

TELEKOMMUNIKATION I DANMARK  
- OPLÆG TIL EN TEKNOLOGIVURDERING

PROJEKTRAPPORT:  
ARNE JØRGENSEN,  
BRUNO PETERSEN,  
JAN VEDDE.

VEJLEDER:  
PER NØRGÅRD.

## TEKSTER fra

# IMFUFA

**ROSKILDE UNIVERSITETSCENTER**  
INSTITUT FOR STUDIET AF MATEMATIK OG FYSIK SAMT DERES  
FUNKTIONER I UNDERVISNING, FORSKNING OG ANVENDELSER

"TELEKOMMUNIKATION I DANMARK - oplæg til en teknologi-  
vurdering".

Projektrapport af Arne Jørgensen, Bruno Petersen og  
Jan Vedde. Vejleder: Per Nørgaard.

IMFUFA Tekst nr 40 (1981), RUC.

-----  
Projektets målsætning er at fungere som igangsætter af  
både en diskussion af telenettes udvikling og en for-  
mulering af en progressiv dansk kommunikations- og me-  
diepolitik. Endvidere indeholdes den pædagogiske mål-  
sætning, at gøre de fysiske og de tekniske principper  
for signaltransmission tilgængelige for andre.

Telenettes opbygning og fysiske struktur skitseres til-  
lige med en beskrivelse af forskellige former for til-  
slutningsudstyr. Endvidere beskrives de tekniske udvik-  
lingstendenser, der bliver lagt op til fra televirksom-  
hedernes side.

Telenettes betydning for samfundet gennemgås kort, og  
med udgangspunkt i en beskrivelse af begrebet teknologi-  
vurdering lægges op til en vurdering af telenettet på  
to måder:

- dels foretages der en vurdering, der tager udgangs-  
punkt i de eksisterende net og tjenester, hvor de nu-  
værende udviklingstendenser problematiseres,
  - dels antydes en ønskværdig udvikling, hvor samfun-  
dets målsætninger tages som udgangspunkt.
-

FORORD.

Den foreliggende rapport er resultatet af et projektarbejde på fysiklæreruddannelsen på RUC. Rapporten er udarbejdet af nedestående studerende og tjener tilligemed kursusarbejde i teoribygningerne elektrodynamik og kvantemekanik til opfyldelse af modulkravet til dybdemodulet.

Projektet blev påbegyndt i forårssemestret 1980 med et ugentligt halvdagsmøde, hvor vi indkredsede vores problemfelt. I efterårssemestret arbejdede vi halvdelen af den normerede studietid på projektet, mens resten gik med kursusarbejde.

I relation til projektet valgtes kurser i elektrodynamik og kvantemekanik, hvor det første blev fulgt sideløbende med projektet, mens det sidste først følges efter projektets afslutning.

I projektets start inspireredes vi af en seminarrække her på fysikinstituttet, "Halvlederfysik og Elektronikproduktion". Den omhandlede bredt de samfundsmæssige vilkår for udviklingen og anvendelsen af halvledere. Projektet har været opdelt i tre faser: afgrænsningsfasen, målformuleringsfasen og arbejdsfasen. I afgrænsningsfasen, hvor vi forsøgte at skyde os ind på en mere konkret problemstilling, havde vi følgende eksterne kontakter :

- besøg på elektromagnetisk Institut, Dth, hvor man arbejdede med forsøg med lysledere og laserdioder i.f.m. optiske kommunikationssystemer,
- telefonisk kontakt med Jydsk Telefon Aktie Selskab, som har feltstudier med lysledere i gang,
- besøg på P & T's langtidsplanlægningssekretariat, hvor nuværende og kommende problemer i.f.m. telenettets udvikling behandles.

Endvidere deltog gruppen i et seminar i.f.m. udstillingen Eurocom'80 i Bellacentret.

Disse eksterne kontakter har haft direkte betydning for afgrænsningen af vores problemstilling, og vi vil her benytte lejligheden til at takke de personer, som venligt og imødekommende har forsøgt at besvare vores mange spørgsmål.

Desuden deltog gruppen i et aftenmøde i Dansk Ingeniør Forening om integration af telefontjenesten og datatransmissionstjenesten. Endelig deltog gruppen også i Ingeniørdagene'81, et 3-dages seminar på Dth med temaerne energi, teknologivurdering og familie og teknologi, hvor emner indenfor

de to sidste temaer blev fulgt. De to sidste aktiviteter fandt imidlertid sted efter afgrænsningsfasen, men inspirerede naturligvis projektarbejdet.

I gruppen var der et par dataloger, som i forvejen var interesseret i signaltransmission, og da telenettet er en forudsætning for anvendelsen af diverse terminaludstyr, vakte dette vores interesse. Telenettet er offentlig ejendom på linie med trafiknettet og ligeledes genstand for en politik, selvom den mildest talt er mangelfuldt formuleret. Telenettet og dets udvikling valgtes som problemfelt.

I arbejdsfasen forsøgte vi at inddrage viden fra elektrodynamikkurset til beskrivelse af elektromagnetiske bølger i.f.m. modulationsteknik og signalbølgers udbredelse i transmissionskabler. Da det imidlertid ofte viser sig, at der ikke er nogen umiddelbar relation mellem en fysisk teori og tekniske løsningsmodeller, har vi beskæftiget os en del med mere teknisk betonet fysik i relation til problemstillingen. Dette har været under energisk vejledning af Per Nørgård. I samme ånd har vi opstillet mindre forsøgsopstillinger, som på eksemplarisk vis har demonstreret egenskaber ved bestemte kredsløb.

De afsnit i rapporten, der fremstår som "privatistiske" eller lomme-filosofiske, skal ses som resultat af læsning af en del debatbøger og artikler, der tilsammen udgør et divergerende spektrum af meninger om såvel fremtidens samfund som anvendelsen af teknologi i fremtidens samfund.

Til sidst vil vi rette en varm tak til Torben Hansen, som aktivt deltog i projektet fra dets start og helt hen til den afsluttende skrivefase, selvom han efter sommerferien besluttede at droppe fysik som sit andet fag. Han har således i særlig grad bidraget til denne rapport.

Bruno Pedersen

Jan Vedde

Arne Jørgensen

vejleder: Per Nørgård

## INDHOLDSFORTEGNELSE.

	SIDE
Indledning	1
1.       TEKNIKKEN I EN ALMINDELIG TELEFONSAMTALE	4
1.1.     Forbindelsen oprettes	4
1.2.     Transmission af talesignalet	6
1.3.     Samtaler over større afstande	6
2.       DET DANSKE TELENET	9
2.1.     Telenet, trafiknet og trafikformer	9
2.1.1.   Telenettet	10
2.1.2.   trafiknet	12
2.1.3.   Andre net	16
2.2.     Sammenligning af træstruktur og stjernestruktur	17
2.2.1.   Netstruktur	17
2.2.2.   Centralfunktion	17
2.3.     Tekniske udviklingstendenser	18
2.3.1.   På centralområdet	18
2.3.2.   På netsiden	19
2.3.3.   Bredbåndsnet	20
3.       TERMINALUDSTYR	21
3.1.     Det offentlige telefonnet/telexnet/datanet	21
3.2.     Trådløs transmission	23
3.3.     Offentligt bredbåndsnet	25
4.       TELENETTETS PLACERING I SAMFUNDET	28
4.1.     Telenettets funktion i samfundet	28
4.2.     Lovgivning	28
4.3.     Organisation	29
4.4.     Administration	29
5.       TELEKOMMUNIKATIONENS SAMFUNDSMÆSSIGE BETYDNING	30
5.0.     Indledning	30
5.1.     Teknologivurdering	31
5.2.     Oplæg til en langsigtet helhedsvurdering af telenettet	33
5.3.     Teknisk anlagt vurdering af trafiknet med nogle tilhørende trafikformer	38
5.3.1.   Telefonnettet	39
5.3.2.   Rundspredende net	41
5.3.3.   Integreret tovejs bredbåndsnet	44
5.3.4.   Private forbrugerinteresser	45
5.3.5.   Opsamling	48
5.4.     Afslutning på kap. 5	49
6.       AFSLUTNING	50
APPENDIX A: ELEKTRONISK SIGNALTRANSMISSION	52
1.       Informationsmængde	53
2.       Omsætning til elektriske signaler	54
3.       Signalbehandlingen	54

	SIDE
APPENDIX B: KABLER	59
1. Princippet ved elektrisk signalering	59
2. Kabler og kredsløbsforstyrrelser	62
APPENDIX C: MODULATION	66
I MODULATIONSPRINCIPPER	67
1. Bærebølgeprincippet	67
1.1. Amplitudemodulation	67
1.2. Frekvensmodulation	69
1.3. Fasemodulation	71
2. Diskrete modulationstyper	71
3. Digitale modulationstyper	72
3.1. Omsætning fra analog til digital repræsentation	72
3.2. Omsætning fra digital til analog repræsentation	73
3.3. Puls Code Modulation (PCM)	74
II MULTIPLEXING	75
1. Frekvens Delt Multiplex (FDM)	75
2. Tids Delt Multiplex (TDM)	75
ORDLISTE	78
LITTERATURLISTE	83

### INDLEDNING.

Teknologiske forandringer finder sted hver eneste dag. Diverse opfindelser forbedrer eksisterende metoder eller udvikler nye. Langt de fleste af disse innovationer (opfindelser der tages i anvendelse) sker upåagtet af almenheden. Først når anvendelsen bliver så udbredt, at den griber ind i vores hverdag, begynder vi at interessere os for konsekvenserne af disse. Dette kan illustreres indenfor vores valgte problemfelt, nemlig telekommunikationsteknologien. Opfindelsen af telefonen betød i sig selv ikke noget for samfundet, først da den blev taget i almindelig anvendelse og telefonnettet blev omfattende begyndte man at spekulere over konsekvenserne for samfundet.

I dag står teleteknologien igen over for et sådant 'spring', idet der er opfundet mange slags teletjenester, som er teknisk mulige, men hvor det blot er et spørgsmål om, at telenettet skal udbygges, for at disse tjenester kan tages i bred anvendelse. Televirksomhederne i Danmark står sammen med DR overfor et årti, hvor der kan ventes væsentlige forandringer i anvendelsesmulighederne, men hvad koster disse i form af utilsigtede konsekvenser ?

Spørgsmålet, om vi på den baggrund ønsker en udbygning af telenettet, er selvfølgelig ikke så let at svare på, samtidig med at det er et åbent spørgsmål, om vi overhovedet har noget valg. I denne forbindelse vil vi gerne gøre en indsats for at få gang i en kommunikationspolitisk debat. Vi vil gerne tage op, hvilken udvikling vi kunne tænke os, og vurdere om svaret ligger i de tjenester, der er på vej fra ingeniørernes skuffer.

Store erhvervsinteresser (multinationale såvel som nichevirksomheder) presser på for at bryde televirksomhedernes monopol på terminaludstyr til telefonnettet og for at få udvidet telefonnettets kapacitet. Endvidere presser samme interessegruppe på for at bryde DR's spredningsmonopol. Endvidere står man overfor det spørgsmål hvorvidt telefonnettet skal udbygges uafhængigt af kabel-TV anlæggenes fordelingsnet, eller om der skal ske en integration af disse to kommunikationsnet.

En besvarelse af disse spørgsmål kræver ikke kun en indsigt i, hvorledes telenettene rent faktisk er opbygget, men må også forudsætte, at politiske og kulturelle forhold vurderes. På dette grundlag har vi formuleret følgende mål for projektet:

#### Projektmaal

Projektet skal føre til en indsigt i teknologien omkring telekommunikationsnettet. Endvidere skal det give et overblik over/ og en vurdering af de forskellige mediers muligheder.

#### Produktmaal

Dette skal resultere i en rapport, som kan give "ikke-fysikere" en teknisk forståelse af de tekniske udviklingstendenser, der tegner sig. Målgruppen tænkes at være andre (RUC)grupper, som er interesseret i at arbejde med problemer i relation til udviklingen i telenettet.

Konkret har vi tænkt på grupper af studerende på medieuddannelsen, danskstuderende, geografi- og samfundsfagsstuderende. Rapporten skal ses som et grundlag for at starte andre projekter op omkring indførelse af nye elektroniske medier. Det langsigtede mål for projektet er at bidrage til formuleringen af en progressiv dansk kommunikationspolitik, der tager højde for den hurtige udvikling på det teleteknologiske område, således at der i højere grad kan ske en styring af teknologiens anvendelse på baggrund af formulerede samfundsbehov.

Det er oplagt en svær debat der lægges op til, den kan meget let blive domineret af teknikere, hvis tekniske argumenter let får en særlig ultimativ status. For at undgå en sådan 'teknifisering' af debatten, har vi prøvet at lave et oplæg, der giver ikke-teknikere en mulighed for at forstå de tekniske beskrivelser og gennemskue de tekniske argumenter, der uvægerligt vil præge debatten i retning af overdreven teknologi optimisme. Det er vores mening, at det er nødvendigt at sætte sig ind i de overordnede tekniske problemstillinger for at kvalificere diskussionen og sikre et konstruktivt udfald.

For at kunne formidle den til dette formål nødvendige viden, har det været nødvendigt for os at have indsigt i de tekniske principper for de enkelte apparater og telenettets opbygning og funktion. Det har



samtidig været nødvendigt at distancere os fra de specifikke tekniske problemer og istedet få et overblik over principper og anvendelsesmuligheder/begrænsninger. (den nødvendige fysik er samlet i appendix). Vi er altså i fremstillingen gået ud over de faglige grænser for et rent fysik-projekt, og har inddraget de problemer ved anvendelsen af de forskellige teknologier, som vi mener må være væsentlige at have øjne for i en (folkelig) debat.

Rapporten er derfor opbygget af dels tekniske kapitler og dels vurderende/problematiserende kapitler.

Af pædagogiske grunde indledes med et kapitel, hvor den almindelige telefons virkemåde forklares på et teknisk grundlag. Dette gøres for dels at introducere nogle begreber til senere brug, og dels for at prøve at teknificere noget almindeligt kendt.

Derefter ser vi på hele "systemet" nemlig telenettet som helhed (kap. 2). De tekniske muligheder og begrænsninger belyses og et fremtidsperspektiv ridses op.

Dernæst ses på de tekniske sider af de mange former for terminaludstyr, der kan tilsluttes telenettet (kap. 3).

Herpå følger et kapitel (kap. 4) med oplysninger om telenettet som helhed, således at dets placering i samfundet belyses.

På grundlag af disse fire kapitler foretager vi i kap. 5 en vurdering af telenettets udvikling. Kapitlet indeholder først en omtale af teknologivurdering som begreb og gennemgår metoden, som vi har benyttet ved vores vurdering. Dernæst følger først en langsigtet samfundspræget vurdering og dernæst en kortsigtet teknisk anlagt vurdering af teleteknologien.

Til sidst en afslutning (kap. 6) med opsamling af pointer fra de foregående kapitler.

I tre appendix har vi endvidere opsamlet nogle mere grundige forklaringer af hhv. Elektronisk signaltransmission (apx. A), Transmissionskabler (apx. B) og Modulation (apx. C).

De tilløb vi tager i denne rapport til at give vores holdninger tilkende, må ses på følgende baggrund. For det første har vi haft et behov for at tænke konkret: Hvad kan denne nye teknologi egentligt bruges til? og for det andet har vi gjort disse overvejelser for at inspirere vores målgruppe til at gøre lignende overvejelser. Vi har håbet, at det er en god måde, at sætte andre igang på.

## 1. TEKNIKKEN I EN ALMINDELIG TELEFONSAMTALE

For at give en indføring i nogle terminologier og begreber beskrives i dette kapitel teknikken i en almindelig telefonsamtale - fra røret løftes i den ene ende til samtalen er etableret. I det danske telenet benyttes forskellige teknikker, men her er taget udgangspunkt i et nummerskiveapparat og relæcentraler, som stadig er det mest almindelige.

Kapitlet indgår ikke direkte i projektet, og kan springes over uden derved at miste kontinuitet.

### "Brugsanvisning i anvendelsen af telefonapparatet"

- 1) løft røret og afvendt klartone
- 2) drej det ønskede nummer
  - a) ab. inden for eget område: drej ab-nummer
  - b) til andet område-nummer, men inden for landet: drej område-nummer efterfulgt af ab-nummer
  - c) til udlandet: drej 009 plus landets internationale retningsnummer efterfulgt af område-nummeret (uden det første 0) og ab-nummeret
- 3) afvendt tonesignal
  - a) ved optagetone eller henvisningstone lægges røret på
  - b) ved ringetonesignal afvendtes at modtageren svarer
- 4) før samtalen - tal tydeligt direkte ind i rørets mikrofon
- 5) efter samtalen: læg røret på - og forbindelsen er afbrudt

frit efter KTAS

Hvad er det der teknisk sker, når man bruger sin telefon? Det kan deles op i to funktioner: at få forbindelse med den ønskede abonnent og at tale sammen gennem telefonen.

#### 1.1 Forbindelsen oprettes

Telefonen er forbundet til en lokal central med et parsnoet kabel (se Apx. B). Herfra er telefonen konstant påtrykt en jævnspænding. Er røret "lagt på", løber der ingen strøm. Når røret løftes vil der derimod løbe en strøm, som aktiverer et relæ (slutter en kon-

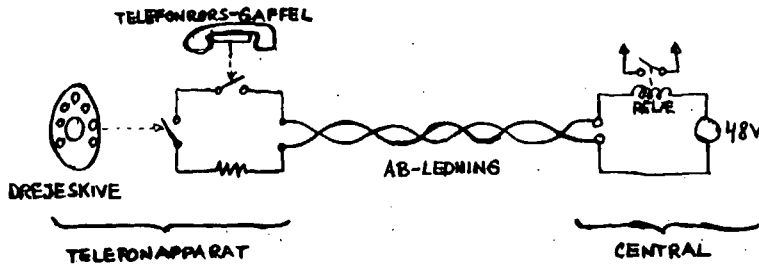


Fig. 1.1 Principalskitse for telefonopkald

takt) på centralen, som dermed indikere, at man ønsker at oprette en forbindelse.

Den lokale central skal nu oprette en forbindelse ind til hovedcentralen (finde en ledig ledning, og slutte denne til abonnentledningen). Derefter afgives klartonen, som indikerer, at hovedcentralen er klar til at modtage et drejet nummer.

Når drejeskiven på telefonen (efter at være blevet neddrejet) løber retur, afbrydes strømmen i ledningen til centralen et antal gange med veldefinerede mellemrum - svarende til det valgte ciffer.

Disse jævnstrømsimpulser registreres af en række tællerelæer på centralen, og fortæller på denne måde, hvor man gerne vil hen i verden. Disse signaler kaldes signalering.

De to første cifre fortæller i hvilken retning centralen skal forsøge at finde nogle ledige ledninger - evt. til en anden hovedcentral og videre ud til selve abonnenten.

Kan forbindelsen ikke etableres (f.eks. ingen ledige ledninger) modtager man fra centralen et optaget-tonesignal.

Når abonnenten er "fundet", afsendes fra centralerne dels et tonesignal til den kaldende abonent (ringetonesignalet), dels en kraftig vekselstrømsspænding til den kaldte abonent (ringesignalet), som aktiverer klokken i telefonen.

Når røret løftes hos modtageren, vil der også her løbe en jævnstrøm,

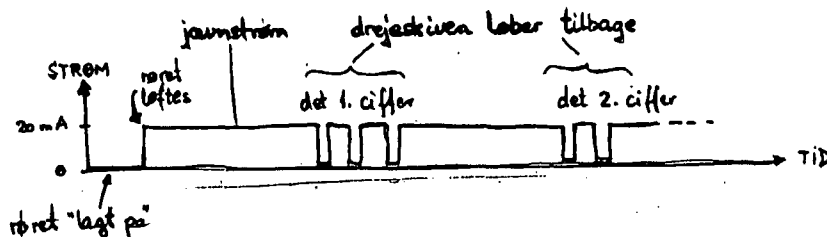


Fig. 1.2 Signalering fra telefonen

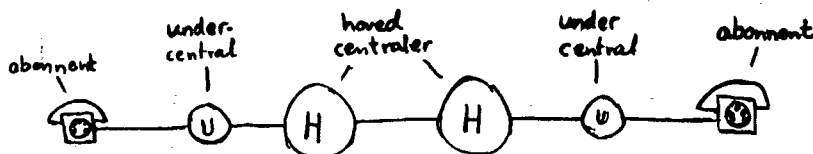


Fig. 1.3 Principskitse for ab.-ab. ledning

som trækker et relæ - og den endelige forbindelse etableres.

1.2 Transmission af talesignalet

I telefonen omsættes talen (lydsvingningerne) til et elektrisk signal v.h.a. mikrofonen og et forstærkerkredsløb. Talesignalet optræder som en overlejret vekselspænding (overlejret jævnstrømmen). Det modtagne elektriske talesignal omsættes igen til et lydsignal v.h.a. en højttaler.

Da telefonen er fuld duplex (transmission af signaler i begge retninger samtidig), og der kun er to ledninger fra telefonen hen til centralen, vil talesignalerne i de to retninger optræde samtidig og overlejre hinanden.

Er afstanden mellem de to telefoner stor, er det p.g.a. tabet i telefonledningerne nødvendigt at forstærke signalerne med passende mellemrum (afstand).

Dette er dog ikke helt enkelt, fordi transmissionen foregår i begge retninger på samme ledning. Først må signalerne skilles i en retningskobler - derefter kan de forstærkes hver for sig. Man overgår hermed samtidig fra en to-trådsforbindelse til en 4-trådsforbindelse.

1.3 Samtaler over større afstande

Det er vanskeligt at bevare kvaliteten af talesignalet ved transmission af det direkte talesignal over større afstande - desuden er det uøkonomisk.

Man omformer derfor talesignalet, så det er muligt at bruge andre transmissionsformer, som muliggør en bevarelse af kvaliteten - samtidig med, at man får mulighed for, at sende flere talesignaler over den samme linie på én gang (multiplexing, se Apx. C).

Man omformer signalerne til et højere frekvensområde (modulation), og sender dem gennem et højfrekvenskabel (f.eks. et koaxkabel, se Apx. B) eller gennem luften via radiokæder.

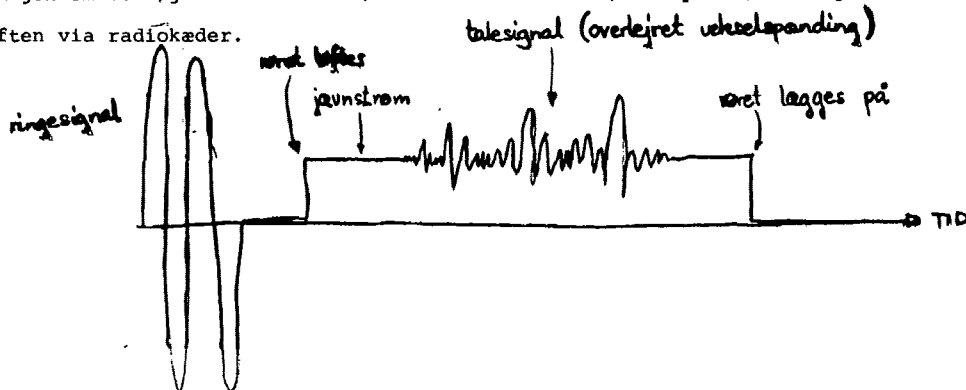


Fig. 1.4 Modulation af talesignalet

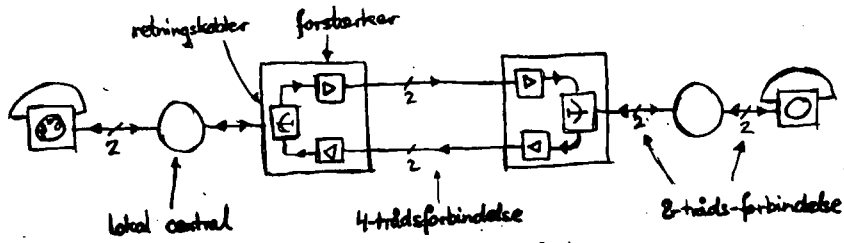


Fig. 1.5 Forstærkning af talesignalet

Disse systemer kan kun transmittere i én retning (simplex), og kræver derfor et dobbeltsystem.

Ved modtagelsen af signalet skilles de enkelte telefonsignaler ud, og det oprindelige talesignal gendannes (demodulation).

