kommentarer på at vi hadde fokusert på dette. Derimot ble det kommentert hvordan dette var mye bedre kvalitetsmessig, enn andre videokonferanser de hadde vært med på. De var blant annet imponert over at raske bevegelser ble oppdatert raskt og at det ikke var noen synlige forsinkelser. En kommentar som vi fikk var at ” kvaliteten oppleves som TV ”, denne personen hadde også hatt kjennskap med andre systemer. Han henviste til et system ved Massachusetts Institute of Technology (MIT) i USA hvor man hadde splittet videosignaler over flere skjermer, dette ble omtalt som ikke bra. Vårt system var mye bedre kvalitetsmessig.

Men det ble omtalt at dette fortsatt var en videokonferanse, det ga ikke så mye mer. Opplevelsen at man satt og så TV var tilstede. Samtidig ble det gjort klart at det kunne være vanskelig å fokusere på øyekontakt, da man måtte i så fall tenke som for eksempelvis nyhetsoppleser på TV gjør, altså å stirre mot kameraet og oppnå øyekontakt med det og ikke stirre mot den andre personen. Plasseringen av kameraet er derfor meget viktig for å oppnå den nødvendige øyekontakten og det er nesten umulig. Fra en av testpersonene ble det derfor trukket frem at man måtte følge enkelte ”husregler” for hvordan man skulle opptre i en videokonferanse.



Det å sette opp konferanser ble ikke testet ut med forsøkspersoner, så vi kan bare referere til vår egen erfaring. Etter at systemet var koblet opp med riktig kabler og inngang til TV, mikrofon, kamera, osv ga en enkel og menystyrt kontrollsoftware mulighet til å sette opp konferanser. Det finnes mange muligheter for å konfigurere både hvilke protokoller som skal benyttes og hvilken båndbredde disse skulle drives med, men det langt enkleste er å bruke innstillingen automatisk og alt slik gjør seg selv. Deretter er det bare å vite mottakerens IP adresse, taste denne inn og trykk *connect*. Den som mottar samtalen vil da ha mulighet til å motta eller avstå, hvis ikke kobles samtalen automatisk opp. Denne styringen er meget enkel, men man kan anse at folk med teknologifrykt likevel kan ha vanskeligheter med dette. Dersom dette er noe som skal utnyttes mer kommersielt er det viktig at man har et ferdig oppsett rom, hvor detaljer slik som plassering av kamera og prosjektor er vel gjennomtenkt og gjennomført. En grunn til at man kunne få et dårlig inntrykk av vår testsetting var at oppsetningen bar preg av forskning.

”Kvalitet” var et ord som gikk igjen i beskrivelsen fra alle, ingen klagde på lyden, bildet eller forsinkelser. Og at dette var meget bedre enn de ISDN-videokonferansene som de hadde prøvd før. I stor grad ble ikke den virkeligheten at vi hadde to videokilder kommentert, men en testperson så for seg at dette ville bli viktig i fremtiden. Man så for seg virtuelle møterom med den muligheten som vi i utgangspunktet søkte – ”rommet fortsetter gjennom skjermen.” At ingen av personene, som tilfeldig droppet inn, kommenterte at vi hadde overføring med to kanaler kan trolig skyldes at oppsettet ikke bar preg av et ferdig oppsett. Samtidig kan vi kanskje trekke en konklusjon at folk ikke helt skjønnte nytten av dette.

### **6.5 Videre arbeid**

Under arbeidet med uttestingen kom vi hele tiden opp med forbedringer og andre problemstillinger som vi ønsket å ha prøvd. Men siden ikke utstyret var slik vi ønsket, er mye av dette overlatt til andre som gjennomfører slike forsøk med riktig utstyr.

Vi har allerede skissert to overstående settinger som vi ikke fikk uttestet, disse kunne ha vært utført med riktig utstyr. For å ha suksess med uformell kommunikasjon og sosial nærhet trenges det at man ikke har begrensinger i teknologien. Før videre undersøkelser blir satt i gang anbefales man å skanne over markedet for å undersøke hvilke begrensninger som ligger i utstyret. Man må åpne for å lage mer en møtesetting ut av det, og ikke som oppstillingene av vårt utstyr ga preg av utforskning. Da trenges det dedikerte rom som kan benyttes. Et viktig element som vi ikke har fokusert på her er sikkerhet ved overføring av multimedia og dette er noe som bør undersøkes.