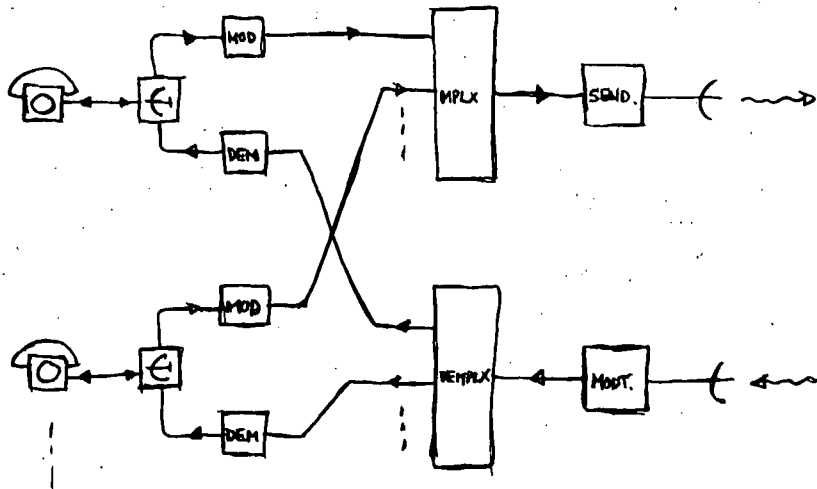
Som en opsummering kan vi beskrive telefoneringen i følgende to faser:

- 1) afsenderen kontakter modtageren (signalering)
- 2) meddelelsen/informationen skal sendes afsted (transmission)

Disse faser gælder generelt for alle former for telekommunikation, og opdelingen kan være en hjælp til at forstå, hvordan de forskellige telekommunikationssystemer er opbygget.

Denne ret detaljerede beskrivelse af, hvordan et telesystem fungerer, skulle gerne give et billede af de mange forskellige dele, der skal til for at man kan udføre den ene funktion at telefonere. Det skulle også give en forståelse for, at det er ret kompliceret at udskifte enkelte dele med nye.

Man kan f.eks. ikke uden videre digitalisere signaleringsfasen, når samtalen



MOD: Modulator      DEM: Demodulator      SEND: Sender  
 MPLX: Multiplexer      DEMPLX: Demultiplexer      MOBT: Modtager

Fig. 1.6 Transmission af flere telefonsignaler over en enkelt linie.

stadig transmitteres analogt. Det er heller ikke muligt at benytte det eksisterende telefonsystem, hvis der skal transporteres andre typer af information (f.eks. videotelefon), der stiller helt andre krav til transmissionshastighed.

Vi vil i de følgende kapitler nærmere beskrive, hvilke tekniske egenskaber og krav h.h.v. terminaludstyret og telenettet har/stiller.

## 2. DET DANSKE TELENET

### Indledning

Den tekniske udvikling i telenettet bærer præg af den hastige udvikling indenfor halvlederteknologien, hvor komponenter med stadig mere avancerede logiske funktioner fås til stadig lavere priser og med mindre effektforbrug og pladskrav. Hidtil har der især været anvendt halvlederkomponenter til forstærkning af signaler, til modvirkning af støj og forvrængning samt til styring af centralernes funktioner. Fremover ser det ud til, at selve centralerne vil bestå af halvlederkomponenter. Centralers funktioner er i princippet de samme som datamaskiners, og derfor ventes de nuværende centraltyper at udskiftes med datamat-centraler. Selve nettet ventes fremover i stigende grad at benytte halvlederkomponenter, idet en ny "komponent" på kabelområdet er ved at være konkurrencedygtig. Det er den såkaldte lysleder, et glasfiberkabel der kan overføre lysimpulser som traditionelle kabler kan overføre elektriske impulser. Fordelen ved denne kabeltype er den væsentlige større informationsmængde, som kan overføres, i forhold til traditionelle kabler. Lysledere kræver anvendelse af halvlederkomponenter i hver ende af lederne til at sende og modtage signaler, men udviklingen af halvlederkomponenter vil såvel pris- mæssigt som m.h.t. kompleksitet begunstige sådanne systemer.

I det følgende beskrives det danske telenet, såvel det fysiske net som de såkaldte trafiknet. Trafiknet er betegnelsen for de net, som beforder de enkelte teletjenester eller trafikformer rundt, og som tilsammen udgør det samlede telenet. Derefter sammenlignes de enkelte trafiknet, og til sidst belyses de fremtidige tekniske muligheder for integration af trafiknettene, da projektet drejer sig om udviklingen på telenettet fremover. Dette kapitel handler derfor om de tekniske muligheder, sådan som de fremstilles af teknikere og teleadministrationsfolk.

### 2.1. Telenet, trafiknet og trafikformer.

Telenettet er betegnelsen for det samlede fysiske net, hvorover der foregår elektronisk kommunikation over større afstande. Det strækker sig fra stikket hos den enkelte abonnent til alle øvrige abonnenters stik. Dette telenet er underopdelt i de såkaldte trafiknet. Disse trafiknet er betegnelsen for de fysiske net, hvorover de enkelte teletjenester eller trafikformer befordres.

Trafikform betegner således en eller flere nært beslægtede teletjenester, som tilbydes abonnenterne af disse.

### 2.1.1. Telenettet.

Telenettet er opbygget som et net bestående af ledninger, koaxkabler af forskellig slags (se evt. Apx. B), radiokæder samt satellitkredsløb.

En radiokæde består af tårne eller master i passende indbyrdes afstande. På masterne eller tårnene er monteret udstyr til modtagelse og videresendelse af radiobølger. Desuden er der udstyr til at skille signaler ud, som ikke skal videresendes i kæden, men sendes over faste kabler til det øvrige telenet. Signalerne "hopper" således fra mast til mast i radiokæden og trækkes ud i det ordinære net fra den mast, som er nærmest modtageren af det enkelte signal. På Fig. 2.1. ses det danske radiokædenet, som det så ud i 1972.

Telenettet består desuden af kredsløb med forbindelse til udlandet, såvel via søkabler som nedgravede kabler på land. Via kabelforbindelse i Sverige står det danske telenet også i forbindelse med omverdenen via satellitkredsløb.

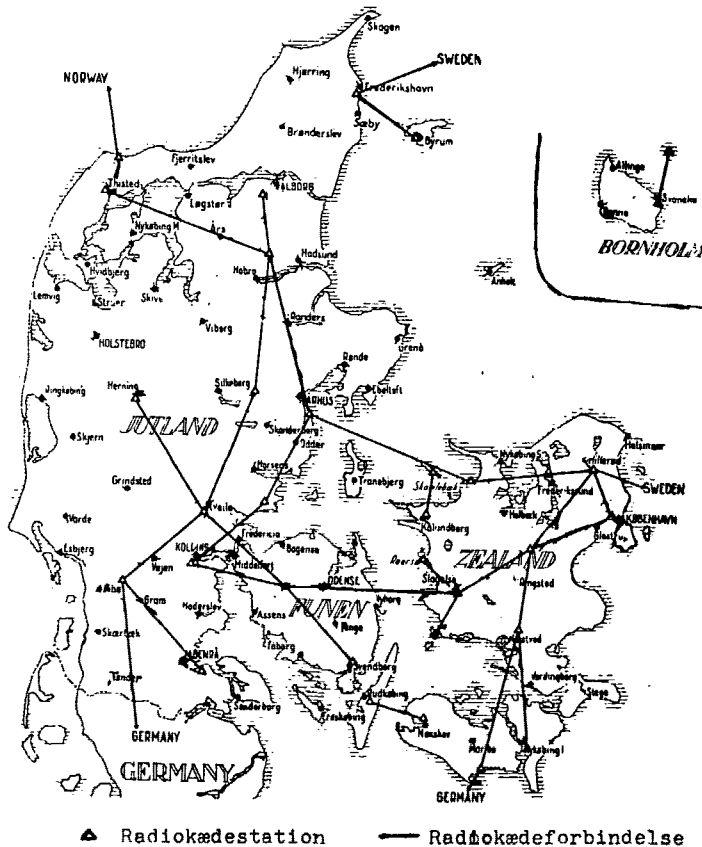


Fig. 2.1 Det danske radiokædenet anno 1972.

(Illustration af: Teleteknik 1972, s. 10)



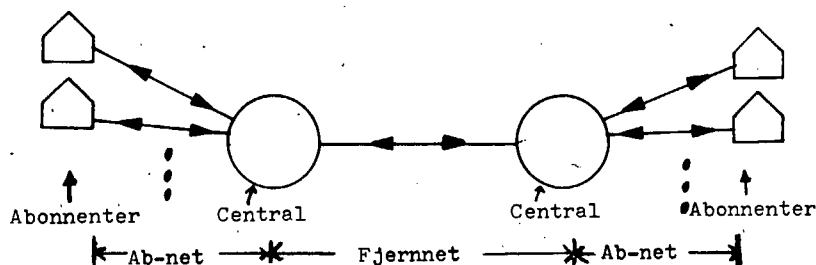


Fig. 2,2 Principskitse for telenettet.

Danmark har andel i den fællesnordiske jordstation i Tanum, hvorfra der kommunikeres med en satellit over Atlanterhavet. Satellitten er opsendt af INTELSAT (et konsortium under den internationale telekommunikationsunion, ITU), som Danmark også har andel i. Derudover erhvervede Danmark sammen med Norge og Sverige i 1965 en uopsigelig brugsret til en vis kapacitetsandel i den engelske jordstation Goonhilly Downs. Denne station kommunikerer med en satellit over Atlanten og en satellit over Det Indiske Ocean, således at der kan etableres kredsløb til såvel USA og Canada (via satellitten over Atlanten) samt til Østen (satellitten over Det Indiske Ocean). Desuden er der truffet aftale om deltagelse i det europæiske satellitsystem ECS (European Communication Satellite), som ventes i brug omkring 1982.

Telenettet kan uanset til hvilken trafikform det anvendes opfattes som bestående af tre dele: abonnentnet, centraler og fjernnet. I praksis er det dog stort set telefonnettet, det udgør telenettet, idet dette trafiknet beforder langt den største del af den samlede trafik i telenettet (ca. 95%). Når man derfor taler om telenettets struktur er det i det væsentlige det samme som telefonnettets struktur. På Fig. 2.2. er strukturen med abonnentnet, fjernnet og centraler skitseret.

#### Abbonentnettet.

Abbonentnettet er det yderste led i telenettet, fra centralerne og ud til de enkelte abonnenter. Det forbinder altså hver enkelt installationsadresse med telenettet som helhed. Fysisk består denne del normalt af parsnoede kabler (se Apx. C). Størrelsen af abonnentnettet er dimensioneret efter antallet af abonnenter, idet hver af disse har selvstændig forbindelse ind til centralen. Abonnentnettet er af denne grund meget omkostningskrævende at etablere eller udskifte.

### Centralerne.

Centralerne er overgangsstedet (grænsefladen) fra abonnentnet til fjernnet. Her kobles forbindelser til eller fra fjernnettet op, eller forbindelser tilsluttet samme central sammenstilles. Centralerne er i det væsentlige det, der adskiller de forskellige trafiknet, idet centralerne er tilpasset den enkelte trafikform. Centralerne er således ikke generelle i den forstand, at de umiddelbart kan benyttes til al slags trafik. Eksempelvis er datanettets eneste central indrettet til digital trafik, hvorimod telefonnettets centraler er indrettet til behandling af analog trafik (ang. digital og analog, se Apx. C).

### Fjernnettet.

Fjernnettet er den del af nettet, som ikke er abonnentnet, dvs. nettet mellem centralerne samt forbindelserne til udlandet. Fjernnettet består næsten udelukkende af koaxkabler og radløgkæder, og det er i modsætning til abonnentnettet dimensioneret efter trafikmængde. Det gøres ved anvendelse af såkaldt multipleks-teknik, hvorved mange abonnentforbindelser etableres på samme kabel på samme tid. Det øger udnyttelsesgraden af kablerne, og formindsker omkostningerne til kabelnedgravning.

#### 2.1.2. Trafiknet.

De enkelte trafiknet benytter fælles transmissionsveje i abonnentnettet, og i praksis vil det groft sige, at telefonnettet befordrer de øvrige trafikformer. På Fig. 2.3. er vist, hvordan de forskellige trafikformer fællesudnyttes

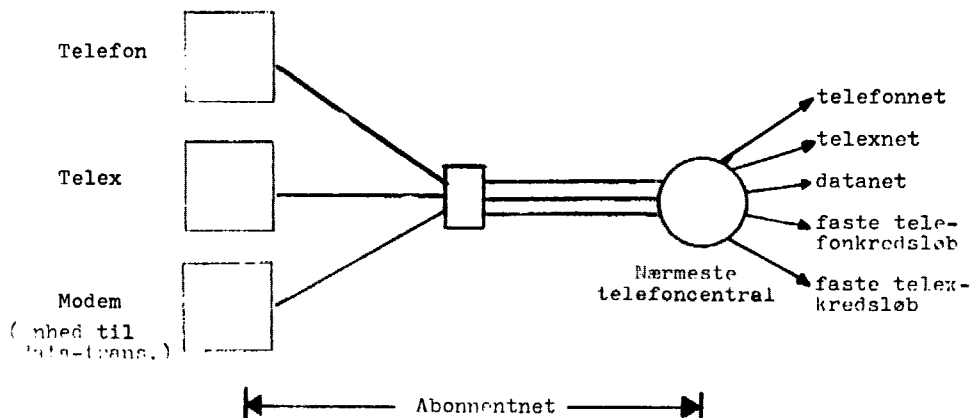


Fig. 2.3 Trafikformernes fællesudnyttelse af abonnentnettet.

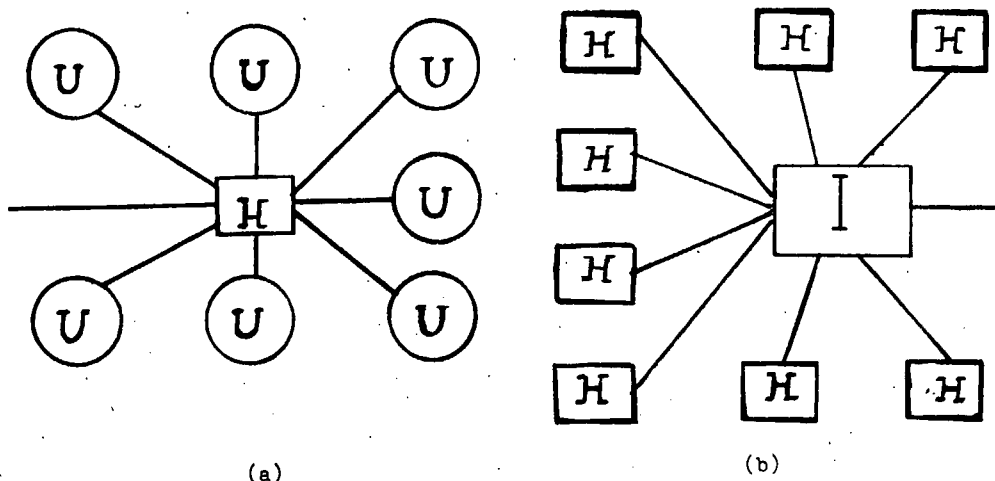


Fig. 2.4 Telefoncentralernes hierarkiske struktur.  
(a): Hovedcentral med tilsluttede undercentraler,  
(b): Interurbancentral med tilsluttede hovedcentraler.

ter telefonnettets abonnentnet.

Fra abonnenten til den nærmeste telefoncentral transmitteres alle trafikformer på det samme net, og først i centralen sendes trafikken ud på de respektive net, som fysisk er helt identiske.

Da de enkelte trafiknet benytter særskilte centraler har disse net ikke nødvendigvis samme struktur, hvad der er af betydning for en senere evt. netintegration. Centralernes funktion er i princippet ens, men tilpasset trafikformernes specielle krav.

#### Telefonnettet.

Telefonnettet er som tidligere nævnt langt det mest omfattende net, med ca. 1200 centraler fordelt over hele landet. Disse centraler er indordnet i et 3-delt hieraki, hvor det nederste lag udgøres af undercentraler (U-centraler), hvortil abonnenterne er tilsluttet. Disse centraler danner grænsefladen mellem abonnentnet og fjernnet.

Derudover findes et lag af hovedcentraler (H-centraler), hvortil U-centralerne er tilsluttet. H-centralerne fungerer som almindelige centraler men ekspederer desuden transittrafik videre til centraler i det øverste lag, interurbancentraler (I-centraler). Strukturen er hierakisk på den måde, at hver U-central er tilsluttet netop en H-central og hver H-central er tilsluttet netop en I-central. Hver I-central svarer til et nummerområde svarende til de to områdecifre foran abonnentnummeret. På Fig. 2.4. er strukturen søgt skitseret.

Central-hierakiet brydes til dels ved tværgående forbindelser mellem H-centralerne indbyrdes, hvorved strukturen får karakter af et netværk med flere alternative veje gennem nettet.

I abonnentnettet er den anvendte transmissionsform analog, hvorimod den i fjernnettet kan være såvel analog som digital. I centralerne er signalerne analoge. Ved denne opbygning af nettet har det på abonnentsiden en struktur, hvor hver abonnent har selvstændig forbindelse ind til centralen, hvorfra der kan kobles forbindelse op til enhver anden abonnent i nettet.

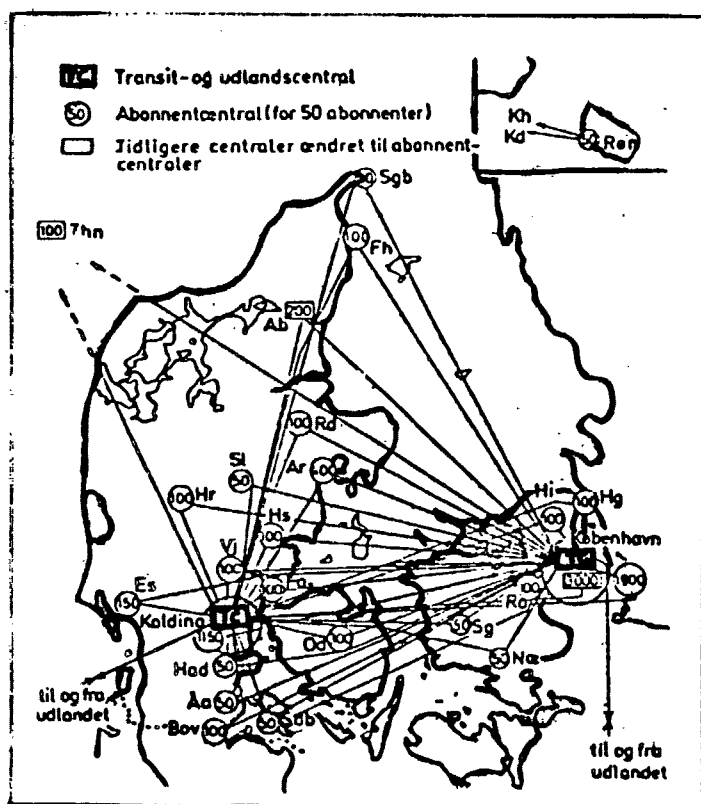


Fig. 2.5 Det danske telexnet anno 1974.  
Fra (Hansen, 1979).

#### Telexnettet.

Telexnettet har i øjeblikket ca. 10.000 abonnenter tilsluttet, og er opbygget omkring to centraler i hhv. København og Kolding, hvor alle opkoblinger foretages (også til udlandet). Derudover findes passive abonnentcentraler fordelt i hele landet, men disse kan kun koncentrere trafikken på færre kabler ved multipleks-teknik. Man fællesudnytter transmissionskanaler i telefonnettets fjernnet og abonnentnet, og desuden også bygninger. Telexnettet er indrettet til digital transmission. Telexnettets abonnentnet har en struktur svarende til telefonnettets abonnentnet. På Fig. 2.5. er vist et kort over telexnettet.

#### Datanettet.

Det offentlige datanet har nu ca. 10.000 abonnenter tilsluttet. Nettets indtil videre eneste central er placeret i København. Nettet har således kun et abonnentnet, med en struktur som telefonnettets abonnentnet. Der er ligesom i telexnettet placeret koncentratorer ude i nettet, så kabelforbruget formindskes. Nettet er opbygget m.h.p. datatransmission, og der anvendes udelukkende digital transmission i nettet.

#### Fast udlejede kredsløb.

Der er mulighed for at leje faste kredsløb, såvel telefon- som telexkredsløb, til særlige formål. Disse faste kredsløb anvendes oftest til alarmfunktioner eller til datatransmission. Da datanettet er af ret ny dato har man tidligere haft behov for mere pålidelige kredsløb til datatransmission end de almindelige telefon- eller telexkredsløb. Ved faste forbindelser generes forbindelsen ikke af den øvrige trafik, da faste forbindelser kobles uden om centralerne.

Kommunikationen foregår ved, at der i hver ende af forbindelsen tilsluttes såkaldte modems (modulator/demodulator), der sørger for omsætningen af de digitale jævnstrømssignaler fra datamaskinen hos afsenderen til vekselstrømssignaler, der kan sendes via det lejede kredsløb. Modem'et hos modtageren klarer så omsætningen den anden vej (ang. omsætningen analog - digital (AD) se Apx. C).

### 2.1.3. Andre net.

Andre net omfatter net, som i øjeblikket ikke kan anvendes til andet end en-vejs kommunikation. Det er Danmarks Radios rundspredende net, og de private fordelingsnet, som uafhængigt af det øvrige telenet modtager og fordeler DR's programmer (og evt. udenlandske). Den sidste type net er interessant, fordi en eventuel sammenkobling med telenettet åbner for en del nye muligheder.

#### Rundspredende net.

De rundspredende net befordrer DR's radio- og TV-programmer, således at enhver borger på enhver adresse i et større område kan modtage de samme informationer på samme tid (altså massekommunikation).

I disse net indgår foruden radio- og TV-stationer også elementer, der fællesudnyttes med telefonnettet. Det er foruden radiokædetårne med tilhørende faste installationer (bl.a. antenner) også visse transmissionsveje i telefonnettet. Kommende TV-satellitter vil indgå som en del af disse rundspredende net. Transmissionsformen i disse net er analog (FM og AM, se Apx. C).

#### Fordelingsnet.

Fordelingsnet er betegnelsen for kabel TV-anlæg, hvor fællesantennen modtager signaler fra de rundspredende net og fordeler dem videre til de tilsluttede abonnenter. De befordrer såvel TV- som radioprogrammer (evt. også udenlandske). Transmissionsmediet er koaxkabler og transmissionsformen er ligesom i de rundspredende net analog. Netstrukturen er i dag en struktur, hvor hver enkelt abonnent ikke har en selvstændig forbindelse til centralen, fællesantennen. Nettet er et forgreningsnet, hvor flere abonnenter er tilsluttet samme gren. Denne struktur er velegnet til en-vejs kommunikation, men uegnet til to-vejskommunikation.

I øjeblikket er ca. 1 mill. abonnenter tilsluttet ca. 11.500 fællesantenneanlæg, ca. 55 % af DR's seere. Tilslutningen er fortrinsvis sket i byområderne p.g.a. fordelingsnettenes begrænsede rækkevidde på ca. 30 km, hvorfor der kræves en vis befolkningstæthed i et område for at udgifterne til et fællesanlæg kan konkurrere med individuelle antenner.

## 2.2. Sammenligning af træstruktur og stjernestruktur.

De væsentligste forskelle på de forskellige trafiknet består i den struktur, som nettet har og de funktioner, som centralerne udfører.

### 2.2.1. Netstruktur.

De trafiknet, som fællesudnytter telefonnettets abonentnet og fjernnet, har ligesom dette selv en stjernestruktur. Princippet i denne struktur er vist på Fig. 2.6.

Hver abonnent har selvstændig forbindelse til centralen, og det gør strukturen velegnet til to-vejs kommunikation. En abonnent et sted i nettet kan nemlig få forbindelse med en vilkårlig abonnent i nettet via centralen.

Bemærk også at mængden af information, som kan overføres, begrænses alene af det nedgravede kables transmissionskapacitet.

I modsætning til dette har et traditionelt kabel-TV anlæg en træstruktur, som der er vist en principskitse af på Fig. 2.7.

Denne netstruktur er velegnet til en-vejs kommunikation, men uegnet til to-vejs, idet man for at skelne signalerne fra de enkelte abonnenter fra hinanden må dele forbindelseskablet til fællesantennen op i mindre frekvensområder. Hver abonnent får så et frekvensområde, som så er begrænset ikke af forbindelseskablet alene, men også af antallet af tilsluttede abonnenter.

### 2.2.2. Centralfunktionen.

De enkelte trafiknets centraler er i princippet ens, men funktionen er dog tilpasset det enkelte trafiknets særlige trafikform. Telefonnettets centraler er således tilpasset transmission af tale. Centralerne er overvejende analoge elektromekaniske, hvoraf nogle er datamat-styrede. Enkelte centraler er helt elektroniske og dermed digitale. Analog trafik må derfor omsættes til

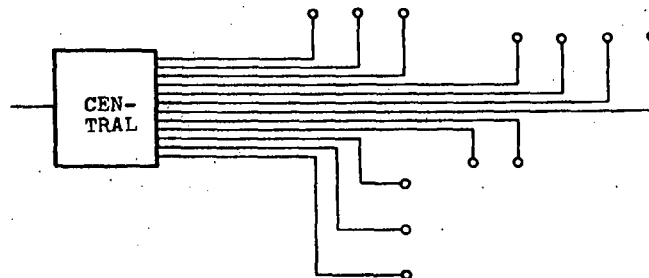


Fig. 2.6 Principskitse af stjernestruktur.

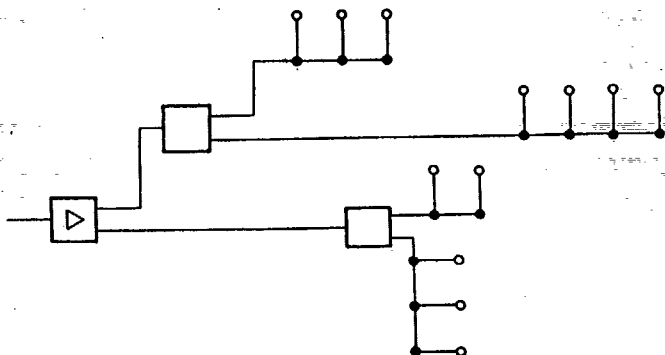


Fig. 2.7 Principskitse af træstruktur.

digital repræsentation før passage af sådanne centraler og omsættes tilbage til analog repræsentation efter passagen.

Telexnettets centraler svarer til telefonnettets, men er tilpasset transmission af tekst.

Datanettets i øjeblikket eneste central er tilpasset transmission af data, som i princippet er digital. Centralen er således en elektronisk digital central.

### 2.3. Tekniske udviklingstendenser.

Den tekniske udvikling går i retning af øget transmissionskapacitet i telenettet, og kan deles op i udviklingen på centralområdet og på netsiden. En måde at øge kapaciteten på er ved at integrere de forskellige elementer i nettet mest muligt, så udnyttelsesgraden af de lagte kabler og kommende kredsløb bliver optimal.

#### 2.3.1. På centralområdet.

Her går udviklingen i retning af anvendelsen af elektroniske digitale centraler. Disse vil i princippet kunne varetage alle former for teletrafik, hvis blot signalerne repræsenteres på binær form. Centralerne bliver generelle data-centraler. I en overgangsperiode med både analog og digital trafik kan man klare sig med omsættere fra analog repræsentation til digital og omvendt på grænsefladerne mellem analoge og digitale netdele.

En væsentlig drivkraft bag den skitserede udvikling på centralområdet er den hurtige udvikling indenfor halvlederteknikken, som gør det mere og mere økonomisk fordelagtigt at benytte disse nye centraltyper.



### 2.3.2. På netsiden.

På netsiden er der allerede sket en vis integration mellem de forskellige trafiknet, og i fremtiden kan denne integration øges endnu mere ved anvendelse af den samme transmissionsform i fjernnet og abonnentnet, og det vil sige digital transmission, da denne form er begunstiget af de faldende priser på halvlederområdet.

Ved overgang til PCM-transmission (se Apx. C) i abonnentnettet vil transmissionskapaciteten af de almindelige forbindelsesledninger til abonnenterne forøges kraftigt. Abonnentnettet ændres i realiteten til højhastigheds-datakanaler, som vil kunne overføre mange former for telekommunikation. Kapaciteten vil dog ikke række til overførsel af levende billeder.

Fortsat overgangen fra traditionel analogtransmission til digital PCM-transmission vil hele nettet ændre karakter i retning af et generelt anvendeligt telenet, som dog ikke vil kunne overføre levende billeder. Hvis det skal kunne gøres, må der lægges et helt nyt abonnentnet, bestående enten af koaxkabler eller lysledere, og det er meget omkostningskrævende.

Omkostningerne ved etablering af et nyt såkaldt bredbåndnet (hvor "bred" refererer til størrelsen af det tilgængelige frekvensområde, "bred" vil sige bred nok til at overføre levende billeder) kan nedbringes ved at integrere det eksisterende øvrige telenet med kabel-TV fordelingsnettene.

En forudsætning for to-vejs kommunikationstjenesters indførelse i dette net ville dog være en strukturændring af kabel-TV anlæggenes fordelingsnet fra en træstruktur til en stjernestruktur.

Som illustration af de ovennævnte udviklingstendenser på net- og centralområdet kan det nævnes, hvordan P. & T. forudser udviklingen på disse områder i perioden 1980 - 2000. Det er gjort i Betænkning nr 884. Udviklingen er beskrevet på følgende måde:

Netsiden : Konventionel analog teknik vil fortsat eksistere som anvendt transmissionsform i hele perioden 1980 - 2000.

Ny digital teknik vil i løbet af perioden 1983 - 1987 blive enerådende i.f.m. nyanlæg af transmissionsstrækninger.

Centralsiden : De eksisterende analoge centraler vil fortsat kunne fungere i hele perioden på økonomisk forsvarlig vis.

Digitale centraler vil formodentlig blive enerådende i.f.m. nyanlæg af centraler i løbet af perioden 1983 - 1987 og desuden som erstatning for udvidelser af centraler i løbet af perioden 1985 - 1988.

### 2.3.3. Bredbåndsnet.

To-vejs videotransmission (transmission af levende billeder) kræver som tidligere nævnt større overføringskapacitet end det nuværende abonnentnet i telefonnettet kan klare. Imidlertid har dette net den nødvendige stjernestruktur. Omvendt har de nuværende kabel-TV net den tilstrækkelige overføringskapacitet, men derimod ikke stjernestrukturen. En integration af disse to net ville derfor løse kapacitetsproblemet i.f.m. to-vejs videotransmission, og har man derved fået etableret et bredbåndsnet, vil en række muligheder være indenfor rækkevidde. Man kunne eksempelvis føre alle radio- og TV-programmer samt alle teletjenester frem til nettets centraler, og herfra kunne abonnenterne v.h.a. et tastatur i hjemmet udvælge de ønskede informationer eller forbindelser til selv at afsende information. De valgte dele kunne så overføres via forbindelsen til centralen. De nuværende centraler kunne endvidere forbindes med informationscentre med videobiblioteker, databaser o.l., som abonnenten kunne benytte via centralen. En sådan abonnentinstallation er vist skitseret på Fig 2.8. Her er forbindelseskablet til centralen i stedet for de traditionelle koaxkabler et lyslederkabel, men princippet er ens. På lidt længere sigt vil fremkomsten af disse lysledere betyde, at bredbåndsnet vil kunne etableres i nye boligområder med en økonomisk fordel fremfor etableringen af to separate net til hhv. telefoni og kabel-TV. I stedet for at nedgrave traditionelle telefonkabler, vil man med økonomisk fordel kunne nedgrave lyslederkabler, som ikke vil fylde mere end de nuværende kabler, og som vil have kapacitet til at overføre levende billeder såvel som diverse andre teletjenester.

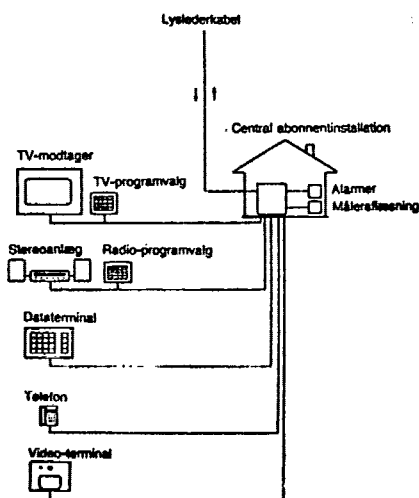


Fig. 2.8 / Abonnentinstallation i et integreret bredbåndsnet. Fra Ingeniør, Tematillæg april 1970.

### 3. TERMINALUDSTYR

I dette kapitel omtales en række teleudstyr, som den enkelte forbruger kan eller vil kunne anskaffe - her kaldt terminaludstyr. Der findes allerede i dag - ud over den alm. telefon, radioen og TV - en del udstyr, fortrinsvis beregnet for tilslutning til telefonnettet, men disse har i de fleste tilfælde enten forholdsvis begrænsede konsekvenser (f.eks. telex, automatiske telefonsvarer), eller er blot forløbere for mere avanceret udstyr (f.eks. automatiske opkald, alarm- og overvågningsudstyr, modemudstyr for datatransmission). Vi vil her koncentrere os om terminaludstyr, der er "lige på trapperne" og andre, som der endnu ikke er taget beslutning om, men som vil få betydning i forbindelse med overvejelserne om hvorledes de enkelte trafiknet skal udvikles.

De enkelte udstyr vil blive beskrevet både teknisk og ud fra hvilke anvendelsesmuligheder, de vil kunne få. Set ud fra et forbrugersynspunkt vil følgende forhold bl.a. være af interesse:

- hvor store informationsmængder er tilgængelig
- vil der være mulighed for direkte kontakt med andre abonnenter
- omkostninger ved etablering og anvendelse af systemet (tjenesten)

Derfor er der foretaget følgende opdeling efter transmissionssystem, hvorunder de enkelte udstyr vil blive beskrevet:

- 1) Det offentlige telefonnet/telexnet/datanet: begrænset informationshastighed, men principielt ingen begrænsning i informationsformen.
- 2) Trådløs transmission: stor informationshastighed, men begrænset informationsmængde.
- 3) Offentlig bredbåndsnet: stor informationshastighed, principielt ingen begrænset informationsmængde, men store installationsomkostninger.

#### 3.1 Det offentlige telefonnet/telexnet/datanet

Disse tre net er teknisk set forskellige, men hvad angår terminaludstyret (bortset fra den alm. telefon), frembyder nettene principielt de samme anvendelsesmuligheder, idet der vil være tale om digitale lavhastighedssystemer.

Telefonnettet er beregnet for talesignaler (frekvensområde: 300-3400 Hz), og det er derfor nødvendigt at indkoble et såkaldt modem-udstyr, som omsætter et digitalt signal til et tonesignal tilpasset telefonlinien - og omvendt. (transmissionshastigheden er max. 2400 bit/s.)

Telexnettet og datanettet er begge født til digital transmission. Telexnettet arbejder med jævnstrømsimpulser og har meget lav transmissionshastighed (max. 50 bit/s), mens datanettet

anvender PCM-teknik med transmissionshastigheder på max. 9600 bit/s. Begge net kan transmittere i begge retninger - men kun i én retning ad gangen.

#### Telex

Telex opstod i 20'erne og består i transmission af tegn (bogstaver, tal, specialtegn) fra abonnent til abonnent over det offentlige telexnet.

Hver telexabonnent har en fjernskriver, som er koblet direkte til telexnettet. V.h.a. tastaturet på fjernskriveren kan man komme i forbindelse med en hvilken som helst anden telexabonnent. Derefter skriver man sin meddelelse på tastaturet, som samtidig vil optræde på modtagerens fjernskriver.

Transmissionen over telexnettet foregår med jævnstrøms-impulser med en max. hastighed på 50 bit/s - svarende til 300 tegn pr. min. Informationshastigheden er således langt under en telefonforbindelse, men fordelen i telex ligger i, at man øjeblikkelig får overført sin besked på skriftlig form (ingen misforståelser - specielt af interesse i forretningsøjemed).

#### Telefax

Telefax er et system til overførsel af faste billeder (tegninger, fotografier, håndskrevne breve) fra abonnent til abonnent via det offentlige telefonnet. Abonnenten har et faxmileudstyr, som tilkobles den almindelige telefon. Opkald til den anden abonnent foregår v.h.a. telefonen.

Teknikken svarer til den, der benyttes i fjernsynet, idet billedet, som skal overføres, aflæses som en række linier og hver linie opfattes som en række punkter. Dermed har man fået opdelt hele billedet i punkter, som kan overføres som henholdsvis sorte eller hvide punkter - og dermed er informationen digitaliseret.

En A-4 side svarer til en informationsmængde på ca. 200 000 bit, og da transmissionen foregår gennem et modem med max. 1200 bit/s, tager det 2-3 min. at overføre siden. Der overføres 0.4 linie pr. min.

### Teledata

Teledata er overførsel af tegn og simpel grafik via det offentlige telefonnet fra en fælles informationscentral til en TV-skærm hos abonnenten. Der er således tale om en envejskommunikation med en principiel ubegrænset informationsmængde.

Et alm. TV-apparat tilsluttes v.h.a. en særlig enhed den alm. telefon. Opkald til informationscentralen foretages med telefonen, mens valg af information foretages med et specielt tastatur. Datasøgningen vil typisk være hirakisk opbygget, således at man i flere søgetrin indkredser den ønskede information.

Informationen (tegn/simpel grafik) er "født" digital. Skærbilledet opdeles i et antal felter (som et skakbræt), og i hvert felt kan placeres ét tegn (også et grafisk "tegn"). Et skærbillede overføres serielt fra databasen til en intern hukommelse i udstyret hos abonnenten (d.v.s. de enkelte tegn overføres ét ad gangen efter hinanden). Fra hukommelsen omdannes tegnkoden til det tilsvarende TV-billede-signal.

Et skærbillede vil typisk bestå af  $24 \times 40 = 960$  felter (24 linier af 40 karakterer), og hver tegnkode af en 10-bit kode. Altså ialt 9600 bit. Med en transmissionshastighed på 2400 bit/s tager det således 4 sekunder at overføre en side.

Da det vil blive en offentlig tjeneste, skal systemet være enkelt at betjene - f.eks. skal søgeproceduren være simpel. Dette gør, at der i praksis vil være en grænse for den informationsmængde, der kan ligge i systemet, da det ellers vil tage for lang tid, at indkredse den ønskede information.

Prestel: I England har det britiske postvæsen en teledata-tjeneste. Transmissionshastigheden fra databasens computer til abonnentens TV-skærm er 120 tegn pr. sek. (= 1200 bit/s), og 7,5 tegn pr. sek. (= 75 bit/s) fra abonnent til database. Abonnentens transmissionsbehov er altså udelukkende knyttet til valg af information via søgeproceduren, og af den grund benævnes systemet envejskommunikation (se senere om Prestel).

### 3.2 Trådløs transmission

Trådløs transmission dækker her de signaler, forbrugerne modtager gennem luften via antenne - d.v.s. fortrinsvis radio- og TV-signaler. Begrebet dækker også de eksisterende fællesantennelanlæg, da de principielt giver de samme muligheder. Anderledes bliver det, hvis kabel-TV-anlæggene begynder at udsende lokale programmer eller særlige tjenester. I dette tilfælde falder de ind under næste afsnit om bredbåndskabelanlæg.

Signalerne sendes gennem luften som elektromagnetiske bølger (her kaldt radiobølger) med informationen indlagt som en AM- eller FM-modulation af radiobølgen omkring en fast frekvens (se app. C). Ved at anvende radiobølger med en forholdsvis høj frekvens, er det muligt at transmittere bredbåndssignaler (f.eks. levende billeder).

Ganske vist dækker radiobølgerne et stort frekvensområde (fra ca. 10 kHz til ca. 1 GHz), men kun en lille del af dette område er tildelt de offentlige udsendelser (se fig. A 3). Da et TV-signal "fylder" ca. 7 MHz og et FM-radiosignal ca. 38 kHz, er det forholdsvis begrænset, hvor mange signaler, der er "plads" til i luften. (Der er indgået nogle internationale aftaler om fordelingen af frekvenserne.)

Der vil således ad denne vej være en ret begrænset informationsmængde til rådighed, og det betyder også, at der her nødvendigvis er tale om rundspredende net (massekommunikation), da "trængslen i æteren" ikke giver plads til individuel radiotransmission. (En undtagelse herfra er kortbølgeradioamatørerne, men de er uden interesse i denne sammenhæng.)

Fordelen i denne transmissionsform ligger i, at man næmt (med forholdsvis ringe offentlig investeringer) er i stand til at transmittere bredbåndsinformation ud til "alle".

#### TV-satellitter

Med opsendelse af TV-satellitter kan man fra en enkelt "sender" dække et stort område (som f.eks. hele Mitteleuropa) med adskillige radio- og TV-programmer. Signalerne kan modtages med en parabolantenne - enten af den enkelte forbruger eller via en fællesantenne. Dette giver ingen nye muligheder - blot flere valgmuligheder mellem flere programmer - og skal derfor ikke omtales nærmere her.

#### Tekst-TV

Tekst-TV (eller teletext) er et system til overførsel af faste billeder i form af tegn og simpel grafik fra Danmarks radio til det alm. TV-apparat via det normalt modtagne TV-signal.

Informationen er indlagt i det normale TV-signal uden at dette iøvrigt forstyrres. Dette kan man gøre, idet der i TV-signalet er nogle "pauser" for tilbageløb af elektronstrålen. I disse pauser er der ud over nogle synkroniserings-signaler for TV-billedet også plads til en del ekstra information. En speciel enhed (en decoder) i TV-apparatet er i stand til at opsamle denne information, og omdanne den til et fast billede på TV-skærmen.

De faste billeder sendes konstant - sekventielt (efter hinanden) i "bidder" i pauserne. Når alle billeder er sendt, startes forfra. I starten af hver bid sendes en kode, som angiver billedets nummer (informations-sidens nummer). I decoderen kan opsamles og lagres information til et billede. Med et tastatur kan vælges, hvilket billede der ønskes opsamlet og vist på skærmen.

Et typisk billedformat vil være 25 linier á 40 tegn (som for teledata). Med en informationsmængde på ialt 800 billeder vil det tage ca. 3 min. at sende alle billederne inden de gentages. Dette svarer til den tid, man max. må vente, før det ønskede billede er klar. De mest benyttede billeder kan evt. sendes flere gange i hver sekvens, hvilket nedsætter ventetiden for disse.

Man kan forestille sig mange anvendelser for denne tjeneste: valgbar undertekstning af de normale udsendelser (idet den normale TV-udsendelse og det faste billede kan vises samtidigt), korte nyhedsmeddelelser, vejr-kort, radio- og TV-programmer, børsnoteringer etc. Tjenesten vil kunne udvides betragteligt, hvis man reserverer specielle frekvenser hertil.

DR og B&O er i øjeblikket i gang med et samarbejde om at prøvekøre denne tjeneste. Man kan hos B&O købe et TV-apparat med indbygget decoder (for en merpris på kr. 3 000,-), og dermed modtage nogle få sider fra DR. De fleste nye TV-apparater er forberedt for dette system.

### 3.3 Offentligt bredbåndnet

Ved et bredbåndnet vil vi her forstå et landsdækkende net bestående af bredbåndskabler ført ind til alle abonnenter. Ved et bredbåndskabel forstås et kabel, som er i stand til samtidigt at transmittere nogle få TV-signaler (levende billeder), et antal radiosignaler, telefonsignaler og forskellige alarm- og fjernkontrolsignaler - men kun i én retning ad gangen.

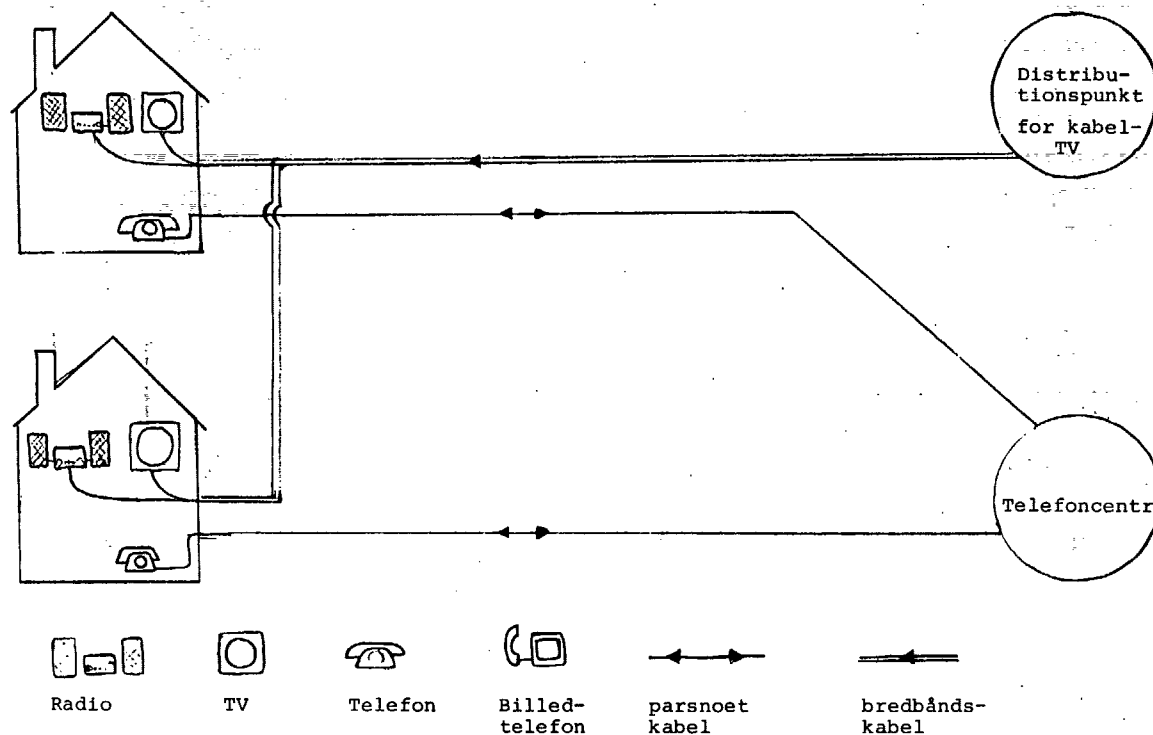
Af terminaludstyr vil der her fortrinsvis være tale om de normale radio- og TV-apparater - evt. tilpasset bredbåndssystemet. Det interessante ligger i de forskellige muligheder, som et sådant net vil give.

Et bredbåndnet kan være opbygget med forskellige netstrukturer: træstruktur, envejs stjernestruktur eller tovejs stjernestruktur, hvilket er afgørende for de forskellige muligheder.

Træstruktur (rundspreddning): Alle modtager de samme signaler udsendt fra en fælles central. Abonnenten kan vælge et eller flere af de udsendte programmer på samme måde, som man nu vælger radio- og TV-programmer. Systemet giver - ud over de nuværende radio- og TV-programmer - mulighed for lokale TV-programmer og forskellige tjenester (som f.eks. undertekstning). Det er begrænset, hvor mange programmer, et bredbåndskabel kan bære, og dette begrænser naturligvis valgmulighederne (informationsmængden).

Da systemet er et decideret envejsnet, er det nødvendigt at bibeholde det nuværende telefonnet med dets stjernestruktur til transmission af talesignaler fra abonnent til abonnent.

Systemet kan betragtes som en udbygning af de nuværende fællesantennelanlæg. Antenneforeningen i Århus kan idag modtage 6 TV-programmer og 18 radio-programmer - samtidigt.

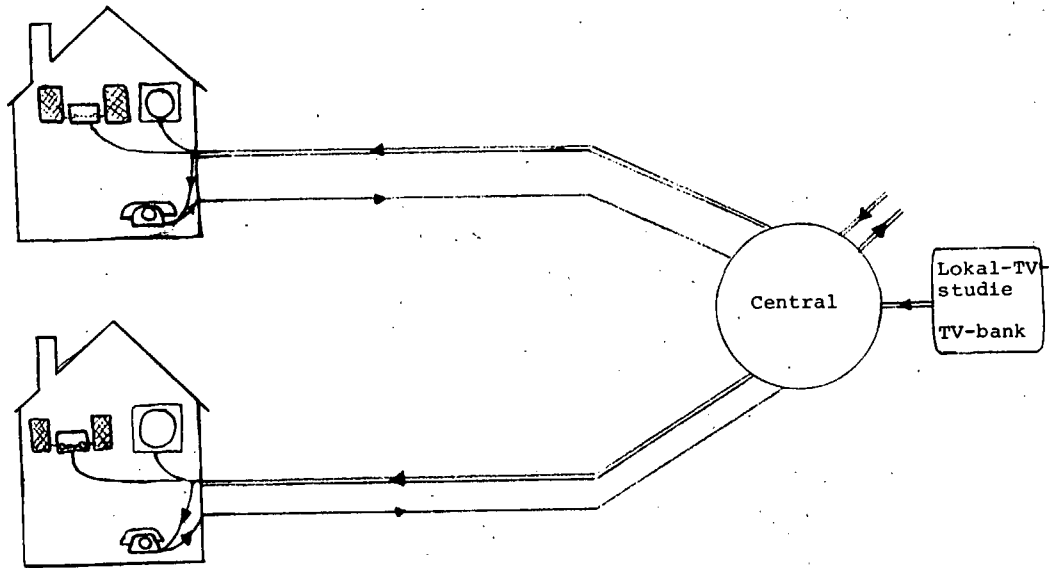


Figur 1. Rundspredende bredbåndnet med træstruktur.