For å oppnå høyere grad av tilbakemelding må man i fremtidig arbeid legge ned mer fokusering på brukerundersøkelsene, disse er viktig for å forstå hva den menige mann mener om slike ting. Da må først alt det tekniske ligge til rette slik at dette ikke blir en hindring.

Et fremtids scenario er at man kan ”flytte” seg til et annet sted i rommet ved hjelp av VR – Virtual Reality og dermed flytte seg rundt i bildet ”uavhengig av tid og sted”. Men som noen klokkelig har sagt det – det ville tatt mer enn noen diplomoppgaver for å skape dette.

## 6.6 Oppsummering av forsøkene

Vi har i dette kapitlet skissert på basis av en ide om videokonferanser, og designet noen løsninger med det utstyret vi hadde. Grunnet mangler på utstyret måtte vi gjennomføre en del justering i henhold til de opprinnelige planene og gjennomføre en enklere løsning.

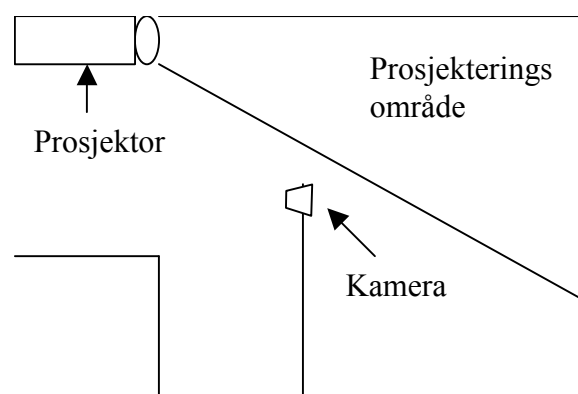
Men gjennom en del undersøkelser har vi forsøkt å oppnå en ønsket oppsett av utstyr for å kunne evaluere om flere videokanaler kan gi økt sosial nærhet mellom to konferanssteder. Dessverre ble kvaliteten på våre oppnådde resultater ikke slik vi ønsket og vi kom langt unna våre opprinnelige mål. Som gjorde det umulig å gjennomføre en videokonferanse med flere videostreamer hver vei ved hjelp av bare en enhet, derimot viste kvaliteten på bildene seg å være meget viktig.

Vi hadde i utgangspunktet ikke mulighet til å sjekke om disse problemene eksisterte på forhånd, siden utstyret vi benyttet var på lån fra UNINETT og dette utstyret kunne bare utlånes i en kort periode. I utgangspunktet hadde vi derfor bare en begrenset tid til å bedrive testingen og denne perioden kunne med hell vært lengre hvis eventuelt andre slike prosjekter blir satt i gang.

Gjennom forsøkene fikk vi likevel en god innsikt i hvordan praksis og teknologi fungerer sammen. Det ble også klart gjennom forsøkene at høy båndbreddekapasitet vil kunne spille en stor rolle i skape mer blest rundt videokonferanser. Man kunne se klare forbedringer i kvalitet fra desktop konferanser (som Microsoft Exchange Conferencing Server) til avanserte desktopkonferanser (som Polyspan), som fra ISDN konferanser til IP konferanser. Bildekvalitet, lydqualität og minst oppdatering av bildene var klart forbedret og gjør dette mer egnet til å skape sosial nærhet.

### *Et resultat til...*

I forbindelse med oppgaven ble det klart hvordan en god plassering av kamera og prosjektor måtte være. Meningen var å skape en ramme som gjorde det mulig å oppnå øyekontakt på en naturlig måte med den andre siden. En ting man kunne gjøre da var å bruke kameraet aktivt, slik de gjør på tv, men da ville man bare oppnå øyekontakt med kameraet og den andre siden, uten at dette var naturlig. Vi forsøkte først å plassere kameraet som en projektering i selve bildet i "øyekontakthøyde". Dette viste seg ikke å virke veldig godt, da dette medførte at kameraet ble blendet av prosjektoren.



Figur 16 – Plassering av kamera og prosjektor



Figuren viser den ideelle plasseringen av kamera og prosjektor. Vi ”forsket” på hvordan prosjektoren virket og hvilken utstråling den hadde. Ved å utnytte at den stråler i visse retninger oppnådde vi dette resultatet. Når vi benyttet denne settingen ble ikke kameraet blendet, man hadde kameraet i en stilling som gjorde at man oppnådde naturlig øyekontakt og en lett oppstilling. En bakdel er at det vil skape et fremmedelement i bildet, kameraet vil skjerme for en del av innsynet, men dette opplevdes ikke som et stort problem. Samme setting er også mulig ved at prosjektoren er plassert på bordet, men det var lettere å sette opp en stilling med prosjektoren i takstilling.

### ***Kort oppsummering***

- Bildekvalitet:
  - Meget god, men oppløsning på prosjektør er avgjørende.
  - Fin oversikt av den andre siden.
  - Høy oppdatering av bildene, og samsvar mellom bilder og lyd
- Lydkvalitet:
  - God kvalitet, og samsvar med bildene
  - Best kvalitet med Polyspan enheten
- Problemer:
  - Ikke mulig å sette opp to konferanser i TANDBERG-enheten
- Resultat:
  - Bevist at god kvalitet gir lettere mulighet for samarbeid og innsyn.
  - Flere kanaler kan gi noe ekstra



Tabell 7 – Sammenlikning av teknologier

Teknologi	Bilder	Lyd	Oppdatering	Øyekontakt
ISDN	Bra kvalitet ved 6 B-kanaler, men bildene er ikke klare.	God lyd, som å oppleve ved telefonsamtaler. Men ikke helt samsvar mellom bilde og lyd	Relativt bra. Men klart en del forsinkelser.	Ikke mulig, bildet er ikke klart nok for dette.
TANDBERG (IP)	Meget klare og naturlige bilder ved en rate på 768 kbps.	Relativt god. Meget god samsvar med talen. Likevel ikke helt den beste lydteknisk.	Meget bra. Ingen synlige forsinkelser.	Mulig med godt plasserte kamera.
Desktop (Polyspan)	Brukbare. Hakkete og stive bilder. Men bra kvalitet ved liten skjerm	God lyd. Men ingen samsvar med bildene.	Middels. Lyden var uten stor forsinkelse, men bildene hadde klar forsinkelse.	Mulig, ved desktopkonferanser.
NetMeeting	Dårlige. Dårlig oppløsning og statiske bilder.	Relativt dårlig lyd, ikke klar samsvar med bilder.	Middels. Klar forsinkelse i bildene.	Ikke mulig, for dårlige bilder (kan skyldes dårlige kamera)



Figur 17 – Typisk bilde av en konferanse



## 7. Diskusjon

### 7.1 Hoveddiskusjon

#### *Flere videokanaler*

Med basis i forsøkene som har blitt beskrevet har vi grunnlag for å vurdere et av kjernespørsmålene i denne oppgaven: hvilken opplevelse vil flere videokanaler føre med seg? Vanlige videokonferansemøter har en tendens til å ha problemer ved at det oppleves som et kikkehull. Når nå ny teknologi muliggjør overføring av flere videokanaler, kan man øke scoopet, slik at man kan oppnå større sosial nærhet og ha bedre grunnlag for kreativt samarbeid.

I videokonferanseverdenen vil flere videokanaler kunne realisere mange interessante muligheter. Men for at dette skal være interessant må man i tillegg, ha høy kvalitet på disse videokanalene. Med disse forutsetningene tilstede har man mulighetene åpne for å kunne oppnå en større sosial nærhet til den andre siden man snakker med. Disse kan utnyttes for å øke mulighetene for samarbeid på tvers av lange avstander. En av disse realiseringene er å ha mulighet til et oversiktsbilde av et møterom, samtidig som man har bilder av enkeltpersoner og whiteboard tavler. Opplevelsen vil medføre at man øker mulighetene for å oppfatte detaljer som ellers ikke ville ha vært mulig med tradisjonelt videokonferanseutstyr. Opplevelsen økes når man har en meget god kvalitet på bildene og lyden, en reduksjon i dette ville vært en svekkelse.