Ervejs stjernestruktur: Forskellen fra træstrukturen ligger her i at alle abonnenter har separat forbindelse til centralen - én bredbåndsforsendelse med transmission fra centralen til abonnent, og én smalbåndsforsendelse (svarende til en telefonforbindelse) fra abonnenten til centralen. (Dette kan teknisk set lade sig gøre i ét kabel.) De forskellige abonnenter kan således vælge at modtage forskellige bredbåndssignaler.

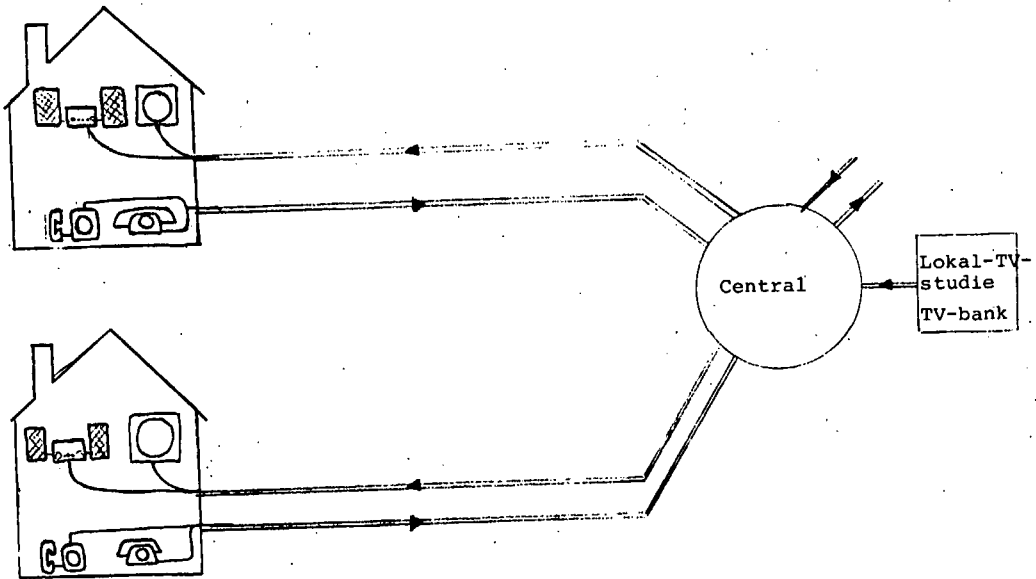
Med et tastatur (f.eks. telefonens) kan den enkelte abonnent via "telefonlinjen" vælge et ønsket program, som da vil blive udsendt fra centralen over abonnentens bredbåndslinie. På centralen kan der være en databank med forskellige tjenester (som under teledata), endvidere kan der være en TV-bank med forskellige faste TV-programmer. Informationsmængden er i princippet ubegrænset.





Figur 2. Envejs bredbåndsnæ (for symboler, se fig. 1).

Tvejs stjernestruktur: Der er her separate dobbelt-bredbåndsforsbindelser mellem abonnenter og central, således at der kan transmitteres levende billeder i begge retninger samtidigt. Dette giver (kun) adgang til én ekstra tjeneste i forhold til envejs stjernestrukturen, idet man med billed-telefonen kan få billeder af den man taler med. Telefonen er her udbygget med en TV-skærm. I forhold til de investeringer som et bredbånd-stjerne-net kræver, er denne tjeneste nærmest et ledigt og skal derfor ikke omtales nærmere.



Figur 3. Tvejs bredbåndsnæ (for symboler, se fig. 1).

#### 4. TELENETTETS PLACERING I SAMFUNDET

Vi vil i dette kapitel give en kort beskrivelse af lovgivningen omkring telekommunikationen i Danmark samt en beskrivelse af televirksomhedernes organisation og administration. Vi finder at en indsigt i disse forhold må være endnu en forudsætning for at kunne vurdere muligheder for og konsekvenser af en udvikling i telekommunikations-sektoren.

##### 4.1 Telenettets funktion i samfundet

De aktiviteter der foregår i samfundet kan på det økonomiske plan opdeles skematisk i en produktions-sfære, en forbrugs-sfære samt nogle almene betingelser for at regulere samfundet (f.eks justitsvæsenet, hær og politi). Disse forskellige kategorier forbindes funktionelt, af det vi kalder infrastrukturen, hvor telenettet er en væsentlig del.

Telenettet kan opfattes som en af disse materielle produktionsbetingelser, som det er statens opgave at sørge for.

Det er også statens opgave at sørge for arbejdskraftens reproduktion, hvilket bl. a. indebærer etableringen af et uddannelses-system og en kulturpolitik. Også på dette ideologiske plan spiller telenettet en rolle, nemlig i den udstrækning det benyttes til undervisning og kulturelle formål.

##### 4.2 Lovgivning

Det er karakteristisk for den gældende lovgivning om telenet og rundspredende net, at forskellige former for telekommunikation har affødt forskellige love uden en på det nuværende tidspunkt ønskværdig ko-ordination.

Dette fremgår af de områder, som de vigtigste love dækker:

Lov nr. 84 (11. maj 1987) om telegrafer og telefoner.

Lov nr. 574 (19. december 1969) om radio-kommunikation.

Lov nr. 421 (15. juni 1973) om radio- og fjernsynsvirksomhed.

Med de tekniske muligheder for trafiknets-integration er der opstået et pres for (innovations-skub) en ny lovgivning, der foreløbig har resulteret i at en arbejdsgruppe nedsat af Trafikministeriet (Betænkning nr. 884, 1979) har udarbejdet et lovforslag om en ny organisations-struktur og om ændringer i grundlaget for kommunikation i videste forstand.

Behovet for lovændringen angives at være den tekniske udvikling, men det betyder ikke at ændringerne kun er af teknisk art. Det er tværtimod nødvendigt at revidere hele lovgrundlaget, da man også her kan se, at televirksomhedernes samfundsmæssige betydning vil ændres.

Dette lovforslag omhandler som sagt kommunikation i videste forstand. Hovedkategorier for dette er radio- og kabeltransmission. Lovforslaget indeholder regler for:

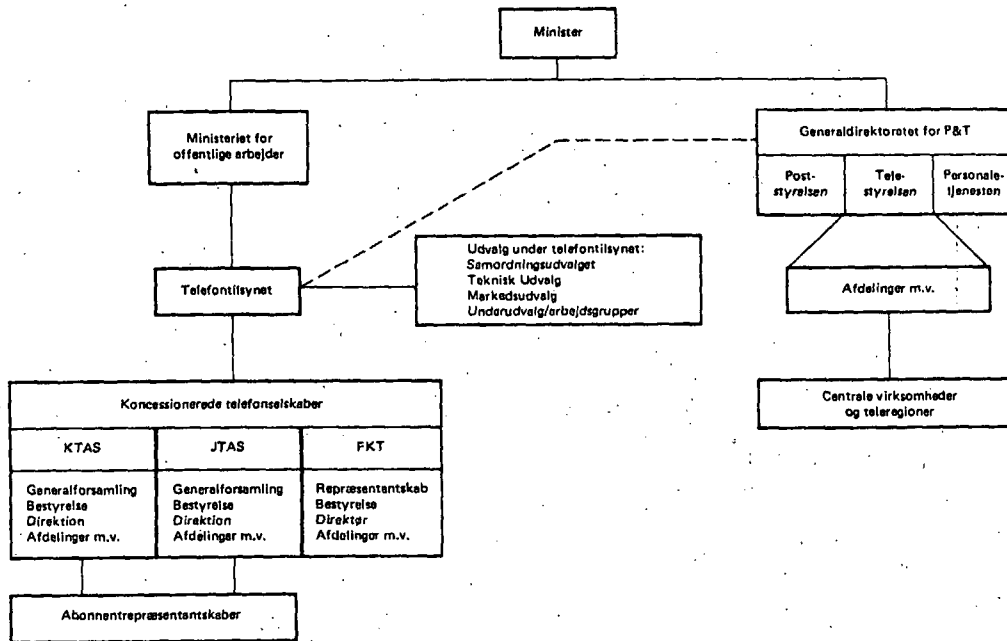
- anlæg af radio-sendere og herunder benyttelse af bølgelængder og frekvenser
- påpegning af Danmarks Radio's eneret til radiospredning med visse undtagelser ....
- påpegning af Statens eneret til al anden telekommunikation

Statens eneret gælder det landsdækkende telenet, der idag omfatter telefonnettet, telexnettet og datanettet med de heri ingåede radiokæder, centraler og forstærkerstationer. Eneretten omfatter inddelvis også tilslutningsudstyr (terminaludstyr) som telefon og telexapparat og modems til dataoverførsel. Selve dataanlæggene er privat-ejede.

Undtagelser herfra er f.eks anlæg, der anvendes indenfor en ejendoms grænser eller indenfor flere ejendomme i umiddelbar nærhed af hinanden. Eller hvis disse blot har samme ejer. En anden type undtagelser er anlæg, der etableres i bestemt øjemed, som f.eks trafik-regulering og forskellige alarmanlæg i andre offentlige institutioner.

#### 4.3. Organisation

Som resultat af en historisk udvikling, hvor en lang række lokalt oprettede telefonselskaber på forskellig måde er smeltet sammen, findes der idag fire televirksomheder. I kraft af koncessioner udstedt på baggrund af koncessionslove fra 1919 og 1922, er statens eneret for størstedelen af landet overladt til de tre af disse (Københavns Telefonselskab a/s, Jydsk Telefonselskab a/s og Fyns Kommunale Telefonselskab). Post & Telegrafvæsenet har koncession på telefontrafikken i Sønder-Jylland og på trafikken in mellem landsdelene og udlandet. Endvidere yder P&T landsdækkende tjenester som telex og datatransmission. Organisations-strukturen gengives herunder.



Figur 4.1 Organisationsplan for de danske teleadministrationsstrukturer (efter bet. 884, bilag 1).

#### 4.3. Administration

Den omtalte interesse i at samle lovgivningen på de omtalte områder medfører også ændringer i administrationerne. Den gældende administration er spredt på fire koncessionshavere uden nogen fællesadministration. I K.T.A.S. og J.T.A.S. har staten aktiemajoriteten. F.K.T. er et andels-selskab, der er ledet af et kommunalt udpeget repræsentantskab. Iøvrigt har K.T.A.S. og J.T.A.S. abonnent-repræsentanter i bestyrelserne.

Den samfundsmæssige styring udøves af regering og folketing gennem to strukturer:

- P&T's teledivision styres via generaldirektoratet som et departement.
- De tre andre teleadministrationsstrukturer styres via Ministeriet for offentlige arbejder's departement og telefonsynet.

Der er to ændringsforslag. Enten oprettes én statsvirksomhed eller også oprettes der et statsligt aktieselskab. Sidstnævnte giver et større spillerum for det fri erhvervsliv.

Der forestår en snarlig afgørelse.

## 5. TELEKOMMUNIKATIONENS SAMFUNDSMÆSSIGE BETYDNING.

### 5.0 Indledning.

Dette kapitel indeholder en vurdering af nogle forskellige trafiknet og teletjenester. Grunden til at vi ønsker en sådan vurdering er, at der er sket en enorm teknisk udvikling indenfor dette område, som står over for at blive taget i bred anvendelse. Dette er ved at ske uden at de mulige konsekvenser af de nye teknologier er taget op til samfundsmæssig debat. Grundlaget for denne vurdering er vores kendskab til:

- det danske telenets opbygning (jf. kap. 2),
- de enkelte teletjenesters indretninger og anvendelsesmuligheder (jf. kap. 3),
- tekniske udviklingstendenser og muligheder indenfor både net og tjenester (jf. kap. 2+3),
- telenettets placering i samfundet (jf. kap. 4).

Vi har dog stået over for et stort problem. Der eksisterer ikke nogen metode til at gribe en sådan vurdering an. På baggrund af debatten om teknologivurdering er vi imidlertid (i afsnit 5.2) kommet frem til en opdeling af vurderingsområdet. I første omgang vil vi prøve at antype nogle langsigtede perspektiver for telekommunikationens udvikling (5.2). Dette må desværre blive på antydningssplanet, da en egentlig behandling af denne type teknologi - samfund's problemer ville falde udenfor dette projekts rammer. Derefter vil vi se på nogle konkrete tekniske konsekvenser af de eksisterende net og tjenester (5.3), belyst ved forskellige interessegrupper.

I en erkendelse af vores egen vurderings utilstrækkelighed, er det vores hensigt at prøve at inspirere andre personer/grupper til at fortsætte denne vurderingsproces m.h.p. at igangsætte en offentlig debat på et kvalificeret grundlag (konsekvensanalyser). Vores teknisk vurderende bidrag til denne kommunikationpolitiske debat håber vi kan aktivere andre på følgende tre måder:

- alene ved at beskrive, hvorledes telenettet kan tænkes at se ud, hvis teknikkerne (telefonselskaberne og andre erhvervsinteressegrupper (f.ex. DanMedia) får lov at bestemme,

- ved at vi direkte formulerer problemer, som vi - uprofessionelt - kan forestille os andre faggrupper vil se i denne udvikling,
- ved at komme med vores mening om de forskellige muligheder, som på forskellig vis må virke provokerende på andre.

### 5.1. Teknologivurdering.

Vi har allerede i indledningen nævnt, at den udvikling telenettet er inde i burde gøres til genstand for en vurdering m.h.p. muligheder og konsekvenser af bredeste art (teknologivurdering). Vi vil i dette kapitel gå lidt nærmere ind på, hvad dette indebærer, og se på hvad vi kan bidrage med.

Vores søgen efter en metode til at vurdere telenettet på, har naturligt ledt os ind på debatten om teknologivurdering. Selvom der er blevet skrevet meget om hvilke teknologier, der skal vurderes, har vi ikke kunnet finde nogen generel metode til at gribe en sådan vurdering an, som vi har kunnet benytte. I stedet har vi foretaget en opdeling af vurderingsområderne, som vi vil gøre rede for i slutningen af dette afsnit.

Teknologivurdering er en analytisk proces, hvor teknologien vurderes ud fra andet og mere end privatøkonomiske interesser. Det kan have til formål at fungere som sikkerhedsnet under beslutninger, der skal tages, som styringsinstrument overfor uoverskuelige produktionsprocesser, eller som ren og skær legitimation af den retning, som den teknologiske udvikling har. En teknologivurdering må indeholde en beskrivelse af hvilken teknologi, der er tale om. Det vil sige en beskrivelse af de 4 elementer, der indgår i teknologien: produkt, viden, organisation og teknik.

Når vi taler om telekommunikationsteknologi mener vi dette begreb kan omfatte:

- produktet, som kan være forskellige teletjenester,
- den viden, som henholdsvis fremstillingen og brugen af disse produkter kræver (her hhv. fysisk/ingeniørmæssig viden og en vis rutine med omgangen med datasprog),
- den organisationsform, som både fremstillingen og brugen af

disse produkter medfører (hvh. høj grad af arbejdsdeling i produktionen og decentralisering af arbejdet ved brugen),  
- samt den teknik, der benyttes (f.ex. digitalisering af signaler, lystransmission i optiske fibre eller mikroprocessorbaserede skærmterminaler).

Denne brede definition mener vi, at vi bedre kan beskrive teleteknologien med, end en definition, der tager udgangspunkt i arbejdsprocessen (teknologi defineret som organisationen af arbejdsprocessens elementer: arbejdsgenstanden, -middelet og -redskabet), idet teleteknologien ikke direkte kan relateres til en produktions/ arbejdsproces.

Det er nødvendigt med et indgående kendskab til alle teknologiens bestanddele, for at foretage en vurdering. Selve vurderingen må, hvis der skal være nogen mening med den, indeholde alle vigtige konsekvenser for samfundet, og ikke blot på det tekniske/naturfaglige plan men også konsekvenser for arbejdskraftens reproduktion i det hele taget, fritidslivet, økonomien, energi- og resourcerforbruget, den økologiske balance, de politiske magtforhold osv.

Som det fremgår af den her benyttede teknologidefinition vil teknikken indeholde en særlig binding, idet denne del af teknologien er direkte underlagt de benyttede materialers stoflige begrænsninger og naturlovene. De andre dele af teknologien vil derimod være underlagt den samfundsmæssige udvikling og være præget af aktuelle politiske og økonomiske forhold (produktivkræfternes udvikling). Valget af produkt vil afspejle om det er produktionens brugsværdiside eller bytteværdiside, der lægges mest vægt på. Den viden, der er tilgængelig i et samfund, afhænger af forskningspolitikken, og organisationsformerne er ligeledes afhængig af det politisk-økonomiske system (produktionsforholdene).

At vurdere disse sider af teleteknologien kræver inddragelse af et samfundsvidenskabeligt begrebsapparat og falder helt udenfor dette projekts rammer. Vi mener dog, at denne side af vurderingen er så vigtig, at vi har prøvet at antyde dels hvilke elementer, der må indgå i en sådan analyse, og dels hvilke konklusioner (vurderinger), der synes åbenlyse. At vi har medtaget disse spekulationer skyldes også, at vi ved denne uprofessionelle og overfladiske be-

handling af så vigtige problemer håber at kunne provokere andre til at deltage i udformningen af en fornuftig kommunikationspolitik.

Rent metodisk griber vi denne antydning an ved at referere nogle kendte samfundsdebattørers meninger om, hvordan relationerne mellem teknologi og samfund bør være, og benytter derefter disse synspunkter til at stille nogle flere provokerende (?) spørgsmål til telenettets langsigtede udviklingsperspektiver.

Som fysikere er det selvfølgelig den tekniske side af teknologien, som vi er mest kompetente til at vurdere, da de er underlagt bl.a. elektricitetslærens og elektrodynamikkens love. Udfra vores kendskab til disse love og teknikens konkrete udformning vil vi give en vurdering af de konsekvenser, som teleteknologiens udvikling vil få. At vi taler om teknisk anlagt vurdering skal forstås på den måde, at vi her ikke problematiserer de andre dele af teknologien, men kun vurderer følgerne af de tekniske forhold (digitalisering, netintegration osv.). Metodisk griber vi dette an ved at undersøge, hvilke interesser hhv. erhvervslivet, staten og de private forbrugere vil have overfor de enkelte teletjenester, og tage disse interesser som udgangspunkt for vores vurdering af de forskellige trafiknet og tjenester.

#### 5.2. Oplæg til en langsigtet helhedsvurdering af telenettet.

Som det er nævnt tidligere, er meningen med dette afsnit at prøve at vurdere de elementer i teknologien, som er determineret af samfundsforhold, og se på hvilke konsekvenser der vil gøre sig gældende for telekommunikationsudviklingen (eksemplificeret ved bredbåndsnettet).

Vi vil se på nogle forskellige meninger om, hvorledes samspillet mellem samfundet og teknologien fungerer, samt om hvorledes det bør være. Det er altså holdninger til en anden samfundsbestemmelse af teknologielementerne: viden, organisation og produkt, eller krav om en alternativ teknologi.

De synspunkter vi vil tage op, tager alle fat i den ende af debat-

ten, der har samfundet som udgangspunkt, og det afspejler ganske godt det faktum, at vi kun er stødt på litteratur, der har dette udgangspunkt. Konsekvensen af dette ensidige udbud er, at forfatterernes fornemmelse af, hvad teknologi egentlig er og kan, er bundet til vores nuværende teknologi. Der tages ikke konkret stilling til, hvordan teknologien kan ændres kvalitativt. I stedet gøres teknologien til genstand for et styringsbehov, og forholdet mellem teknologi og samfund bliver til et styrings/kontrol problem, hvor det kun er samfundet, der kan tænkes ændret radikalt.

Vi ville også gerne have refereret opfattelser af, hvorledes en kvalitativ anderledes teknologi kan have indflydelse på samfundet, men de eneste bidrag til denne debat som vi er stødt på, er så tæt knyttet til u-lands problematik, at de ikke kan bruges i vores sammenhæng (Schumacher, 1975, Singer, 1973, og Müller, 1979). Gennemgangen i det følgende vil være forfatteropdelt, og ikke efter fælles overordnede problemstillinger, da vi ikke har set os i stand til at gennemføre en sådan generalisation og systematisering af de forskellige meget komplekse samfundsbeskrivelser/analyser.

Efter denne gennemgang vil vi prøve at benytte de enkelte synspunkter til at stille nogle spørgsmål til telenettets udvikling, som dukker op heraf, og som ikke ville komme frem af en teknisk anlagt vurdering (se kap. 5.3).

Det første synspunkt stammer fra rapporten "Fra fuglerede til chips" (Tek Sam/RUC, 1980). I denne rapport får teknologien tildelt rollen som det led i produktionsprocessen, der bestemmer arbejdsprocessen. Ændringer i arbejdsprocessen skaber derpå nogle konsekvenser for arbejdskraften, og disse konsekvenser af ny teknologi er det egentlige interesseområde. Teknologien har i denne model indflydelse på følgende problemer:

- frisættelse af arbejdskraft som følge af udviklingen af arbejdskraftbesparende teknologi,
- polarisering i kvalifikationshierarkiet. Forskellen i kvalifikationsniveauet øges,
- sammenlagt dequalificering af kvalifikationshierarkiet, som følge



af udviklingen af teknisk udviklede maskiner, der erstatter faglært arbejdskraft, eller kræver mindre brug af faglært arbejdskraft.

Udfra denne opfattelse er den egentlige genstand for en eventuel teknologivurdering selve produktionsprocessen, idet teknologien betragtes determineret heraf. Den konkrete udformning af teknologien tillægges ikke større selvstændig betydning.

I (Hansen & Serin, 1979) udvides analysegrundlaget fra primært at være en undersøgelse af arbejdskraftens kvalifikationshierarki til at omfatte både produktionsprocessens værdikarakter, arbejdsprocessens udvikling og kapitalens subsumption af denne. Analysen bliver på et meget teoretisk plan og omhandler altså produktionsprocessens hele omformning.

Udfra denne 100% samfundsvidenskabelige behandling af teknologien gives ikke direkte et udgangspunkt til at vurdere en teknologi, men den kan placere teknologien i en analytisk ramme af samfundsmæssige aktiviteter, og den tager hul på en diskussion om behovet for alternative produktionsformer (herunder alternative teknologier) i et socialistisk samfund. En forståelse af disse sammenhænge kan være ganske interessante for en langsigtet teknologivurdering.

Ovenstående synspunkter har begge taget udgangspunkt i produktionen og forsøgt at se teknologien i lyset af denne. Heroverfor tager (Galbraith, 1968) i bogen "Det rige samfund" afstand fra denne produktfiksering. Han tager afstand fra det traditionelle borgerlige synspunkt, at det skal være produktionens formål at opfylde de materielle behov, der til enhver tid findes. Denne afstandtagen bygger på det argument, at det er produktionen selv, der skaber behovene. Heroverfor sætter han det mål for produktionen, at den skal tjene til opfyldelse af kvalitative behov snarere end kvantitative.

En videreførelse af disse tanker om 'produktionsparadokset' under kapitalismen bliver taget op i "Oprør fra Midten" af (Meier m.fl., 1978), som også peger frem mod et samfund, hvor der er andre

rammer end en uhammet materiel behovstilfredsstillelse. I dette 'humane ligevægtssamfund' forestiller man sig f.eks., at produktionen og dermed teknologien skal underlægges demokratisk kontrol, så der f.eks. tages hensyn til det fysiske miljø og befolkningens sundhed. Selve produktionen ønsker man i det hele taget integreret i alle samfundets øvrige aktiviteter.

På lignende måde tager (Gorz, 1979) i bogen "Økologi og Frihed" produktionens formål i vores kapitalistiske samfund op og prøver at formulere nogle alternative kriterier for valg af teknologi og produktionsformer. Produktionens formål skal planmæssigt underlægges naturens balance, dvs med hensyntagen først og fremmest til de ikke fornyelige ressourcer og en langsigtet energipolitik. Gorz advarer dog samtidig mod et teknofascistisk overvågningssamfund. Også Gorz opfordrer til at gøre op med troen på den materiel betingede lykke.

Endnu mere præcist forholder (Bahro, 1979) sig i "Alternativet" til en alternativt baseret lykke (til den materielle), hvor individets frigørelse står i centrum. Til hinder herfor ser Bahro den nuværende skarpe arbejdsdeling mellem håndens og åndens arbejde, som forhindrer en reel deltagelse i den 'samfundsmæssige syntese' (især m.h.t. styring af staten). Udover en kulturrevolution som ændrer menneskets bevidsthed mod andre idealer, kræver dette mål altså også en anden teknologi, som indebærer en anden organisationsform, der bryder med den traditionelle arbejdsdeling og giver arbejdet et kreativt indhold.

(Møller, 1980) forholder sig i sit speciale "Teknologivurdering - problemer og perspektiver" direkte til de konkrete problemer, der opstår når man vil finde et perspektiv for en teknologivurdering. Her indgår først og fremmest to faktorer, tidshorisonten og strateginiveauet. Problemet er, om der skal vurderes ud fra et langt sigt (pegende frem mod et socialistisk samfund) eller blot ud fra en mellemlang tidshorisont (mod et 'overgangssamfund'), samt om der skal prioriteres en politisk mobiliserende strategi fremfor en strategi, der koncentrerer sig om arbejdsprocessens form og indhold. Disse konkrete problemer må der ifølge Møller tages stilling til, før man har et grundlag at vurdere tek-

nologien udfra. Oven på disse analytiske problemer i.f.m. en teknologivurdering skal der også løses en række praktiske administrative for at sikre den valgte strategi et bedst muligt virke.

For at illustrere hvorledes ovenstående samfund-teknologi betragtninger kan have noget med telekommunikation at gøre, vil vi se på hvilke konsekvenser indførelsen af et integreret bredbåndsnet vil kunne få, inspireret af de forskellige forfatteres problematiseringer.

Det vil være et oplagt emne for en Tek Sam gruppe på RUC at se på, hvilke konsekvenser en eventuel decentralisering og rationalisering af kontorarbejdet vil få for de kvalifikationskrav, der stilles til arbejdsstyrken samt eventuelle fagforeningspolitiske aspekter. Man kunne også undersøge, om der vil blive tale om en 'teknologisk arbejdsløshed' som følge af en overgang til elektronisk post.

Som samfundsfagsfolk må der ligge en opgave i at få klarlagt, hvilken rolle man kan tillægge et sådant integreret bredbåndsnet i den automatiseringsalder, vi er inde i. Giver en centralt datamatstyret produktion ikke nogle ændrede relationer mellem arbejdsprocessens bestanddele? Vil den teknologi, der i den grad er fremmedgørende, have nogen chancer i et socialistisk samfund?

Hvad mener medie- og sprogforskere om, at vi i fremtiden vil få flere og flere underholdningsfunktioner varetaget via det passiverende TV? Hvordan vil vores sprog (og bevidsthed) udvikle sig, når vi 'taler' stadig mere med datamater og stadig mindre med mennesker? En mængde dagligdags direkte kontakter vil måske forsvinde og i stedet etableres via telenettet. Hvordan med at røre ved hinanden?

Der kunne nævnes endnu et utal af problemer m.h.t. vores energi- og resourceforbrug, centraliserings- og decentraliseringstendenser samt en eventuel fremtidig teknofascistisk styring, som alle får helt nye dimensioner, hvis et sådant net med alle mulige tjenester etableres. Alle disse problemer mener vi, at der er behov for at få belyst nærmere. Derfor stiller vi kravet om en helhedsvurdering og håber, at andre faggrupper (dansk-, kommunikations-, geografi-,

osv) vil tage nogle af de forskellige relevante problemstillinger op. Det kan også være sundt at få brugt sin teoretiske viden og sine teoretiske meninger på et virkeligt og vigtigt problem, og ikke blot overlade ansvaret til den tværvideenskabelige ekspertgruppe, der for øjeblikket ser på mulighederne for at indføre forskellige nye tele-tjenester herhjemme.

Under arbejdet med formuleringen af alternative teknologier bør man være opmærksom på nogle vigtige pointer angående strategier, der peger imod et socialistisk samfund og som (Møller, 1979) har taget op. Det er vigtigt at tage stilling til, om man skal kræve en teknologi, der vil kunne indføres realistisk i vores kapitalistiske samfund, og som f.eks. kan give arbejdet et mere meningsfyldt perspektiv eller som måske vil være økologi-, resource-, energi- eller betalingsbalance-mæssigt mere fornuftigt. En anden strategi ville være at kæmpe for en teknologi, der ved at være direkte systemoverskridende (f.eks. ved at sætte kvalitative krav over kvantitative) automatisk vil problematisere det produktionsformål, der eksisterer i et kapitalistisk samfund. Det er i virkeligheden hele debatten om reformismen, der må tages op.

Som det er sagt tidligere, ser vi os slet ikke i stand til at få et fuldstændigt grundlag for en vurdering af telenettets udvikling. Ovenstående gennemgang skulle til gengæld gerne give en forståelse for, hvorfor det er så stor og vigtig en opgave. Det må være indlysende, at en så omfattende teknologisk udvikling, som der er tale om indenfor televerdenen, bør vurderes efter andre kriterier end de optimeringskrav, teknikere ofte opstiller. Men hvad teknologien skal vurderes i forhold til og udfra hvilke samfundsmæssige målsætninger, det er spørgsmålet.

### 5.3. Teknisk anlagt vurdering af trafiknet med nogle tilhørende trafikformer.

I dette afsnit skal vi se på nogle af de aktuelle spørgsmål, der opstår i tilknytning til det danske telenets udvikling. Vi benytter vores viden om de tekniske muligheder, der foreligger m.h.t. netintegration og udstyr, og udgangspunktet for vurderingen er en "analyse" af

de involverede interesser. Helt konkret forholder vores teknisk anlagte vurdering sig til den gældende kommunikations- og mediepolitik eller mangel på samme, da det er på disse områder telekommunikationens samfundsmæssige betydning udtrykkes klarest.

### 5.3.1. Telefonnettet.

#### Statens interesser.

En vigtig statslig opgave er at sørge for telekommunikationsinfrastrukturen. Dette indebærer at sørge for, at nettet er i stand til at besørge nuværende og kommende tjenester. En tjenestes krav til informationshastighed sammenlignet med kapaciteten i kablet afgør om kapaciteten er tilstrækkelig, eller om nettet må omdimensioneres. Det danske telefonnet har idag en sådan kapacitet, at hvert enkelt abonnentstik umiddelbart kan tappes for information med en hastighed på 2400 bit/s. Dette er nok til at klare de transmissionsbehov, der for øjeblikket er på tale udover telefoni (dvs teledata, super-telex, telefaksimile m.m.). Grundlaget for at vurdere, om nettet kan klare de stillede krav, skaffes v.h.a. prognoser over det fremtidige behov. Hidtil har opgaven været relativ enkel, da der kun var een trafikform: telefoni. Inddrages flere trafikformer bliver usikkerheden på prognoserne større.

Et nærliggende ønske er en konstant overkapacitet, der tager højde for denne usikkerhed. Dette kan opbygges ved etablering af et bredbåndsnet. En anden mulighed er anvendelse af digital transmissions-teknik helt ud i abonnentnettet (og overalt i nettet).

I øjeblikket har nettet den ønskede overkapacitet. Skal nettet senere omdimensioneres ved nedgravning af andre kabler, skal det bemærkes, at nettet med sin stjernestruktur kræver mange kilometer kabler og dermed et stort gravearbejde. Begge disse ting er meget omkostningskrævende. Ses der bort fra eventuelle 'ekspllosioner' i transmissionsbehovet, er de nuværende investeringer i telefonnettet afskrevet over hele landet om 10 - 15 år. Der behøver altså ikke ske noget, med mindre der er et pres udefra. Det opfattes vi, at der er, og dette beskrives i det følgende.

### Erhvervslivets interesser.

Disse går bl.a. ud på at få skabt et marked for komponenter til nye telesystemer som f.eks. mikroprocessorstyrede telefoncentraler, udstyr til digital transmission og optiske fibre til lys-transmission. Endvidere reklamerer elektronikbranchen for fremtidens mulige anvendelser af alverdens teletjenester. Denne tendens kan illustreres med et citat fra Frode Ask, Elektronikbranchen:

"Der er ved at ske noget med hensyn til at udbygge samarbejdet mellem teleadministrationerne og dansk elektronikindustri. Men spørgsmålet er: Kan vi indenfor EDB- og kommunikationssektoren gøre sundhedssektoren kunsten efter og skabe en hjemmemarkedsbasis for en verdenseksport?"

I det følgende vil vi kikke på interesserne bag teledata, den danske teletjeneste, der på nuværende tidspunkt er længst fremme. Erhvervslivets forbrugerinteresse i netudbygning behandles ikke, selv om denne forbrugergruppe benytter nettet i stor udstrækning.

### Teledata.

Ifølge den tekniske beskrivelse (kap.3) muliggør denne tjeneste en delvis to-vejs kommunikation. Opbygningen af denne tjeneste kræver et nært samarbejde mellem tre parter:

- leverandører af terminaludstyret,
- leverandører af informationen i databaserne,
- televirksomhederne til varetagelse af transmissionen.

Det lo år gamle Prestel i England har erfaringer med dette samarbejde - også når dette samarbejde ikke fungerer. Interessen for tjenesten ligger overvejende hos specielle erhvervsgrupper. Dette stemmer godt overens med, at det oprindeligt var den private sektor, der fostrede ideen. Det var endvidere deres tanke, at det skulle være overladt til det frie marked at etablere databaserne.

Herhjemme har avis- og ugebladernes repræsentanter været meget aktive omkring belysningen af teletekstsystemerne (som teledata er en del af). De ser det som en måde at bevare markedet, såfremt de kan få lov til at oprette kommercielle databaser. De har igennem flere år opbygget ekspertise på området i et konsulentfirma for sådanne systemer (NordMedia).

Herhjemme har P&T længe forberedt et pilotprojekt, hvortil der skal knyttes to datacentre (DtH og Århus). Pilotprojektet er endnu ikke startet, og hvorledes man tænker sig tjenesten etableret permanent vides ikke. Der foreligger allerede rapporter omhandlende teletekstsystemerne (teledata og tekst-TV), og de tyder på et grundigt forarbejde (se Jensen m.fl., 1980, Teletekstudvalget, 1979, og Jørgensen, 1980).

Den overordnede målsætning for telefonnettets funktion er at alle formelt set skal have lige adgang. P&T argumenterer ikke direkte for teledatatjenesten, men det lader ikke til, at man har noget imod den, hvis den kan tilbydes i overensstemmelse med den overordnede målsætning. Problemet må herefter være, at teledatatjenesten har en indholdsside, som kan betyde at alle ikke vil få reelt set lige adgang. Denne indholdsside kan P&T ikke umiddelbart tage sig af, så der må formuleres en kommunikationspolitik, der løser op for denne problematik. Vi ser det som et problem, hvorvidt, der skal være overensstemmelse imellem lighedsprincippet i adgangen til benyttelse af telefonnettet, og lighedsprincippet i adgang til benyttelse af den information, der tilbydes på de offentlige biblioteker. Ønskes dette for teledatas vedkommende skal lighedsprincippet fra bibliotekspraksis i så fald overføres til databaserne. Løsningen herpå ville muligvis være at oprette offentligt ejede baser, men det har vi endnu ikke hørt foreslået. Tværtimod foreslås altid oprettelse af kommercielle baser. Det må være den af statsministeriet nedsatte mediekommission, der skal løse op for denne problemstilling. I hvert fald mangler der en konkret tilkendegivelse fra statsligt regi, om hvorledes man forestiller sig teledata etableret som permanent tjeneste.

### 5.3.2. Rundspredende net.

I det rundspredende net benyttes såvel kabel- som radiobølgetransmission. Disse net består af radiokæder ud til sendermasterne. Herfra rundspredes der til enten enkeltmodtagere eller kabel-TV anlæg. Kommende satellitter vil indgå i dette net, og vil kunne modtages af såvel enkeltmodtagere som fællesantenner i.f.m. kabel-TV anlæg. Kabel-TV anlæggene rundspreder til abonnenterne via kabelforbindelser.

De trafikformer vi her skal beskæftige os med er radio- og TV-transmission. I forbindelse med TV-transmission omtales tekst-TV, som vil medføre en forstærkning af TV's dominerende rolle som nyhedsmedie.

En kapacitetsforøgelse af det rundspredende net vil forøge programudbuddet og vil resultere i en spekulation i modtageudstyr. Traditionel rundspredning (uden satellitter) kræver ved individuel modtagelse almindelige antenner (på loft eller skorsten) og ved kollektiv modtagelse almindelige fællesantenneanlæg (antennemast og fordelingsnet). Satellitspredning kræver ved individuel modtagelse en parabolantenne (een pr. satellit, der vil modtages fra), og ved kollektiv modtagelse kræves fællesantenneanlæg med parabolantenne(r). Ved kollektiv modtagelse vil fordeling af et antal over 6 desuden kræve enten nyt fordelingsnet eller dublering af det bestående uanset rundspredningsmetoden (p.g.a. fordelingsnettets begrænsede kapacitet).

#### Erhvervslivets interesser.

Erhvervsinteressen for modtageudstyr består dels i produktion af antenner og fordelingskabler, dels i etableringsarbejde. Det kan give en vis modsætning mellem producenter af de forskellige slags antenner, men en fællesinteresse vil det være at få skabt en forøgelse af programudbuddet og dermed rundspredningskapaciteten. Denne interesse deles også (og måske især) af underholdningsindustrien, som er interesseret i at komme ind på markedet bl.a. via betalings-TV.

Dette pres fra erhvervslivet støder mod DR's rundspredningsmonopol. Loven herom siger bl.a., at der ikke må spredes udsendelser udover flere ejendomme forskudt fra sendetidspunktet.

DanMedia, en samling af repræsentanter for erhvervs- og medieinteresser, har udsendt et diskussionsoplæg om fremtidens elektroniske tjenester. Denne sammenslutning ser vi som eksponent for erhvervslivets interesser, og derfor gennemgås tre modeller for udviklingen på teleområdet, som er nævnt i det udsendte diskussionsoplæg:



#### Model 1

Fremtil 1990 vil der i princippet være et adskilt telefonnet og TV-/radionet. Efter 1990 vil der komme en vis udbredelse af et bredbåndsnet. Fællesantenneanlæg udbygges i midten af 80'erne til mindst 12 kanaler. Anlæggene ændrer størrelse og omfatter efterhånden hele bykvarterer eller byer.

Fra slutningen af 80'erne påbegyndes sammenkoblingen af disse fællesanlæg til kommune- og amtsstørrelse (kaldes envejsbredbåndsnet).

På længere sigt tænkes et landsdækkende net med 7-8 TV-kanaler opbygget. Fællesanlæggene kan indrettes med mulighed for tilbagesvar via telefonen i forbindelse med undervisning og opinionsmålinger.

#### Model 2

Fællesanlæg forbliver på privat basis og sammenkobles ikke, men en fælles nordisk radio-/TV-satellit (NordSat) etableres. Ellers ligesom model 1.

#### Model 3

Der etableres et tovejs bredbåndsnet med stjernestruktur, hvor alle former for telekommunikation kan overføres.

I konsekvens af NordSats skrinlæggelse falder model 2 væk. Erhvervslivets interesser må så centreres om model 1+3. Om model 1 siges der, at den har visse begrænsninger på videoområdet, og at den derfor ikke kan være langtidsdækkende.

#### Tekst-TV

Denne tjeneste er teknisk set en lille udvidelse af mulighederne for det rundspredende net. De vigtigste anvendelsesområder er i forbindelse med nyhedsdækning og tekstning af TV-programmer. På tekst-TV kan nyheder bringes hurtigere end i den traditionelle timenyhedstjeneste.

I Danmark køres tekst-TV som pilotprojekt i DR's regi. Før det kan udbydes som tjeneste skal P&T (der sørger for det tekniske) afvente den europæiske radiounions bestræbelser på at specificere en standard for den nødvendige tekstdecoder. I Sverige er tekst-TV allerede tilgængeligt. Motivationen for at indføre tjenesten i Sverige var humane grunde, idet man gjorde det af hensyn til de hørehæmmede. Det falder måske lidt i øjnene (også på de døde) at successen nu måles på dens gennemslag i hele befolkningen.

I Japan er tekst-TV under betegnelsen 'news-flash' i brug og er meget populær.

#### Statens interesser (DR)

Motivationen for at indføre tekst-TV var oprindeligt forbundet med forventningen til, at NordSat-projektet blev gennemført. Ved at benytte tekst-TV til at bringe undertekster, ville man nedbryde sprogbarrieren mellem de nordiske lande. Hermed ville DR bedre kunne opfylde den erklærede kulturpolitik om at fremme det nordiske sprogfællesskab.

#### Erhvervslivets interesser

Tekst-TV kan ventes anvendt på udenlandsk satellit-TV. Det vil bryde en sprogbarriere til de europæiske lande, og dermed øge kulturpåvirkningen derfra. En mere umiddelbar erhvervsmæssig anvendelse (udover salget af apparatur) er i forbindelse med konkurrencen mellem de nyhedsformidlende virksomheder. Her spiller den store opdateringshastighed en vigtig rolle.

Som afslutning på afsnittet om det rundspredende net kan man sige, at erhvervslivets interesser er at få skabt et marked for sende- og modtageudstyr samt information til at putte i systemerne ('software'). DR's interesse er at være formidler af en kulturpolitik, hvilket bl.a. betyder et forsvar for spredningsmonopolet.

På udstyrssiden er der en modsætning mellem erhvervsliv og stat, idet staten gerne ville have etableringen af fordelingsnettene underlagt større statslig kontrol, helst på monopolbasis i P&T's regi eller telefonselskabernes, mens erhvervslivet gerne vil bevare etablering af sådanne anlæg som marked.

På indholdssiden er der også en modsætning mellem erhvervsliv og stat, idet erhvervslivet går glip af et marked på grund af DR's monopol, mens monolet er en hensigtsmæssig struktur for varetagelsen af den erklærede målsætning om fremme af det nordiske kulturfællesskab.

#### 5.3.3. Integreret tovejs bredbåndsnet.

I dette afsnit søger vi at sammenstille statens og forbrugernes interesser.

#### Bredbåndsnettet

Dette net kan transmittere alle former for telekommunikation begge veje, og kan dels ses som et krav fra erhvervssiden og dels ses som en (ønske-) opgave for televirksomhederne, som det er antydnet i de foregående afsnit.

Tanken om et bredbåndsnet dukker frem i det øjeblik, der ses såvel en teknisk som en økonomisk begrundelse.

Den tekniske begrundelse er, at telefonnettet har en god struktur (stjernestruktur), der tillader tovej skommunikation, men desværre med en utilstrækkelig kapacitet (til videotransmission). Kabel-TV anlæggenes fordelingsnet kan omvendt karakteriseres ved en god kapacitet, men med en dårlig struktur (træstruktur, der kun giver mulighed for begrænset tovejskommunikation).

Den økonomiske begrundelse ligger i, at nedgravningsarbejdet og materialerne ved en omdimensionering/omstrukturering af disse to net hver for sig er urealistisk omkostningskrævende. Det er derfor nærliggende at tænke nedgravninger og materialeforbrug integreret. Da desuden transmissionsteknikken kan blive den samme, er dette ingen hindring.

#### Statens dilemma

Et mål for P&T kan være at udlægge et sådant bredbåndsnet. Såfremt staten (gennem P&T) kun varetog udbygning og vedligeholdelse af infrastrukturen ville en beslutning herom kunne træffes på et rent teknisk grundlag.

Nu udstikker staten imidlertid også retningslinierne for de institutioner, der skal gennemføre kulturpolitikken og herunder regler for, hvorledes idealerne om lige adgang og ytringsfrihed skal forstås.

Vi opfatter det som om staten står i et dilemma indtil en form og indholdspolitik er formuleret. Formen er trafiknettenes udvikling (kommunikationspolitik) og indholdet er love om fri adgang (mediepolitikken).

#### 5.3.4. Private forbrugerinteresser.

Forbrugeren er dårligst repræsenteret i diskussionen om anvendeligheden af teletjenester i almindelighed. Man kan derfor se vores forsøg på at vurdere bredbåndsnettet som en reaktion herpå.

Vi vil først beskrive forbrugerens stillingtagen til de enkelte trafikformer, som sandsynligvis snart tilbydes herhjemme: teledata og teletekst/tekst-TV. Dernæst vil vi beskrive, hvad vi endnu ikke bliver tilbudt. Det gøres ved at referere to pilotprojekter fra Japan, hvor der er integreret en række elektroniske tjenester. Det skulle give et indtryk af fremtidsmulighederne. Der skal igen gøres opmærksom på, at vi beskriver disse udfra en teknisk synsvinkel, og har således ikke inddraget andre rimelige synsvinkler.

Udfra beskrivelsen af forbrugeranalyser af efterspørgslen på teletekstsyste-  
mer (Jørgensen, 1980) er der ikke nogen særlig efterspørgsel. Det gælder analyser fra stort set hele verden. Det får umiddelbart begrebet 'knaphesteknologi' til at stå som en dækkende

betegnelse. (Giersing, 1979) definerer nemlig dette som en teknologi, der er 'stiv og uspændende'. Den tillader f.ex. ikke forbrugeren at 'græsse' rundt i informationerne, som man gør i en avis eller et ugeblad.

Fordi forbrugerne (os selv) kan have en begrænset interesse i et veletableret teledatasystem foreslår vi, at der etableres offentlige databaser på linie med folkebiblioteker. Vi ser tjenesten mest anvendelig som en offentlig tilbudt tjeneste, hvilket medfører flere fordele for forbrugeren. Især kan nævnes, at der så kunne tilbydes bedre terminaludstyr end den enkelte forbruger ville få råd til at installere i hjemmet, og adgang til kvalificeret bistand ved brugen af systemerne, og dermed mulighed for uetrænede at benytte systemerne.

En udnyttelse af teledata, som den lige foreslåede, kan i en vis forstand betegnes kollektiv, hvorimod en tjeneste som tekst-TV forbruges individuelt (hjemme hos den enkelte forbruger).

Ud fra en skelnen imellem en individuel og en kollektiv forbrugsmåde af kommende teletjenester mener vi at så mange som muligt skal etableres til den kollektive forbrugsmåde.

#### Helhedssystemer

Her beskrives to pilotprojekter fra Japan, der integrerer adskillige teletjenester i et bredbåndsnet. Præsentationen har det formål at sammenholde udviklingen af pilotprojekter herhjemme med de avancerede helhedssystemer, der gøres forsøg med i udlandet. Ofte viser det sig jo, at den teknologiske front fra udlandet dukker op herhjemme med en vis forsinkelse. Herved fås et andet (og måske bedre) grundlag for at forholde sig til kommende teletjenester.

#### Tama New Town

I denne satellitby til Tokyo fik 500 familier i 1976 tilbudt 9 forskellige teletjenester som led i et forsøg. De præcise intentioner kendes ikke, men kan bl.a. ses som en markedsundersøgelse. De 9 tjenester er:

1. Kabel-TV med 7 kanaler (informationscentret tilbyder udsendelser v.h.a. videotek).
2. Mulighed for produktion af lokale programmer. Man kan komme ind forskellige steder i netværket med sine programmer: skole, supermarked, torv m.m.
3. Betalings-TV, hvor man køber udsendelser fra et videotek i informationscentret.
4. Kort nyhedstjeneste (Flash information).

5. Elektronisk vægavis, hvor man kan bringe korte beskeder til centret, som så sender disse ud på alle skærmene: billeder, tegninger etc.
6. Faksimile avistjeneste eller elektronisk avis.
7. Memo-copy tjeneste eller en slags 'nyt til borgerne', hvor man i faksimileform modtager informationer fra de lokale offentlige instanser eller andre generelle informationer.
8. Radioudsendelser med responsmulighed. Responsen er dog begrænset til at være et valg imellem en række responsknapper.
9. Fjernlæsning (still picture request service). I centret findes sprogkurser og leksikale informationer på micro-fiche. Man kan forbindes med dette micro-fiche bibliotek og bede om udvalgte sider, som så sendes ud på hjemmets TV-skærm.

Ifølge (Vedin, 1978) er det et problem at evaluere 'software' (de tilbudte informationer) i dette projekt. Af de enkelte tjenester var den korte nyhedstjeneste (4) den mest populære. Herefter kommer 'nyt til borgerne' (7). Den tredje mest benyttede tjeneste er betalings-TV (3). Derefter kommer radio m/respons (8) og faksimileavis (6). Lokalt produceret stof er ikke særlig højt skattet i dette forsøg. De mindst populære/benyttede tjenester var elektronisk vægavis (5).

Betragtes systemet som helhed, viser det sig, at 70% af deltagerne var tilfredse med systemet, mens 11% var utilfredse.

#### HI-OVIS (Higashi Ikoma Optical Visual Information Service)

I byen Higashi Ikoma foretages også forsøg med et helhedssystem. Det er primært et feltstudium i anvendelsen af optisk fiber kommunikationssystemer.

Forsøget begrundes ifølge (Vedin, 1978) med, at præmisserne for udviklingen af tjenester er:

1. Ny samfundsudvikling.  
P.g.a. den stigende kompleksitet i den sociale struktur i fastsættelsen af værdier er det gamle samfund forsvundet. Imidlertid eksisterer der stadig et stærkt behov for at udvikle et nyt samfund. HI-OVIS's programservice er designet for at afhjælpe dette behov.
2. Orienteringen mod den individorienterede udvælgelse af information.  
Kompleksiteten i samfundet, det teknologiske fremskridt og kulturelle forandringer har forårsaget, at individet henter sin egen subjektive information via muligheden for at opspore denne audio-visuelt.