Ved at man øker antallet videokanaler og -kilder økes også det menneskelig scoopet, i en vanlig videokonferanse har man kun et lite innsyn til den andre siden, øker man dette med flere kanaler øker man også antall slike små innsyn og man kan danne et mer fullendt bilde. Men virkeligheten kan ikke overgås, i virkeligheten har vi kanskje et 200 graders syn og dette kan aldri fullt erstattes. En videokonferanse med mange videokilder vil aldri helt nærme seg virkeligheten. Et problem med flere videokilder er at man må være fokusert på flere skjermer, som er lite hensiktsmessig for å oppnå flyt og øyekontakt.

Et annet problem er at man må kunne overvinne den begrensende faktoren av at man føler at man prater til en skjerm eller et TV. Hvordan kan man snakke som om noen er tilstede i rommet, men i virkeligheten sitter et langt annet sted. Til dette behøves trening. Personer som jobber i TV har utviklet en disiplin for å virke at man prater face-to-face med folk. Hvordan kameraet er plassert i forhold til de man skal oppnå kontakt med kan være avgjørende med hensyn til hvordan man vil oppleve en møtesituasjon. Man må skape så gode forhold som mulig for å skape et inntrykk av at man prater direkte med den andre siden.

### 7.2 Tilleggsdiskusjoner

#### *Bilde*

Bakgrunnen for at vi ønsket å realisere et oversiktsbilde i konferanser var at vi så de mulighetene som lå i dette. Man kunne eksempelvis skape visjoner av at rommet fortsatte inn i veggene. Samtidig hadde ingen annen undersøkelse forsket på noe liknende. Virkningen av det å benytte en prosjektor til oversiktsbilde var helt klart positivt og var en suksess. Men dette betinger at man kan benytte seg av en god prosjektor som både gir store bilder og har



god oppløsning. Et bilde som er skapt av dårlig prosjektering vil være uegnet fordi dette ikke gir noe. Bildene må ha naturlig størrelse, dersom man ønsker en konferanse med menneskelig elementer må disse gjengis i naturtro størrelse. En annen negativ virkning som et oversiktsbilde kan ha er at øynene trekkes mot monitoren eller skjermen og ikke mot det virkelige objektet som man vil observere. For å unngå dette kan man sette opp oversiktsbildet som et stillbilde, som oppdateres jevnlig. Dette kan skape et mer ryddig inntrykk og ikke trekke all oppmerksomhet. Denne oppmerksomheten ønsker man at trekkes mot nærbildeskjermene slik at man der kan oppnå øyekontakt.

### ***Øyekontakt***

I alle undersøkelsene som det har blitt vist til, har forholdet til øyekontakt og muligheten for å kunne henvende seg til en annen person, ved hjelp av kroppsspråket, vært viktig. Man vil i et system med flere videokanaler kunne ha støtte for dette. Øyekontakt er noe som må oppnås gjennom nærbilder, slik at man også kan se hvordan personen reagerer på et forslag rent uttrykksmessig. Hvis man sitter i et videomøte vil det også kunne bli mulig å henvende seg til enkelt personer i det møtet, dette gjøres ved hjelp av blick eller andre bevegelser, og i første rekke kan et oversiktsbilde benyttes til dette. Men for at dette kan utnyttes må deltakerne i et slik møte være oppmerksomme som om dette var et vanlig face-to-face møter, en hver fikling med utstyr vil ødelegge for denne muligheten. Det er derfor også viktig at man holder det tekniske nivået på utstyrsiden på et så lavt nivå at det ikke behøves å fikle med utstyret for å sette opp og vedlikeholde konferanser.

Selve opplevelsen ved å håndtere flere videokilder parallelt kan være delvis forvirrende. Man kan ikke ha øynene på mange ting samtidig, slik at det er behov for å prioritere hvilken setting man ønsker. Ønsker man å snakke i plenum til mange må dette håndteres ved å snakke ved hjelp av en storskjerm eller prosjektør (oversiktsbilde). Ønsker man derimot en setting med samtale til en person er det behov for å benytte den kanalen som for eksempel sender nærbilder.

### ***Hva er god nok kvalitet?***

En av konklusjonene her er at det er kvaliteten på bildene som er mye mer viktig enn det at man kan ha flere kanaler. Så hva er god nok kvalitet? Hvilken situasjon som bildene blir brukt i er viktig å skille mellom. Et sosialt møte vil ha forskjellig setting fra et hvor man skal diskutere en viktig kontrakt, man må skille mellom formelle og uformelle kommunikasjoner. Videokonferanser kan benyttes til begge, men opplegg og bruk av kameraer vil måtte bli forskjellig.