3. Behovet for livslang uddannelse.

Programtjenesten inkluderer forskellige undervisningsprogrammer, der kan tilpasses skiftende omgivelser.

4. Tilnærmelse til social velfærd.

Hér er udviklingen af programtjenesten specielt baseret på gamle menneskers velfærdsproblemer, såsom medicinsk behandling og social aktivitet.

På denne baggrund har man tilbudt forsøgsdeltagerne følgende:

1. 9 TV-kanaler.

2. Lokal TV-kanal med vide muligheder:

- produktion af egne programmer,
- tovejs undervisning,
- reportager fra lokale valg, TV-diskussioner, sportskonkurrencer, skoleekskursioner etc.

3. Betalings-TV med avanceret søgemulighed blandt videokassetter.

4. 7 kanaler med stående billeder med information om:

- lokale nyheder,
- trafikulykker,
- vejrudsigter,
- rejsetabeller,
- HI-OVIS kanalguide.

Projektet er i øvrigt støttet af det lokale kommunale styre.

5.3.5. Opsamling.

Opsummerende for dette afsnit kan man sige, at P&T's (statens) interesse består i at skaffe transmissionskapacitet til veje efter politisk fastsatte retningslinier.

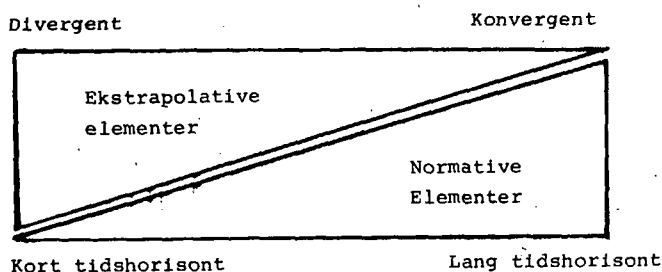
Erhvervslivets interesser består i produktion af såvel terminaludstyr til telenettet ('hardware') som information af forskellig slags, som kan tilbydes (sælges) via telenettet ('software').

Den private forbrugers interesse må bestå i sikring af rettigheder fra andre felter, hvor der er tale om udbud af information (lige adgang til information for alle, og lige adgang til medierne for alle).

Desuden synes vi det må være i "samfundets interesse" at sikre informationskløfterne udjævnet bl.a. ved at sikre den tilbudte information formidlet på de enkelte modtagergruppers præmisser.

#### 5.4. Afslutning på kap. 5.

Teknologivurdering ser vi som en form for fremtidsstudier eller perspektivstudier. Sammensætningen af en teknologivurderings elementer danner et spektrum, hvor yderpunkterne kan kaldes henholdsvis divergent og konvergent teknologivurdering. Placeringen af en given teknologivurdering i dette spektrum afgøres dels af den valgte tidshorisont, dels af det valgte udgangspunkt for teknolo-



Fra Larsen & Riis: Teknologivurdering - en anvendelsespræsenteret synsvinkel, AMT, 1978.

givurderingen. Udgangspunktet kan dels bygge på data om den nuværende udvikling (ekstrapolativt), dels bygge på formulerede normer for et ønsket samfund (normativt). Tidshorisonten kan dels være kort, dels langt.

Den divergente teknologivurdering vil således kunne karakteriseres ved at være kortsigtet, ofte have et ekstrapolativt udgangspunkt (men ikke nødvendigvis) og bestå i vurdering af en allerede kendt/indført teknologisk konsekvenser og yderligere muligheder. Et problem ved denne type teknologivurdering er især, at denne ofte er en vurdering af inkommensurable størrelser.

Den konvergente teknologivurdering vil kunne karakteriseres ved at være langsigtet, ofte have et normativt udgangspunkt (men ikke nødvendigvis) og bestå i vurdering/opstilling af krav til en endnu ikke indført teknologi. Et problem ved denne type teknologivurdering er, at der kræves en forestilling om et fremtidssamfund.

En konkret teknologivurdering indeholder ofte elementer af begge slags. Vores antydede teknologivurdering i dette kapitel må ses som liggende imellem de to førnævnte yderpunkter. Selv om vi ikke har et særlig klart formuleret fremtidssamfund, er der dog tale om eller andet socialistisk samfund baseret på en udstrækning af demokratiet til at omfatte hele den samfundsmæssige produktion. Afsnit 5.2 må ses som en antydning af mere konvergente elementer, mens afsnit 5.3 må ses som antydning af nogle divergente elementer.

En mere fuldstændig teknologivurdering af telenettet på nuværende tidspunkt kan begrundes med, at den nye teknologi endnu ikke er taget i bred anvendelse. Der er således mulighed for en styring af denne ved at fremme/hæmme ønskede/uønskede virkninger af den nye teknologi.

Udover de her beskrevne interesser er det måske vigtigt at bemærke, hvilke interesser vi ikke har nævnt. Vi finder det således interessant, at vi slet ikke er stødt på udtalte behov for de nye mulige teletjenester, hverken fra erhvervsliv eller fra de private forbrugere. Det må vi tolke som en tilfredshed med de eksisterende tjenersternes servicemuligheder, i hvert fald på kort sigt. På længere sigt mener vi, at den øgede indførelse af elektronisk tekstbehandling (ETB-anlæg) vil afføde et pres for at få bedre faciliteter til sammenkobling af de forskellige virksomheders ETB-anlæg stillet til rådighed.

I forbindelse med fordeling af massekommunikation via kabelnet så vi et politisk problem presse sig på som følge af den tekniske udvikling på området. Fordeling af TV- og radioprogrammer foregik tidligere helt ud til de enkelte forbrugeres modtagere udelukkende ved radiospredning. Dette sikrede staten fuld kontrol med spredningen, via DR og P&T. Ikke statskontrolleret fordeling af information via kabelnet har hidtil foregået gennem telefonnettet, der med sin stjernestruktur giver mulighed for 2 vilkårlige abonnenter at oprette forbindelse indbyrdes på samme tid. Nu er der dukket kabel-TV anlæg op, som med fordelingsnet af træstruktur har åbnet mulighed for fordeling af information til mange på een gang. Da kabelanlæg er privatejede er der teknisk opstået mulighed for fordeling af massekommunikation uden statslig kontrol. Statsmonopolet er således truet, der må lovgives samlet på kommunikations- og medieområdet.

De omtalte teletekstsystemer, teledata og tekst-TV, ser vi som 1. trin i en udvikling, der peger frem mod et integreret bredbåndsnæ. De omtalte japanske forsøg illustrerer sådanne senere generationer i denne udvikling. Det væsentligste er, at sådanne systemer kræver etablering af et nyt abonnentnet, så telenettet ændrer karakter til et bredbåndsnæ. De temmelig uoverskuelige konsekvenser af et sådant bredbåndsnæts indførelse, som antydes i afsnittet, bør efter vores opfattelse danne grundlag for et krav om en teknologivurdering af telenettet. Som led heri synes vi udmærket at pilotforsøg, som de japanske, kan indgå bl.a. med henblik på en egentlig behovsanalyse for sådanne informationssystemer.

Vi har i afsnittet kun set på kulturpolitiske perspektiver, men disse er kun del af en samlet teknologivurdering. Derudover vil vi her pege på andre problemfelter, som også må belyses, bl.a. problemer omkring jobdistribution (hvordan kan fordelingen af arbejdspladserne påvirkes af telenettets struktur og kapacitet), evt. kommende undervisningsteknologier (undervisning i hjemmet, maskinel undervisning m.m.), teknologisk arbejdsløshed (reel arbejdsløshed contra mobilitet, fordelingsproblemet, fritidssamfundet m.m.).



## 6. AFSLUTNING.

Denne rapport er skrevet løbende med selve projektarbejdet og afspejler den læreproces, som vi har været igennem. Undervejs har vi fået stadig større viden om emnet og fundet forskellige pointer, der ikke i de enkelte afsnit har været trukket klart nok frem. Vi vil derfor gerne i denne afslutning opsummere nogle af de vigtigste pointer fra projektarbejdet vedrørende det danske telenet.

Det er nogle pointer der tydeliggør hvilken indsigt man kan få ved at se på de tekniske sider af en teknologi. Dette skal ses i lyset af en holdning om, at en forståelse af de tekniske sider af en teknologi, er en del af grundlaget for at forstå en teknologis betydning for samfundet. Dette er et udtryk for, at teknologivurdering pr. definition er tværvidenskabelig.

Vores disposition for rapporten er således, at vores opsamling kan følge logikken i kapitelrækkefølgen med inddragelse af appendixstof efter behov.

I det første kapitel gjorde vi en del ud af at adskille telefoneringsprocessen i dens tekniske bestanddele : signalering og taletransmissionen. Det blev fastslået at centralerne skal tilpasses vores signaleringsteknik, og at det på dette område er økonomisk fordelagtigt at benytte halvlederteknik, hvilket dog først kræver (komplicerede) tilpasninger til de øvrige dele af telenettet. Selve taletransmissionen er et spørgsmål om kablernes (og centralernes) kapacitet. Det nuværende system er opbygget med tilstrækkelig kapacitet til almindelig tale-signaler, telexsignaler m.v., men kan ved brug af digitaliseringsteknik udvides ca 30 gange.

Ovenstående viser at der allerede er to separate tekniske grunde til at forny telenettet, hvilket dog ikke i sig selv er nok til at sikre, at der også finder en fornyelse sted.

I kapitel to gennemgås det danske telenets opbygning og det beskrives, hvordan de forskellige trafiknet på trods af at de benytter forskellige teknikker, alligevel benytter det samme fysiske net.

På dette niveau gives der også begrundelser for at forny telenettet, idet en fælles standardisering af de forskellige tjenester vil være en behagelig forenkling for televirksomhederne.

Det bliver slået fast, at telefonnettets stjernestruktur er meget omkostningskrævende af forny og at denne struktur er overordentligt velegnet til to-vejskommunikation. Dette sammenholdes med de kabelbårne massekommunikationsnets (kabel TV nets) enklere træstruktur og

meget større kapacitet. På denne baggrund åbnes perspektivet med en integration af telenettet og kabel TV anlæg i de såkaldte bredbåndsnet. Dette er også en teknisk begrundelse for fornyelser på teleområdet. Derpå følger i kapitel tre en beskrivelse af de forskellige former for terminaludstyr, der kan tilsluttes telenettet. Formålet med etableringen af disse tjenester er dels at øge trafikmængden på nettet og dels at skabe et hjemmemarked for vores elektronikvirksomheder (jvf. Ib Lønberg på Ingeniørdagene '81). Teleteknisk er kun de forskellige udstyrs kapacitets krav interessant, og det slås fast, at kun videotransmission ligger ud over det eksisterende nets muligheder.

Endelig gennemgås i kapitel fire lovgrundlaget for radiospredning samt televirksomhed, og det bemærkes, at lovgivningen på disse områder ikke er tidssvarende med de tekniske muligheder for integration af disse to funktioner.

Ovenstående gennemgang opsamler, hvad vi vil kalde en "teknisk analyse" af telenettet. Vi finder at en sådan teknisk analyse er en forudsætning for at kunne se hvordan telenettet kan udvikles.

I kapitel fem diskuterer vi begrebet teknologivurdering, og tager hul på hhv. en konvergent og en divergent teknologivurdering, som vi opfordrer andre til at fortsætte med.

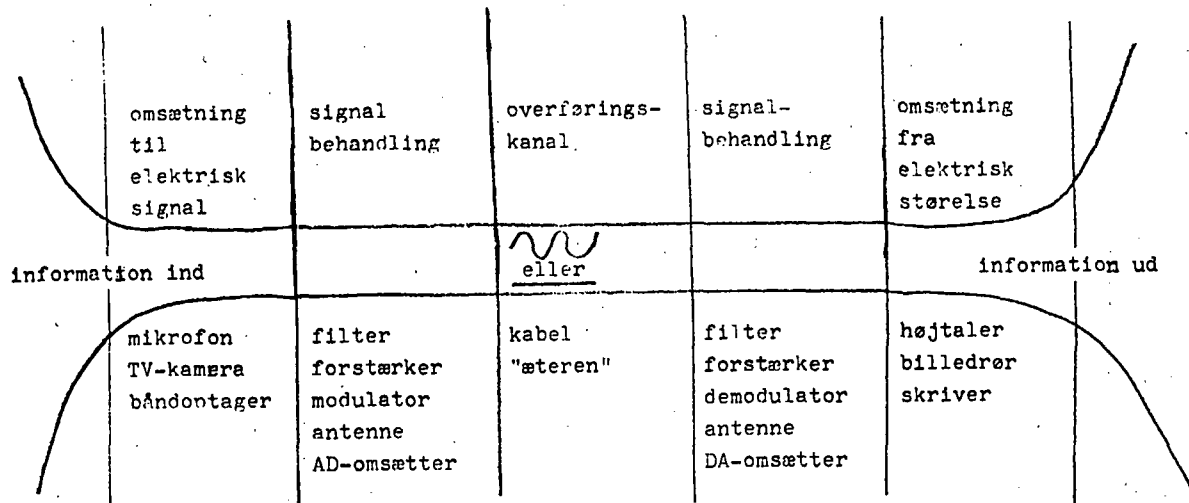
Vel vidende vores "konsekvensanalyses" begrænsninger mener vi alligevel, at vi i forhold til den kortsigtede analyse kan konkludere, at der ikke findes et demokratisk formuleret samfundsmæssigt behov for den teknologiske fornyelse, der er på trapperne.

Imodsætning til dette manglende behov (som burde betyde, at der ikke blev indført ny teknologi) finder vi, at der gives en række tekniske grunde (brug af halvlederteknologi, digitaliseringsfordele, standardisering og integrationsmuligheder) for en sådan fornyelse. Det overordnede spørgsmål der derved bliver stillet er, dels om de tekniske argumenter kan slå igennem og selv skabe de behov, som ikke findes i dag, samt dels om teknologivurdering kan få nogen indflydelse herpå.

APPENDIX A: ELEKTRONISK SIGNALTRANSMISSION.

Vi vil i dette app. se nærmere på, hvilke typer af information man er interesseret i at behandle indenfor telekommunikationsområdet, samt hvilke faser signalerne bliver behandlet i.

Helt principielt kan et kommunikations-system beskrives ved følgende model:



Figur 1. Principskitse for kommunikations-system (fra Blomqvist m.fl. 1974, nr.1)

Informationsmængden har betydning for kabel-dimensioneringen (ved store mængder benyttes et bredbånd). Signaler som tale og musik er trykbølger. Billed/lys-signaler er elektromagnetiske bølger. For at disse skal kunne transmitteres, skal de omsættes til elektriske svingninger. Dette sker i henholdvis en mikrofon og et TV-kamera, under et kaldet for transducere.

Efter denne omsætning sker den egentlige signalbehandling (filtrering, forstærkning og modulation m.v.). Her rikkes signalet til, så det passer til transmissions-kablet eller til modtager-antennen i en radiotransmission.

Foregår transmissionen i kabler, er der som sagt begrænsninger for transmissionkapaciteten. Foregår transmissionen i luften, via radiobølger, er der restriktioner for hvilke sender-frekvenser der må benyttes til hvilke tjenester.

Dette kommer vi ind på i det følgende:

Den information der kommer ind under betegnelsen telekommunikation, er hovedsaglig lyd, billede og datainformation. Da datainformation eksisterer i forvejen på en form, der umiddelbart kan manipuleres med (jv.f. elektronisk databehandling) vil vi ikke beskæftige os specielt med denne form for information.

### 1. Informationsmængde

Når der skal dimensioneres i et kommunikations-system, vil det være informationshastigheden for den ønskede tjeneste som der skal fokuseres på. Et systems maksimale informations-overføringshastighed sætter en øvre grænse for andre signalers transmission. Generelt gælder følgende simple relation mellem informationsmængden og kanalkapaciteten (= informationshastigheden)  $c_t$ :

$$c_t = \frac{\text{informationsmængde}}{\text{tid}}$$

Information måles i enheden bit, og én bit (binary digit) er defineret som den mindst tænkelige informationsmængde, nemlig af typen ja/nej.

I nedenstående tabel (efter Martin, 1978) ses informationsmængder i kendte meddelelses-former:

1. Et kvalitets-fotografi	2.000.000 bit
2. Et avis-fotografi	100.000 "
3. Et fjernsynsbillede	1.000.000 "
4. En kort telefonsamtale (en besked)	1.000.000 "
5. En dokument-side i faksimile	200.000 "
6. En dokument-side i datakode	10.000 "
7. Et typisk telegram	2.000 "
8. En pladsreservation	200 "
9. En brandalarm	40 "

Som det fremgår af tabellen, afhænger disse informations-mål af den tekniske repræsentation af meddelelsen. Hvis vi kigger ud af et vindue, vil vi modtage uendelige store informationsmængder. Farvenuancerne kan imidlertid ikke gøres til et endeligt antal osv. Når vi tager et fotografi af dette indtryk, og påstår, at dette er et billede af virkeligheden, svarer det altså til, at vi i vores opfattelse af virkeligheden, har stillet os tilfredse med en mindre information. Når vi taler om telekommunikation, må vi derfor være klar over, at vi i virkeligheden har begrænset vores oprindelige information. Vi vil i nogle tilfælde f.eks. acceptere billeder helt uden farver.

I ovenstående model (fig. 1) for et telekommunikations-system foregår denne begrænsning i vores transducere, som jo omdanner informationen til et elektrisk signal. Når vi går over til tidsafhængig information, som f.eks. fjernsyn, indgår samtidig tiden, som en begrænsende faktor for vores repræsentation af informationen. Ved dimensionering af den ønskede kapacitet pr. kanal må der, udover den absolutte informationsmængde pr. pakke, også indgå overvejelser over hvor mange pakker vi skal have pr. tidsenhed.

## 2. Omsætning til elektriske signaler

Det menneskelige øre er i stand til at opfatte trykbølger med frekvenser fra 20 til 20 000 Hz. Når den menneskelige tale skal gengives i en telefons højttaler, stiller man sig imidlertid tilfreds med et frekvens-spektrum fra 300 til 3400 Hz. Dette frekvensområde kommer i vores telefon-transducer (mikrofonen) til at svare til det elektriske signalsbåndbredde, da lydbølgerne og de elektriske signaler svinger i takt. For radioen gælder noget tilsvarende, idet radioapparaterne og højttalerne kun er beregnet for gengivelse af frekvensspektret fra ca. 100 til 16.000 Hz. Et stereo-radiosignal indeholder over det dobbelte (ca. 38 kHz) og et fjernsynssignal er oppe på 7 MHz.

Sådanne størrelser kaldes båndbredde, og det er altså et mål for hvor krævende de enkelte signaltyper er.

Disse båndbredder kan ikke opgives uafhængigt af, hvordan signalet sendes afsted, d.v.s. hvordan det moduleres og forstærkes. Et signals båndbredde siger ikke noget om hvor i spektret det ligger.

Som et eksempel på hvorledes et signal kræver en stor båndbredde er det nærliggende at se nærmere på et levende billede.

For et fjernsynsbillede er det forholdsvist let at se, at båndbredden dækker over både informationsmængde og tid. Et fjernsynsbillede er nemlig bygget op af en lang række punkter (fordelt på 625 linier). Informationen er i dette tilfælde en oplysning om hvilken lysstyrke, der skal være i et punkt. Det har vist sig tilstrækkeligt, ved gengivelse i sort/hvid, at operere med 16 diskrete værdier, helt sort, hvidt og 14 nuancer der imellem. Når et fjernsynsbillede alligevel kræver så stor en båndbredde, er det fordi tiden imellem hver punkt-information (tilsammen hele billedet) skal være utrolig lille for at vi kan opfatte det som et levende billede.

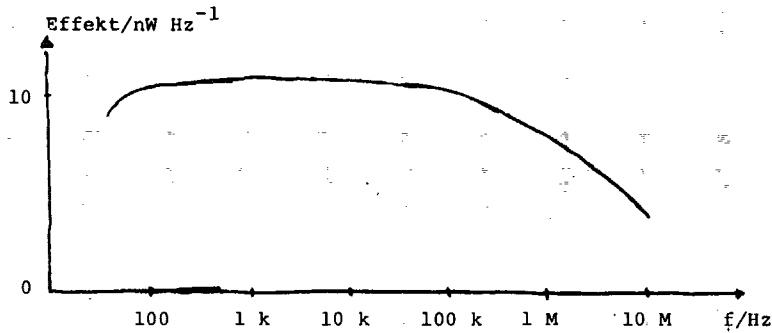
## 3. Signalbehandlingen

Det elektriske signal der kommer ud efter transduceren, kan karakteriseres på forskellig vis, og vi tager i det følgende faktorerne frekvens, effekt og signal/støjforholdet op.

### Frekvensspektrum

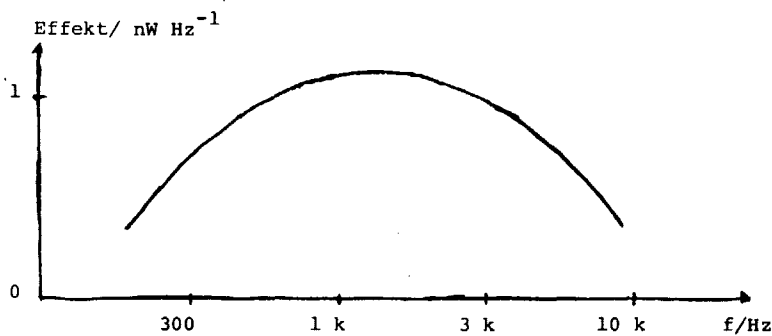
Det kan vises matematisk, at selv det mest komplicerede periodiske signal kan opløses i et antal sinussvingninger ved den såkaldte Fourier-opløsning. Derved kan det indviklede signal uden egentlig egenfrekvens beskrives som en sum af sinusformede signaler med veldefinerede frekvenser, og der kan laves et frekvens-diagram, hvor de indgåede frekvensers relative betydning kan aflæses.

Et frekvens-diagram kan f.eks se således ud (med 'power density' udaf y-aksen):



Figur 2. Et frekvens-diagram for et typisk fjernsynsbillede (efter Telecom. Systems unit 1).

Et frekvens-diagram for en almindelig gennemsnits telefonsignal ser således ud:

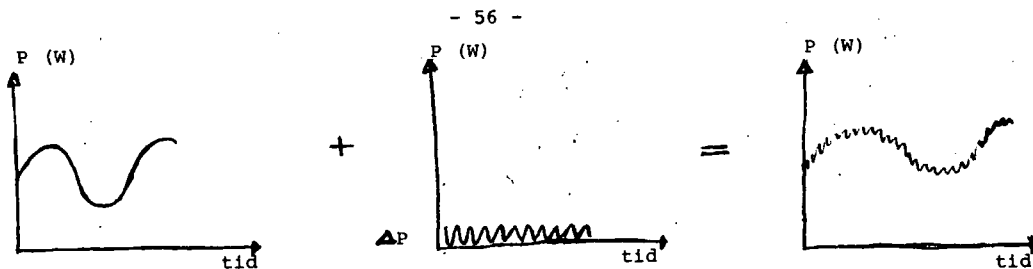


Figur 3. (samme kilde som figur 2).

Man kan således beskrive komplekse signaler, hvilket har betydning hvis f.eks støj skal filtreres fra.

### Støj

Et signals styrke måles i dets effekt (W). Fremfor den absolutte (størrelse af) amplitude af signalet, (som alligevel enten skal forstærkes eller dæmpes under transmissionen) er det forholdet mellem det rene signal og støjen, der er interessant. Da dette forhold ofte har flere størrelsesordener til forskel, anvender man logaritmiske skalaer til angivelser heraf. Herudfra defineres effektmålet Bel som  $\log \left( \frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{støj}}} \right)$ . I stedet for Bel anvendes enheden decibel (dB) som regel. Signal/støj-forholdet udtrykkes herefter ved  $10 \log \left( \frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{støj}}} \right)$ . Støj er her defineret som de uønskede signaler, som systemet hele tiden optager fra omgivelserne, uafhængigt af om der sendes et signal eller ej. Grafisk kan forholdet illustreres på følgende vis:



Figur 4. Her udtrykker  $P/\Delta P$  signal/støjforholdet

Det er klart, at det til enhver tid gælder om, at have så lidt støj som muligt, d.v.s. så stort et signal/støj-forhold som muligt. Afhængigt af kommunikations-systemets indretning, vil støjen afhænge af frekvensen. Ligesom signalet, kan støjen beskrives i et frekvens-diagram.

Vi har nu på forskellig vis karakteriseret det elektriske signal i kommunikations-systemet, som indeholder den information, vi vil sende via tele, d.v.s. over længere afstand. Signalet kan dog ikke umiddelbart sendes i denne form. Det skal behandles videre.

Vi har nævnt filtrering. Her skildes de uønskede frekvenser fra. Efter denne "vask" bliver signalet moduleret (se app. C). Endelig skal signalet forstærkes. Ved modtagelsen sker ovennævnte i omvendt rækkefølge (se fig. 1).

#### Informationshastighed

Vi kan nu alment beskrive sammenhængen mellem båndbredde og informationsmængde ved hjælp af Shannons formel:

$$C_t = B \log_2 \left( 1 + \frac{P}{B \times N} \right) \text{ bit/sekund}$$

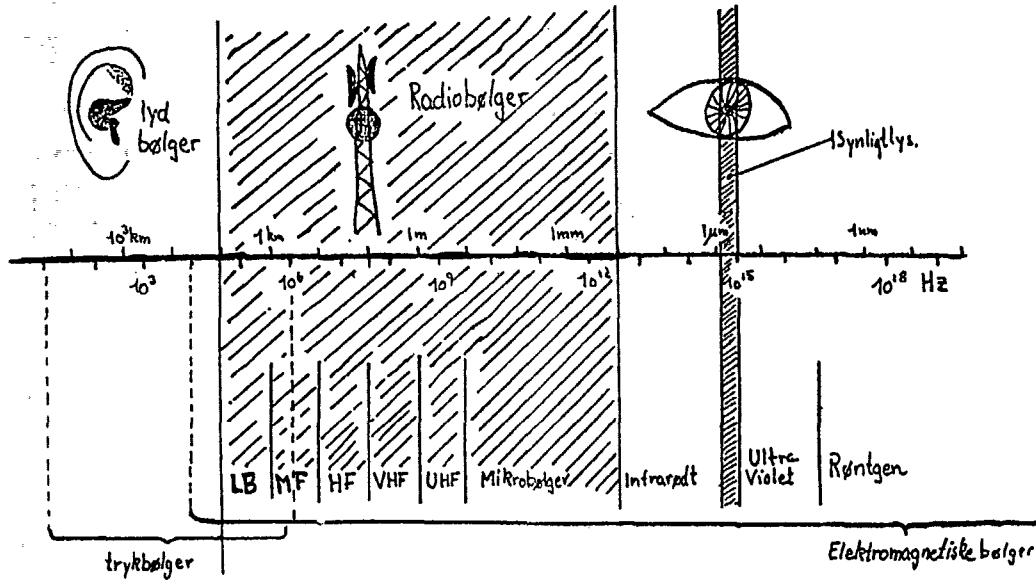
hvor  $C_t$  er kanalkapaciteten,  $B$  er båndbredden (måles i Hz),  $P$  er effekten (måles i Watt) og  $N$  er støjens spektraltæthed (måles i Watt/Hz).

En given informationsmængde  $C_t$  i bit/sek stiller altså ingen absolutte krav til båndbredden og vi kan derfor overføre en større informationsmængde ved at nedsætte støjen eller ved at nedsætte den nødvendige sendereffekt ved at øge båndbredden. Hvis man ønsker at øge båndbredden, vil det dog være nødvendigt at hæve bærefrekvensen (af modulations-tekniske grunde), hvilket desværre giver kortere rækkevidde for senderen.

#### Transmission

Et telekommunikations-signal kan sendes enten som radiosignaler eller som elektrisk signal via en ledning.

De forskellige signaltypers fordeling på en frekvensakse kan ses på nedenstående figur.

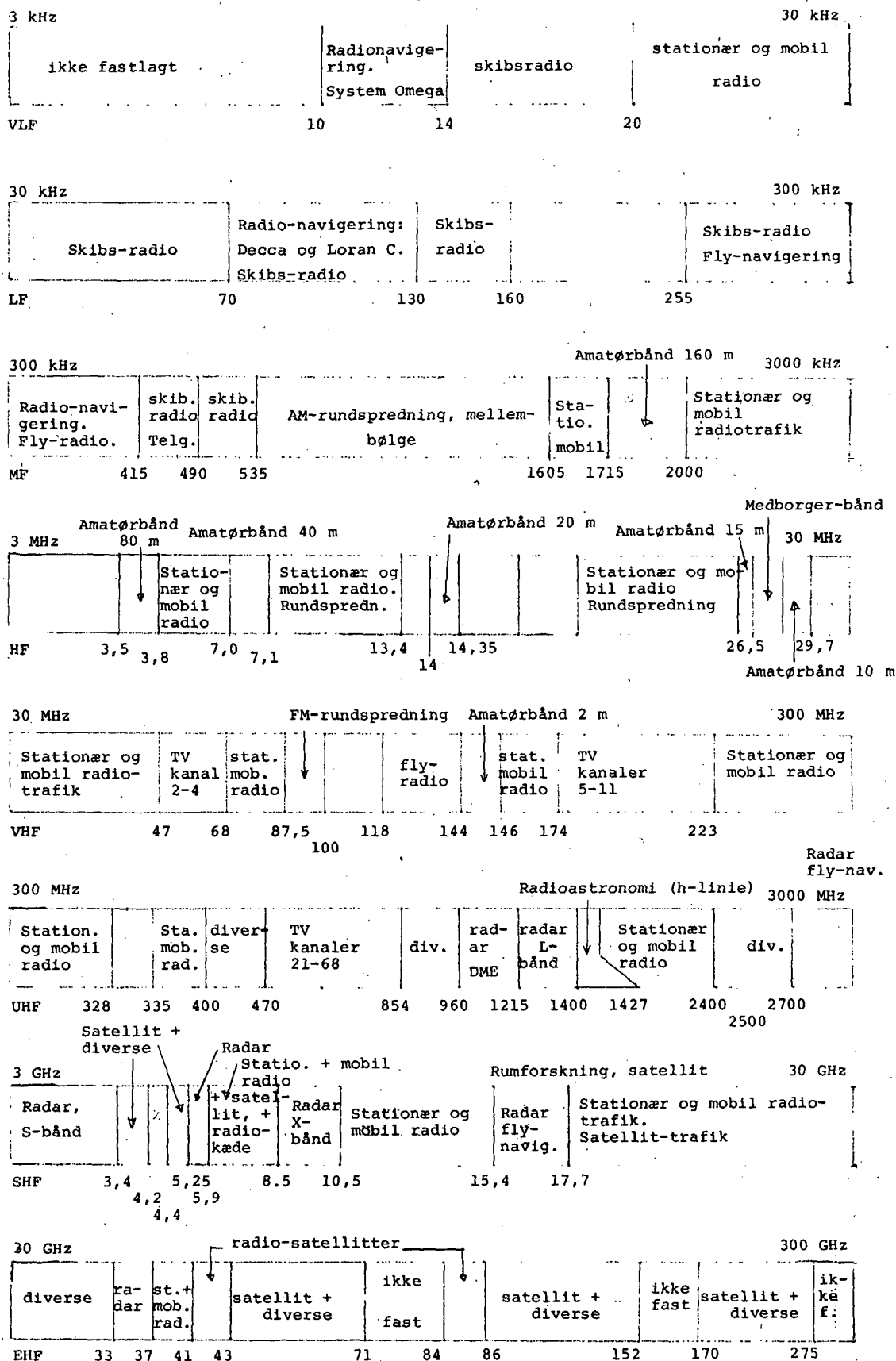


Figur 5. Forskellige signaltypers frekvensområder (efter Blomqvist m.fl. 1974)

Indenfor frekvensområdet  $10^4$  til  $10^{13}$  Hz kaldes alle elektromagnetiske bølger for radiobølger. Dette udsnit af spektret er igen delt op ifølge internationale overenskomster i ITU, til forskellige aktiviteter, som det vil fremgå af figuren på næste side.



Figur 6. (omtegnet efter Blomqvist m.fl. 1974)



APPENDIX B

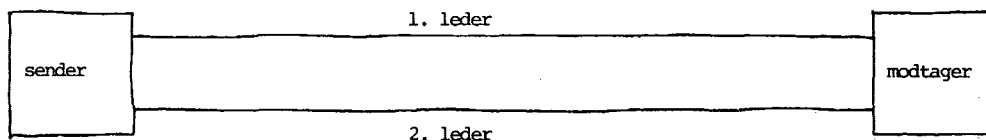
Formålet med dette appendix er følgende:

- at give en kort opridsning af hvad et elektrisk signal er
- at beskrive den principielle transmission i kabler

Herefter beskrives kabeltyper som par, parsnoet og koaxialkabler, som de fungerer i kredsløb. Til sidst præsenteres principperne i lysledere og disses egenskaber set i forhold til elektriske kabler.

1. Princippet ved elektrisk signalisering

I traditionel telekommunikation er forudsætningen for at vi kan kommunikere, at der er etableret et svagstrøms-kredsløb imellem de kommunikerende parter. Dette kredsløb bærer informationen således, at den grundspænding, der er i kredsløbet, varieres på en måde, der svarer til tonehøjden i f.eks en telefonsamtale.

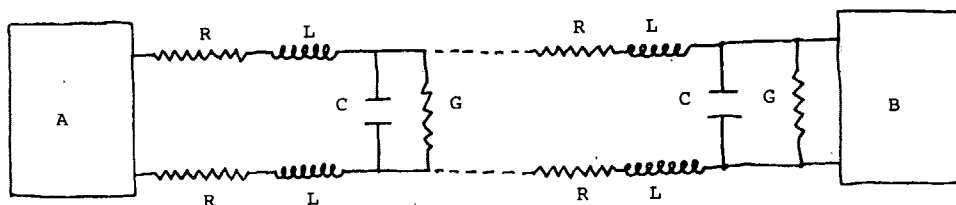


Figur 1. Kredsløbs-skitse

Et signal karakteriseres dels ved dets kvalitet, eller nuancer i gengivelserne, og dels ved dets styrke. Nuanceringen opstår som følge af variationer i spændingen. Styrken eller bevarelsen af spændingskildens in-put er afhængig af de forskellige kabeltyper. I princippet er elektrisk signalisering en følge af ladningers bevægelser eller svingninger.

Et kredsløbs generelle træk

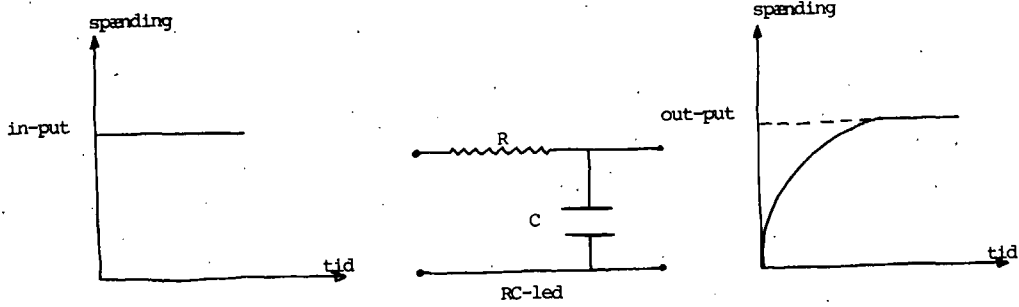
En model på hvorledes elektriske signaler udbreder sig i kabler fremstår, hvis man opfatter kredsløbets ledningepar som værende en række af elektroniske kredsløb, der hver især består af komponenter med bestemte egenskaber overfor variationer i strøm og spænding.



Figur 2. Ækvivalentdiagram for et lederpar i et kredsløb

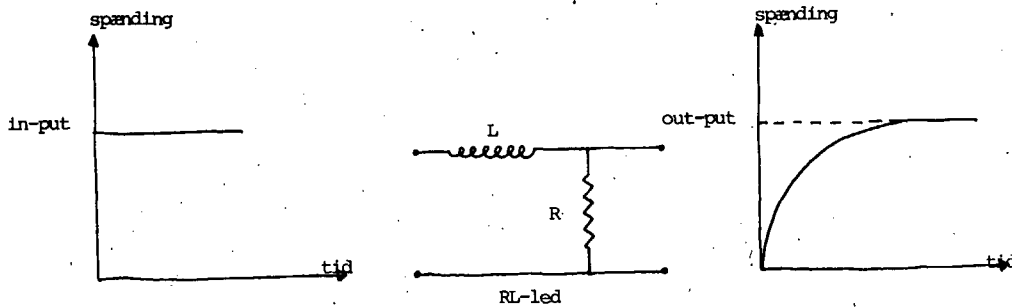
De elektroniske komponenter der indgår i denne model er: modstand (R), induktans (L), kapacitans (C) og konduktans (G). Disse komponenters størrelser er forskellige i forskellige kabeltyper. Et kredsløb bestående af disse komponenter forvansker signalet. I det efterfølgende gennemgås de virkninger som de kredsløb, der er opbygget af disse komponenter, har, når vi sender et signal igennem et kabel.

For et RC-led ser forholdet imellem in-put og out-put således ud:



Figur 3. RC-leddets tidsforsinkelse

For et RL-led ser forholdet imellem in- og out-put ligedan ud:



Figur 4. RL-leddets tidsforsinkelse

Af målinger på kredsløb med henholdsvis et RC og RL komponenter ses det, at spændings out-put først når in-putværdien efter en tidsforsinkelse.

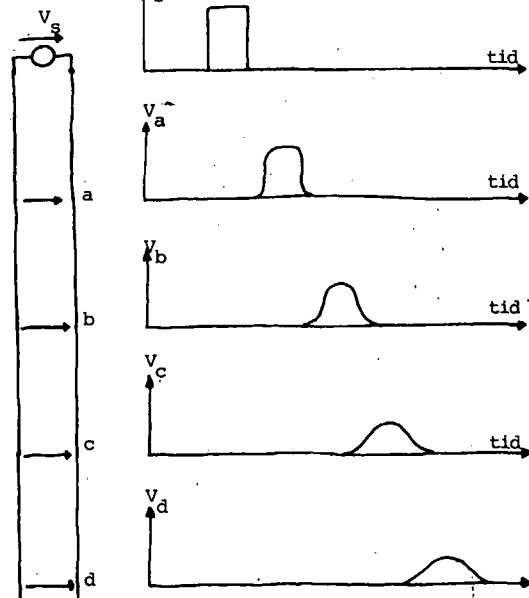
Opgbygningen af et ledning par kan opfattes som bestående af disse komponenter. Forvanskningen af ethvert signal vil afspejle sig i følgende tre ting:

- 1) en veksel-spænding viser sig på successivt senere tidspunkter (delay)
- 2) veksel-spændingens amplitudeværdi ved start, falder eksponentielt, og registreres som tab (attenuation)
- 3) veksel-spændingens form forandres (skyldes tab og dispersion)

Disse forvanskninger illustreres på nedenstående figur:

Figur 5. Illustration af et signals forvanskning.

Ved punkterne a, b, c og d i kredsløbet aflæses spændingsvariationen. Illustrationen viser dels en deformation af in-put og dels en tidsforsinkelse.

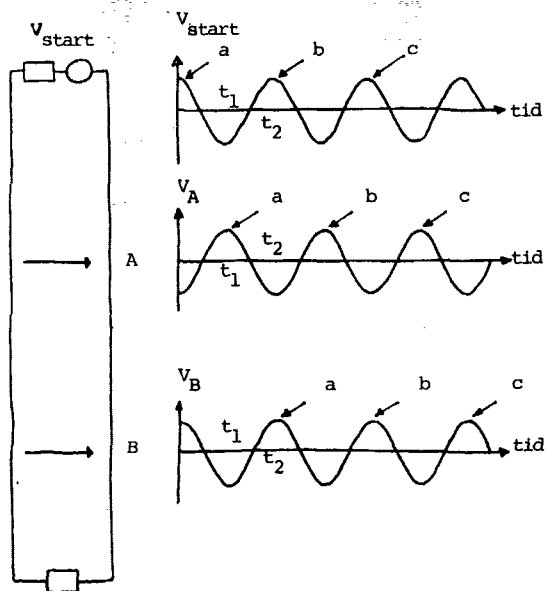


Disse forhold gælder for ledninger af forskellige dimensioner og fysisk udformning. De tre former for ændringer i vekselstrøms-signalet behandles særskilt i det følgende.

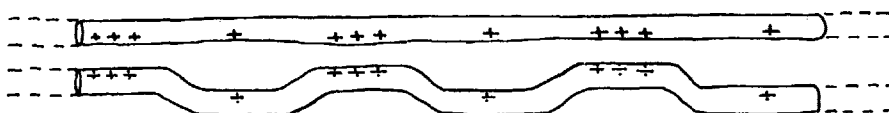
a) forsinkelse (delay)

Forsinkelse kan illustreres således, hvis der ses bort fra de andre former for ændringer.

Figur 6. Illustration af tidsforsinkelse. Ved punkterne A, B og C aflæses spændingsvariationen. Illustrationen viser at bølge-toppene a, b og c dukker op på senere og senere tidspunkter.



Årsagen til denne forsinkelse skyldes ledningernes indbyrdes kapacitans og de enkelte ledningers induktans. Et lednings-par's kapacitans skyldes ladningsforskydninger hen gennem ledningerne. Kapacitansen varierer med afstanden imellem de to ledninger. Dette kan illustreres således:



Figur 7. Ladnings-forskydninger i ledningepar

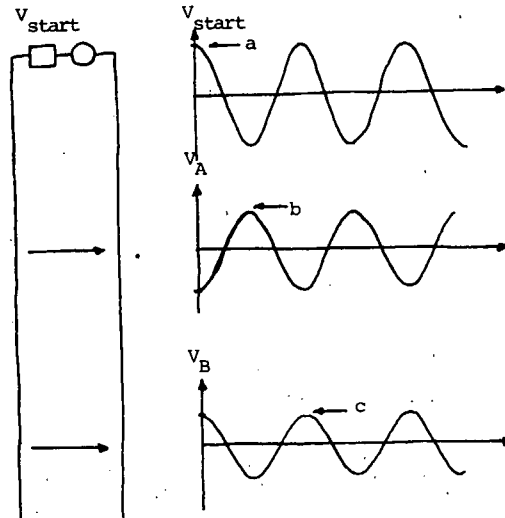
Dette medfører at afstanden imellem ledninger i et par-kabel skal være konstant for ikke at forstyrre signalet.

En lednings induktans skyldes at der omkring enhver leder, hvori der går en strøm, dannes et magnetfelt. Dette magnetfelt er konservativt, idet det modvirker ændringer af strømmen. Dette har den virkning, at spændingen også ændres, men med en tidsforsinkelse.

b) tab (attenuation)

Tab i et elektrisk signal kan illustreres således:

Figur 8. Illustration af tab. Figuren viser at amplituden bliver mindre og mindre. Figuren viser også en tidsforsinkelse af bølgetoppen a. Tab er netop en formindskelse af amplituden.



Herved forstås den eksponentielle formindskelse af signalkildens in-puts spændings-amplitude som funktion af tiden. Forholdet imellem spændingerne kan måles i dB ( $\text{dB} = 20 \log V_{\text{in}}/V_{\text{out}}$ ). Årsagen til tabet er den omske modstand.

c) øvrige forandringer i de sinusoidale kurvers former

Når et signal aflæses på et oscilloskop forsvinder den oprindelige form på kurven hen gennem kredsløbet. Dette skyldes for det første de to fænomener vi just har omtalt. Hertil kommer imidlertid tab, som funktion af frekvens og dispersion.

Dispersion er forholdet imellem et signals udbredelseshastighed og dets frekvens/-er.

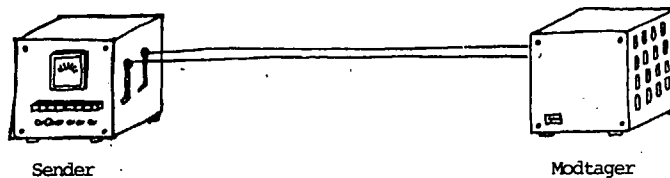
Et signal består oftest af flere sinusoidale komponenter. Hver enkelt komponent udbreder sig med en hastighed, der er specifik for enhver frekvens ( $\lambda \cdot f = \text{konstant}_c$ )

2. Kabler og kredsløbsforstyrrelser

I det efterfølgende beskrives nogle egenskaber ved forskellige kabeltyper, der anvendes i vid udstrækning i både telenet og rundsprædningsnet. Vi kommer ikke ind på de præcise forskelle i anvendelserne.

a) par-kabel

Den ledning, hvortil den enkelte abonnent tilslutter sit telefonapparat er en dobbeltledning, hvor den ene ledning er reference og den anden er signal-ledning. Kredsløbet kan illustreres således:



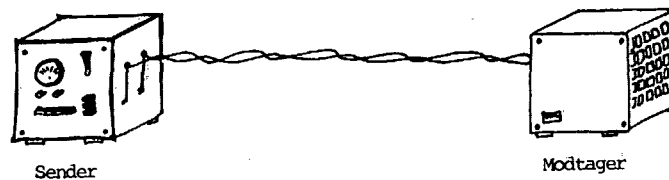
Figur 9. Abonnentkredsløb med par-kabel

Med dette ledningepar opstår der følgende ulemper. For det første sker interferens imellem signal-ledningen og andre nærliggende ledninger. Disse forstyrrelser kaldes kapacitiv 'pick up' og kapacitiv krydstale. For det andet sker der interferens imellem ledningernes magnetiske felter, hvilket bevirker forstyrrelser der kaldes induktiv 'pick up' og induktiv krydstale.

For at minimalisere disse uønskede effekter snoes ledningeparret om hinanden.

#### b) par-snoede kabler

Par-snoede kabler benyttes ligeledes i abonnentnettet. Par-snoingen foregår med det ledningepar, som udgør kredsløbet til den enkelte abonnent fra centralen:



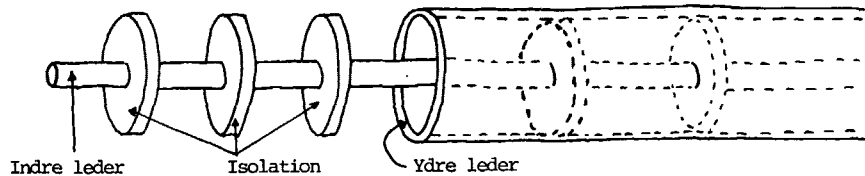
Figur 10. Abonnentkredsløb med parsnoede kabel

I kabelbundter snoes de enkelte ledningepar. Herved udnyttes de fordele, som denne kabeltype har, bedre. Snoingen har to ønskede effekter. For det første holdes to kabler tæt sammen, hvilket bevirker at den induktive 'pick up' formindskes. For det andet snoes de to kabler, hvilket bevirker at både den kapacitive og induktive 'pick up' ophæver hinanden.

En forudsætning for at forstyrrelser imellem to sæt par-snoede kabler minimeres er, at snoingen i de enkelte par giver forskellige antal omviklinger pr. længdeenhed.

#### c) koaxial-kabler

Dette ledningspar er helt anderledes konstrueret. I en ydre cylindrisk leder, befinder den indre leder sig med et isolerende lag imellem. Dette illustreres således:

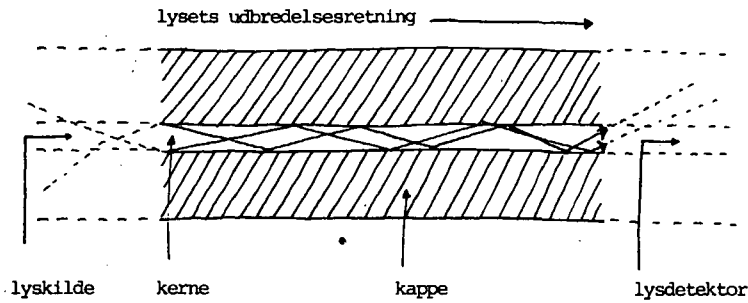


Figur 1. Principskitse for koaxial-kabel

Medens de forgående kabeltyper fortrinsvis er anvendt i telefonnettets abonnentdel, så anvendes koaxialkabeltyper mere alsidigt. I forskellige dimensioner anvendes de i antennefordelingsnet og på strækninger der kræver stor kapacitet. Dette skyldes, at den indre leder ikke kan påvirkes af elektriske forstyrrelser når den ydre leder er jordet.