Et møterom betinger en meget god kvalitet. På den ene siden vil dette si at man benytter seg av utstyr av høy klasse og på den andre siden må man også ha et nett som gjør at man kan utnytte dette. Et oppsett i møterom trenger en klar annen profil enn hva som ventes i situasjoner hvor utstyret er satt opp i en spiserom eller hvor man ønsker tilfeldige møter. Av undersøkelsene vi har sett på peker mange på at uformell kommunikasjon er like viktig.

God nok kvalitet behøver ikke å kunne måles i antall mb/s; utstyr og oppsett som støtter høyere grad av øyekontakt og det å kunne henvende seg til andre i møtet er også viktige kvalitetskrav. Kvalitet på utstyr kan måles etter hva man får tilbake, om man har god samsvar mellom tale og bilde, mulighet for å dele programmer og slike ting vil telle. Enkel PC-





teknologi og billig utstyr kan ha kvalitet nok til enkelte typer konferanser, mens bare det beste duger for de avanserte.

### *Erstatting for fysiske møter?*

Kan videokonferanser av høy kvalitet være en erstatting for vanlige møter, det som omtales i denne rapporten som face-to-face møter. En gruppe med ukjente folk som møtes i en videokonferanse vil initielt ha problemer med å fungere som en gruppe. Man må sikre at alle i møtet på forhånd vet hva som skal taes opp, slik at alle aktivt kan delta i diskusjonen. Ideen med å gjennomføre konferanser med video istedenfor telefon er nettopp at ”bilder sier tusen ord”. For at dette skal være mulig, må man sikre at god kvalitet vil tilby dette.

Tilstedeværelsespørsmål er en av grunnene til at videokonferanser ikke blir en suksess. Å se på noen ”som på TV” eller prosjektert på en skjerm vil alltid føles unaturlig. Folk vil ikke kommunisere på samme måte som i vanlige face-to-face møter og dette kan skape problemer. Videokonferanser vil ofte ikke oppfattes som reelle p.g.a. lav båndbredde eller manglende synkronisering mellom tale og video og også tidsforsinkelser. Problemer med slik som talestyrte kameraer er at de kan endre fokus til en person som hoster eller en dør som åpnes i forhold til den som snakker. Og bruk av oversiktsbilde kan føre til at noen havner i en pinlig situasjon siden alt blir sett fra den andre siden, som lett kunne blitt oversett i vanlige møter.

At mange anser at videokonferanser kan være en god erstatting for vanlige møter har denne rapporten vist ved flere anledninger. Man ønsker i første rekke å oppnå besparelser i tid og reiser som et resultat av slike møter. Samtidig kan konferanser som utføres på riktig måte klart kunne oppnå en større sosial nærhet og med dette også øke muligheten i det som ligger i samarbeid. Det er viktig at teknologien spiller i lag med brukerne.



## 8. Konklusjon og oppsummering

Oppgaven har tatt for seg egenskaper og aspekter rundt videokonferanse for å se på mulighetene for realisere flerkanals multimedia over IP. Det er også blitt foretatt forsøk med hensyn på dette.

Videokonferanse er en teknologi som gjør det mulig å foreta møter som ellers ville ha medført reising. En bedrift vil spare store summer ved å gå over til slik teknologi. Det har vært stor interesse for dette fagfeltet, men mye av interessen har avtatt ettersom folk har funnet ut at møter på denne måten ble veldig statiske og lite produktive.

I denne oppgaven har vi vist til ulike teknikker som det er behov for å kode blant annet lyd og video. Teknikker som er viktig siden man ikke kan sende dette ukomprimert rett ut på nettet. Selve oppgaven har vært fokusert mot IP, og derfor har det blitt gitt et grundig rammeverk rundt dette. IP muliggjør at man kan utnytte kapasiteten på en langt annen måte enn det som er mulig ved hjelp av vanlig ISDN-konferanseverktøy. Dette kan utnyttes til å ha flerkanals multimedia gjennom for eksempel å utnytte dette til flere og bedre videokanaler. Deretter kan en utnytte dette til å øke den sosiale nærheten og med dette skape et bedre samarbeidsmiljø.

Eksperimentene som ble foretatt ga et godt innblikk i hvordan hverdagen vil bli når man kan ”fråse” i båndbredde og dette ga grunnlag for en diskusjon både basert på tekniske og sosiale sider. Vi oppnådde bare delvis den settingen som ble ønsket i undersøkelsen, basert på ganske ”billig” og enkel oppstilling av utstyr. Kostnaden på slikt utstyr er ventet å falle ennå mer og kvaliteten vil øke, derfor vil fremtidige forsøk bli enklere å gjennomføre. Også folks holdninger vil trolig endres etter som man får erfaring og generasjoner endres til det mer positive. For å måle nytten av en eller flere videokanaler må det gjøres flere undersøkelser og det er derfor ingen entydig konklusjon på dette. Men at kvaliteten på bildene er av en meget god standard har en avgjørende betydning for holdningen og muligheten til å utnytte dette på en positiv måte. Muligheten til å utnytte dette med å øke antallet videokanaler kan i en gitt situasjon være med på å øke samarbeidsevnen, mens i andre kan det også være forvirrende og lite ønsket. Konklusjonen på dette forsøket er derfor at det er muligheten for en høyere kvalitet som vil kunne utnyttes for å øke den sosiale nærheten og skape bedre samarbeidsforhold, og ikke at man kan utnytte flere kanaler. Viktig konklusjon er også at man skal ha mulighet for å ha øyekontakt med de man prater med.

Det er for tidlig å si at modellen som er beskrevet i denne diplomoppgaven kan utnyttes fullt ut, mye avhenger av utstyret. Nettopp utstyret gjorde at resultatet av denne rapporten ikke ble slik som ønsket. At videokonferanser er kommet for å bli viser de undersøkelser som sier at salget av slik utstyr har ”tatt av”. Lærdommen som man trekke fra forsøkene bør inspirere andre til å gjennomføre fremtidige eksperimenter innen samme fagfelt.



## 9. Referanser

[Anderspm] [odin.hiof.no/~anderspm/](http://odin.hiof.no/~anderspm/)

[Apertura] Ukjent, [www.apertura.ntnu.no](http://www.apertura.ntnu.no)

[Bang] Bang, T. ”*Videokonferanse: Flyselskapenes nye skrekk*” (1999) Kapital Årgang 29, nr 8 s. 82-88;

[Buxton et al] Buxton, W. A. S., Sellen, A. J., Sheasby, M. C. ”*Interfaces for Multiparty Videoconferences*” kapittel 18 i [Finn et al]

[CUseeMe] ”*Deploying H.323 Conferencing on Your IP Network*” Technology White Paper, CUseeMe Networks, Inc. 0012

[Digitalkamera] Ukjent, [www.digitalkamera.no](http://www.digitalkamera.no)

[Dixon] Dixon, P. (2000) ”*Old-style Videoconferencing is Dead*”  
[www.globalchange.com/videodead.html](http://www.globalchange.com/videodead.html)

[Finn et al] Finn, K. E., Sellen, A. J., Wilbur, S. B. (1997) ”*Video-mediated Communication*”, Mahwah, New Jersey ISBN-0-8058-2288-7

[Grudin et al.] Grudin, J., Jancke, G., Venolia, G. D., Cadiz, J. J., Gupta, A. (2000) ”*Linking Public Spaces: Technical and social issues*”

[Hegge] Hegge, J. A. (2000) ”*Et virtuelt pauserom på Internett*”, UiO, Oslo (upub.)

[Holden] Holden, G. (1992) ”*Videokonferanser som del av undervisningsopplegg i fjernundervisning – Evaluering av et samarbeidsprosjekt mellom NKI og Teledirektoratet*” NKI, ISBN-82-562-2773-7.

[Hunter et al] Hunter, J., Witana, V., Antoniadis, M. (1997) ”*A Review of Video Streaming over the Internet*” DSTC Technical Report TR97-10 s. 1-22

[Isaacs et al] Isaacs, E. A., Whittaker, S., Frohlich, D., O’Conaill, B. ”*Informal Communications Reexamined: New Functions for Video in Supporting Opportunistic Encounters*” kapittel 21 i [Finn et al].

[Jakobsen et al.] Jakobsen, M. H., Julsrud, T. E. (1998) ”*Kriterier for aksept av videokonferanser i norske bedrifter: en kvalitativ forstudie*”, FOU Notat 39/98, Telenor

[Markowitz] Markowitz, J. (1998) ”*Technology Assisted Meetings: When to Use What*” IAF, Januar 1998.

[Moum et al] Moum, S., Taraldsen, M. (2000) ”*Produksjon av video for nettbasert distribusjon ved UiO*” Versjon 1.4



[Peterson et al] Peterson, L. L., Davie, B. S. (2000) "*Computer Networks – A system Approach*", Morgan Kaufmann, San Francisco, ISBN-1-55860-577-0

[Olson et al] Olson, J.S., Olson, G. M., Meader, D. "*Face-to-Face Group Work Compared to Remote Group Work With and Without Video*" kapittel 8 i [Finn et al]

[Risa et al] Risa, V. , Sokn, A. (1991) "*Videokonferanse*", HiS, Stavanger (kandidatoppgave) s. 80-90

[Schaphorst] Schaphorst, R. (1999) "*Videoconferencing and Videotelephony. Technology and Standards*", Artech House, Boston, ISBN-0-89006-997-2

[Serber et al] Serber, R., Brosh, E., Chaikin, S., (1996), "*Video over the InterNet*" [www.rad.com/networks/1996/video/vidoe.htm](http://www.rad.com/networks/1996/video/vidoe.htm)

[Steinmetz et al.] Steinmetz, R., Nahrstedt, K. (1996). "*Multimedia: Computing, Communications and Applications*", Printice Hall, Upper Saddle River, ISBN-0-13-324435-0

[Tandberg] Ukjent, Bildet tatt fra [www.tandberg.no/produkter/toppbilder/store/6000.jpg](http://www.tandberg.no/produkter/toppbilder/store/6000.jpg)

[Tandberg1] Ukjent, brosjyre for TANDBERG 6000

[Tanenbaum] Tanenbaum, A. S. (1996) "*Computer Networks*", Prentice-Hall, New Jersey, ISBN 0-13-394248-1

[Toga et al] Toga, J., ElGebaly, H. (1998). "*Demystifying Multimedia Conferencing over the Internet using the H.323 set of Standards*", Intel Technology Journal Q2'98.

[UNINETT] Ukjent, [www.uninett.no](http://www.uninett.no)

[Valvik] Valvik, M. E. "*Idømøtet der ingen sier et ord*" (2000) Aftenposten, 10. september 2000, s. 41.

[Web1] Ukjent, (1998) "*The G.729 Consortium*", [www.usherb.ca/SCSI/presse/mar98/consa.htm](http://www.usherb.ca/SCSI/presse/mar98/consa.htm)

[Whatis] Ukjent, [www.whatis.com](http://www.whatis.com)



## Appendix

### A. Forkortelser

AVI – Audio Video Interface  
CCD – Charge-Coupled Device  
CIF – Common Intermediate Format  
DPI – Dots per Inch  
ESTI – European Telecommunication Standardising Institutes  
GIF – Graphics Interchange Format  
IAB – Internet Architecture Board  
IEEE – Institute of Electronics and Electrical Engineers  
IETF – Internet Engineering Task Force  
IGMP – Internet Group Multicast Protocol  
ILS – Internet Locator Service  
IP (v4/v6) – Internet Protocol (versjon 4/6)  
ISDN – Integrated Services Digital Networks  
ISO – International Standard Organization  
ITU – International Telecommunication Union  
JPEG – Joint Photographic Experts Group  
LAN – Local Area Network  
MBone – Multicast Backbone  
MC – Multipoint Controller  
MCU – Multipoint Control Units  
MP – Multipoint Processor  
MPEG – Motion Picture Expert Group  
OSI – Open Systems Interconnection.  
PAM – Pulse Amplitude Modulated  
PCM – Pulse Code Modulation  
PIP – Picture-in-picture  
QDU – Quantization Distortion Unit  
QoS – Quality of Service  
RFC – Request for Comment  
RTCP – Real-time Transport Control Protocol  
RTP – Real Time Protocol  
TCP – Transmission Control Protocol  
UDP – User Datagram Protocol  
WAN – Wide Area Network