### 3. Lysledere

En lysleder er i princippet et glasrør, hvor lysintensiteten moduleres (amplitudemodulation). Princippet for signaltransmission kan illustreres således:



Figur 11. Principskitse for lysleder

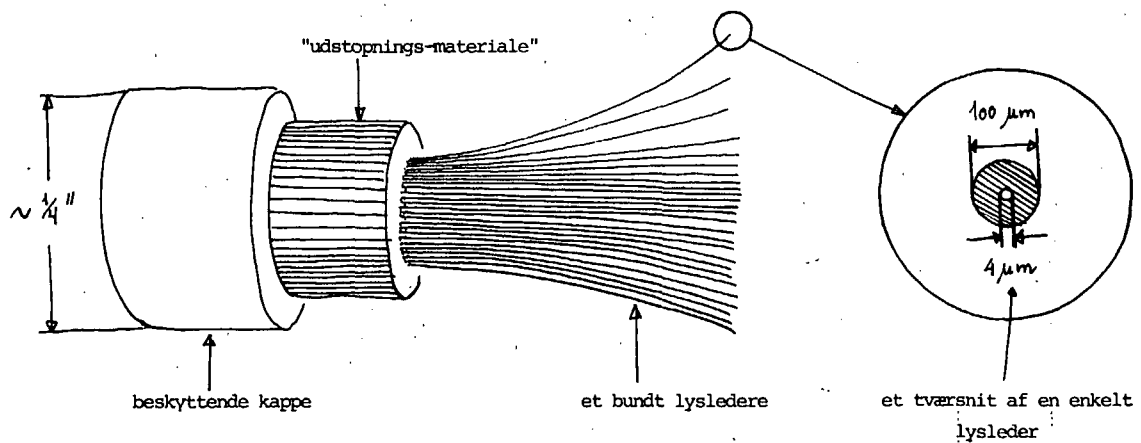
Som det fremgår, består glasrøret af en kerne og en kappe. Disse to glas-materialer har forskellige brydningsindeks', hvilket bevirker at en lysstråle, der sendes igennem kernen ikke kan undslippe, med mindre at strålens indfaldsvinkel på kappematerialet overskrider den totale refleksions maksimum-vinkel. Således udbreder det indsendte lys sig gennem kernen.

Forskellen på en lysleder og elektriske kabler er for det første signalets medie. I en lysleder bæres signalet af elektromagnetiske bølger. I elektriske kabler bæres signalet via ladningsforskydninger. Fordelen ved dette er, at man kan sende langt hurtigere og dermed en større informationsmængde pr. tidsenhed via lysledere. Den begrænsende faktor i et lyslederkredsløb er senderkapaciteten (lysdiode/laser) og modtagerkapaciteten (lysdetektor).

Til denne fordel kommer at lysledere er upåvirkelige af elektriske og magnetiske felter, samt at de ikke selv frembringer sådanne.

Endelig kommer, at det efterhånden er muligt at fremstille lysledere med et tab, som funktion af bestemte frekvenser, der er minimalt i forhold til elektriske kabler. Dette gælder især for høje frekvenser.

Lyskabler består af et variabelt antal ledere. Dette ser i princippet således ud:



Figur 1. Principskitser for et lyskabel og en enkelt lysleder

Eksempler på anvendelser idag

Det første sted hvor lysledere blev taget i kommerciel brug var i Chicago i 1977, hvor Bell Laboratories etablerede en forbindelse med en informationskapacitet i hvert fiber på 44,7 M bit/s. D.v.s. at lyskilden tænder og slukker at lyskilden tænder og slukker  $44,7 \cdot 10^6$  gange i sekundet.

De resterende eksempler har nærmest forsøgsstatus.

I det tidligere beskrevne Hi-OVIS projekt (afsnit 5.3) indgår lysledere i bredbåndstjenesten. Kapaciteten er ukendt.

British Post Office i England vil i de nærmeste 2 år installere lysledere på sammenlagt 450 km.

Herhjemme er J.T.A.S. i færd med et lyslederforsøg, der skal kunne transmittere en række tjenester. Abonnementerne nås med kabler på en kapacitet svarende til 64 M bit/s.

Endvidere er J.T.A.S. i færd med at forbinde to mindre byers centraler v.h.a. lysledere således, at der er en kapacitet i dette kredsløb på 8 og 34 M bit/s.

Uden at foregive at dette er en fuldstændig oprensning, kan vi konstatere at anvendelsen af lysledere endnu er begrænset, men at de sikkert udgør en løsning på et stærkt forøget kommunikationsbehov, som der tales så meget om.



Apx. C. MODULATION

Indledning.

I telekommunikationssystemer sendes information fra afsendere til modtagere repræsenteret som elektromagnetiske bølger eller som elektriske signaler. Denne informationstransport foregår ved at indkode information i de afsendte signalbølger og atter afkode informationen fra de modtagne signalbølger. Denne indkodning/afkodning kaldes hhv. modulation og demodulation.

I princippet ser et telekommunikationssystem således ud :

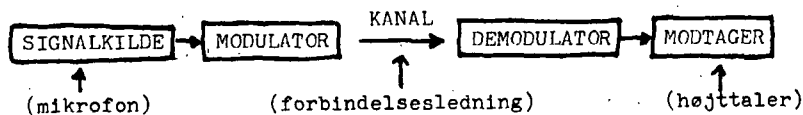


Fig. C.1 Principskitse for kommunikationssystem.

Informationen er som sagt repræsenteret signalbølger. Denne repræsentation foretages allerede ved signalkilden, f.eks. i telefonens mikrofon, hvor tale omsættes til elektriske signaler. Derefter indkodes information om disse i andre signalbølger ved den såkaldte modulationsproces. Denne modulationsproces foretages i det væsentlige af to grunde :

- 1) Tilpasning af signalerne til transmissionskanalen. De bølger som sendes over kanalen må af effektivitetshensyn tilpasses dennes evne til at overføre signalerne. Kanalen overføre signaler med en vis dæmpning, og denne dæmpning stiger med signalbølgernes frekvens, hvorfor signaler med lave frekvenser er at foretrække.
- 2) Det muliggør overførsel af flere signaler på samme transmissionskanal samtidig. Dette kaldes multiplexing. Herved er man eksempelvis i stand til at sende flere telefonforbindelser på samme ledning samtidig, hvorved systemets effektivitet og kapacitet øges. Signalkilden og modtageren kan således godt hver især bestå af flere enheder :

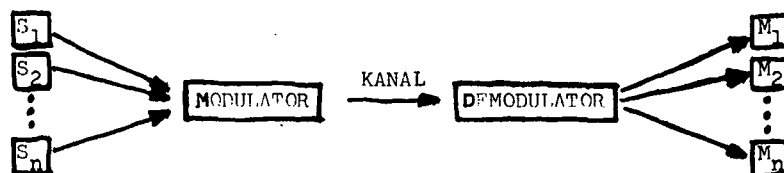


Fig. C.2

I det følgende præsenteres nogle af de mest anvendte modulationsprincipper. Først bærebølgeprincippet i.f.m. analoge, kontinuerte modulationsteknikker. Dernæst omtales aftastningsprincippet i.f.m. diskrete analoge modulationsteknikker. Til slut omtales digitaliseringsprincippet og omsætningerne analog/digital og digital/analog i.f.m. den meget anvendte PCM-teknik.

## I. MODULATIONSPRINCIPPER

### 1. Bærebølgeprincippet.

En elektrisk signalbølge kan beskrives som en spænding, der varierer m.h.t. tiden :

$$v(t) = A \sin(2 \pi f t + \phi)$$

Bølgen er fuldstændig beskrevet ved 3 parametre :

A : amplituden,

f : frekvensen, og

$$\theta = 2\pi f t + \phi : \text{fasen}$$

Alle tre størrelser kan benyttes til at indkode information i. Dette kan gøres ved at tage en veldefineret bølge med kendt amplitude, frekvens og fase, og så ændre (modulere) på een af størrelserne svarende til den information, som ønskes overført. Bølgen hvori informationen på denne måde indkodes kaldes en bærebølge.

I det følgende beskrives nogle kontinuerte modulationstyper, hvor den informationsbærende signalbølge (fra signalkilden) moduleres uafbrudt hele tiden. Disse typer er desuden analoge, idet informationen er repræsenteret på analog vis, f.ex. ved størrelsen af en af de tre bølgebeskrivende parametre.

#### 1.1. Amplitude Modulation.

Ved denne metode indkodes informationen som systematiske ændringer i bærebølgens amplitude. På fig. C.3. er vist de forskellige bølger.

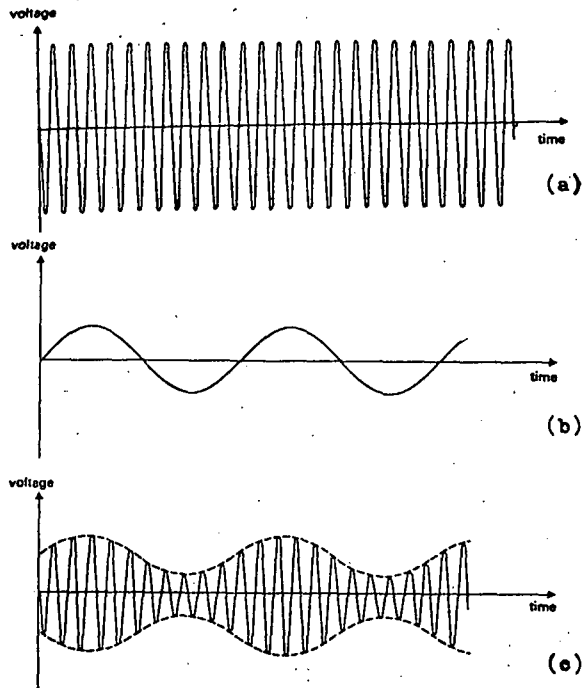


Fig. C.3 Amplitude modulation af sinus-signal.  
 (a): Bærebølgen, (b): signalbølgen og  
 (c): den amplitudemodulerede bærebølge.

Bærebølgen kan beskrives som :

$$v_{\text{bære}}(t) = A_{\text{bære}} \sin(2\pi f_{\text{bære}} t)$$

Tilsvarende kan signalbølgen skrives som :

$$v_{\text{signal}}(t) = A_{\text{signal}} \sin(2\pi f_{\text{signal}} t)$$

Amplitude-modulationen resulterer nu i at amplituden i bærebølgen,

$A_{\text{bære}}$ , ved moduleringen ændres til følgende :

$$A_{\text{mod.}} = A_{\text{bære}} + v_{\text{signal}}(t)$$

Det modulerede signal kan så skrives som :

$$\begin{aligned} v_{\text{mod.}}(t) &= (A_{\text{bære}} + v_{\text{signal}}(t)) \sin(2\pi f_{\text{bære}} t) \\ &= (A_{\text{bære}} + A_{\text{signal}} \sin(2\pi f_{\text{signal}} t)) \sin(2\pi f_{\text{bære}} t) \end{aligned}$$

Dette udtryk for det modulerede signal kan omskrives til :

$$\begin{aligned} v_{\text{mod.}}(t) &= A_{\text{bære}} \sin(2\pi f_{\text{bære}} t) + \\ &\quad \frac{1}{2} A_{\text{signal}} \sin(2\pi(f_{\text{bære}} - f_{\text{signal}})t + \frac{1}{2}\pi) + \\ &\quad \frac{1}{2} A_{\text{signal}} \sin(2\pi(f_{\text{bære}} + f_{\text{signal}})t - \frac{1}{2}\pi) \end{aligned}$$

Heraf ses, at det modulerede signal består af tre komponenter med

frekvenser på hhv.  $f_{\text{bære}}$ ,  $(f_{\text{bære}} + f_{\text{signal}})$  og  $(f_{\text{bære}} - f_{\text{signal}})$ .

Hvis signalbølgen ikke er en ren sinusbølge, men derimod fylder en

vis båndbredde (frekvensområde, signalet består af flere sinusbølger med hver sin frekvens), vil det modulerede signal ved denne modulationsmetode fylde en båndbredde, der kan udtrykkes som :

$$B_{\text{mod.}} = 2 f_{\text{max}}$$

hvor  $f_{\text{max}}$  er den maxiale frekvens i den modulerede signalbølge.

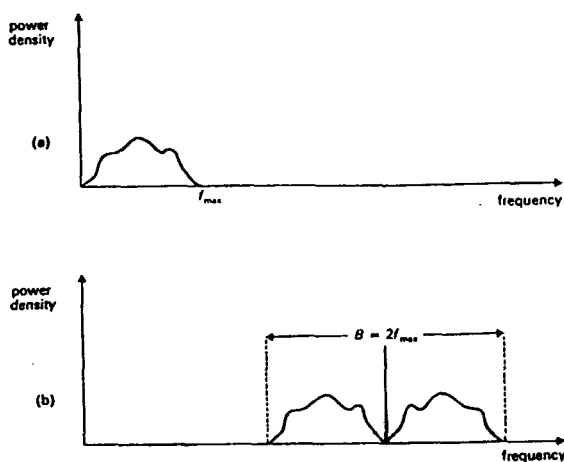


Fig. C.4.

### 1.2. Frekvens Modulation.

Ved denne metode indkodes informationen som systematiske ændringer i bærebølgens frekvens. På fig. C.5. ses dette illustreret, med signalbølgen øverst og den modulerede bølge nederst.

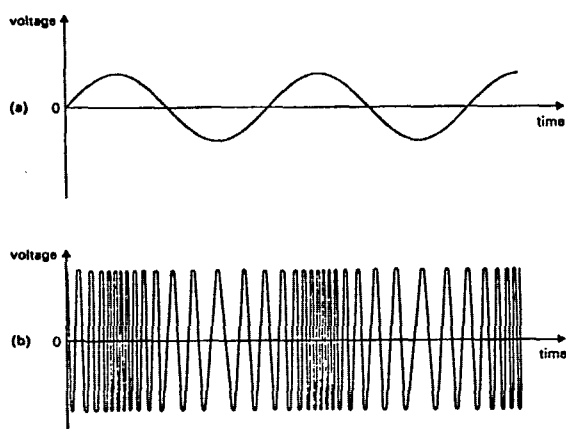


Fig. C.5 Frekvensmodulation af sinussignal.  
(a): Signalbølgen, og  
(b): den modulerede bærebølge.

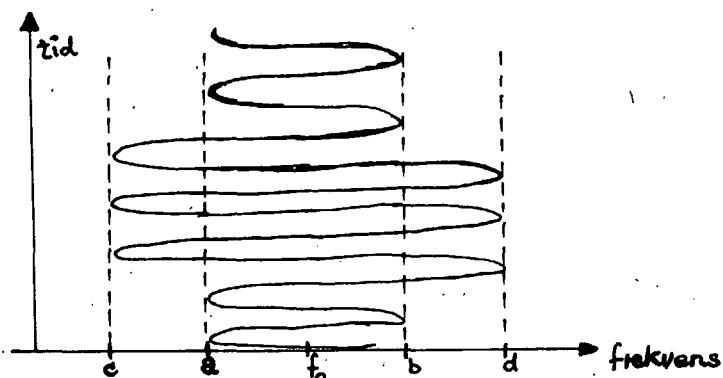


Fig. C.6

Princippet kan også illustreres på ovenstående figur,  $f_0$  angiver bæreølgenes frekvens. Denne frekvens ændres ved modulationen, således at signalølgenes høje frekvenser svarer til hurtige skift fra side til side omkring  $f_0$ . Signalølgenes lave frekvenser svarer så til langsomme skift omkring  $f_0$ . Signalølgenes amplitude angives ved størrelsen af udsvinget fra  $f_0$ . På skitsen svarer udsving til a og b altså til en mindre amplitude i signalølgen end udsving til c og d. Hvis bæreølgen igen udtrykkes som :

$$v_{b\ddot{a}r\ddot{e}}(t) = A_{b\ddot{a}r\ddot{e}} \sin(2\pi f_{b\ddot{a}r\ddot{e}} t)$$

og signalølgen som :

$$v_{s\ddot{i}g\ddot{n}\ddot{a}l}(t) = A_{s\ddot{i}g\ddot{n}\ddot{a}l} \sin(2\pi f_{s\ddot{i}g\ddot{n}\ddot{a}l} t)$$

vil modulationen resultere i ændring af bæreølgenes frekvens til :

$$f_{m\ddot{o}d.} = f_{b\ddot{a}r\ddot{e}} + \Delta f_{b\ddot{a}r\ddot{e}} \sin(2\pi f_{s\ddot{i}g\ddot{n}\ddot{a}l} t)$$

hvor  $\Delta f_{b\ddot{a}r\ddot{e}}$  er den maximale frekvensafvigelse, der kan forekomme. Det modulerede signal kan således skrives som :

$$v_{m\ddot{o}d.}(t) = A_{b\ddot{a}r\ddot{e}} \sin[2\pi(f_{b\ddot{a}r\ddot{e}} + \Delta f_{b\ddot{a}r\ddot{e}} \sin(2\pi f_{s\ddot{i}g\ddot{n}\ddot{a}l} t))t]$$

Det modulerede signal kommer i princippet til at bestå af uendelig mange komponenter, placeret symmetrisk omkring  $f_{b\ddot{a}r\ddot{e}}$  på en frekvensakse, med faste intervaller af størrelsen  $f_{s\ddot{i}g\ddot{n}\ddot{a}l}$ . Komponenterne vil altså ligge på frekvenserne  $f_{b\ddot{a}r\ddot{e}} \pm f_{s\ddot{i}g\ddot{n}\ddot{a}l}$ ,  $f_{b\ddot{a}r\ddot{e}} \pm 2f_{s\ddot{i}g\ddot{n}\ddot{a}l}$ ,  $f_{b\ddot{a}r\ddot{e}} \pm 3f_{s\ddot{i}g\ddot{n}\ddot{a}l}$ , ...

Hvis signalølgen fylder en vis båndbredde, vil det i princippet sige, at hvis alle signalølgenes komponenter skal overføres, så vil det modulerede signal fylde et uendeligt stort frekvensområde eller båndbredde. I praksis må man derfor vælge, hvor stort et frekvensområde af sin signalølge, man vil have overført. Derudfra kan man så angive det modulerede signals båndbredde, ved følgende tommelfingerregel :

$$B_{m\ddot{o}d.} = 2(f_{m\ddot{a}x} + \Delta f_{m\ddot{a}x}), \quad \text{hvor } f_{m\ddot{a}x} \text{ angiver den}$$

højeste frekvens i signalbølgen, som ønskes overført, og hvor  $\Delta f_{\max}$  angiver den maximale frekvensafvigelse fra  $f_0$  (og dermed signalbølgens maximale amplitude).

### 1.3. Fase Modulation.

Ved denne metode indkodes informationen som systematiske ændringer i bærebølgens fase, og den svarer ret nøje til frekvens modulation. Det fasemodulerede signal består derfor ligesom frekvensmodulerede signaler af principielt uendelig mange komponenter, og man må så i praksis skære af som ved f.m. Ligeledes vil en signalbølge af en vis båndbredde analogt til f.m.-signaler blive bredt ud på et større båndbredde. Metoden er især velegnet til overførsel af binære signaler.

### 2. Diskrete modulationstyper.

Diskrete modulationstyper modulerer ikke signalbølgen uafbrudt hele tiden, men som navnet siger med visse tidsskridt. Ved disse metoder måles (aftastes eller samples) signalbølgen med faste tidsintervaller, og disse måleværdier indkodes så i en bærebølge.

Hvad der aftastes er principielt lige meget, men oftest vælges signalbølgens amplitude. På fig. C.7. ses et signal og de aftastede måleværdier er antydnet ved lodrette linier.

Det er vigtigt at vide, hvor hyppigt disse aftastninger skal foretages for at informationsbølgen kan gendannes hos modtageren. Herom udtaler det såkaldte samplingsteorem sig :

$$B_{\text{mod.}} = 2B_{\text{signal}}$$

Hvis man har en signalbølge, der "fylder" en båndbredde på  $B_{\text{signal}}$  Hz, så skal dette altså aftastes mindst  $2B_{\text{signal}}$  gange i sekundet for at kunne gendannes. På fig. C.8. er skematisk vist tre forskellige metoder.

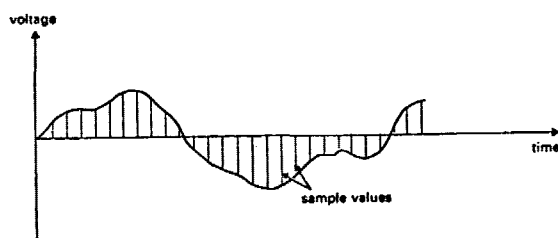


Fig. C.7

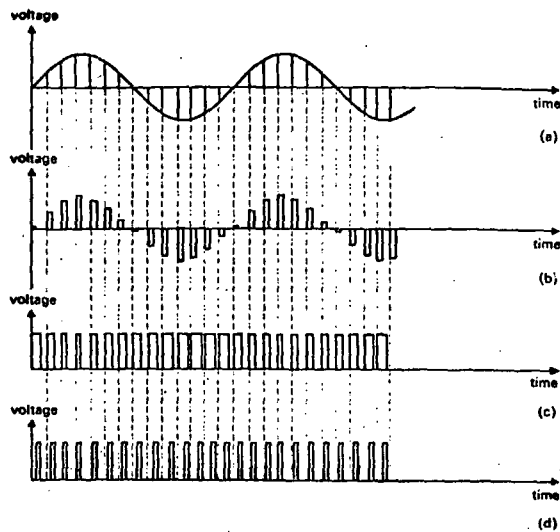


Fig. C.8

Øverst ses signalbølgen, derunder ses informationen indkodet som pulser der analogt repræsenterer amplituden ved pulsens størrelse. Nedenunder igen ses samme information indkodet som pulser, der analogt repræsenterer amplituden ved pulsens bredde. Nederst ses den samme information indkodet ved pulsens position i det tidsinterval, hvori pulsen skal komme.

### 3. Digitale modulationstyper.

En tredje modulationstype er digital modulation, hvor der i princippet foretages en omsætning af signalbølgen fra analog til digital repræsentation. I det følgende skitseres analog såvel som den modsatte omsætning, idet begge omsætninger er nødvendige for at anvende denne modulationstype i.f.m. transmission af analoge signaler.

#### 3.1. Omsætning fra analog til digital representation.

Ved denne omsætning foretages der foruden de diskrete aftastninger af signalbølgen en kvantisering af de aftastede værdier. Kvantiseringen foregår ved at de aftastede måleværdier inddeles i niveauer (eller intervaller). En aftastet måleværdi angives så som en binær værdi, svarende til de pågældende intervaller. Da det imidlertid kun er muligt at repræsentere et endeligt antal niveauer med et endeligt antal binære cifre, så får måleværdier mellem to niveauer tildelt samme binære repræsentation. Herved opstår der en kvantiseringsfejl, idet måleværdier

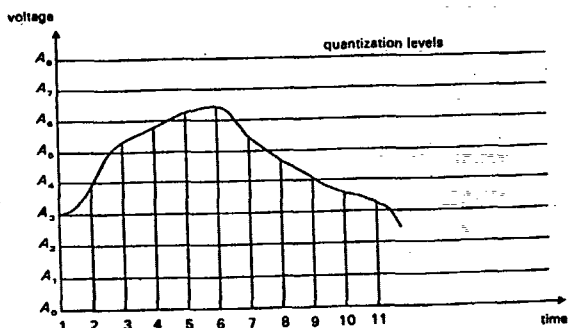


Fig. C.9 Aftastning og kvantisering af signalbølge. Aftastningen er antydnet ved de lodrette linier, mens kvantiseringen antydes ved de vandrette linier.

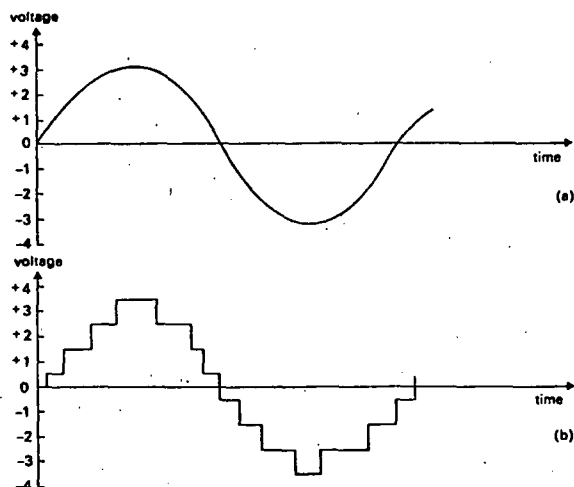
Indenfor samme interval alle vil gendannes hos modtageren som beliggende midt i intervallet. Kvantiseringsfejlen er igen årsag til en såkaldt kvantiseringsstøj, idet usikkerheden i.f.m. gendannelsen af signalet kan opfattes som støj på signalet.

### 3.2. Omsætning fra digital til analog repræsentation.

Ønskes en omsætning af et signal fra digital til analog repræsentation, foretages følgende to trin.

Efter tur fortolkes de modtagne digitale signaler og herudfra genereres en analog spænding. Denne spænding vil have form som en trappekurve, idet spændingen vil variere fra niveau til niveau, svarende til værdierne af de fortolkede digitale signaler (fig. c.10 (b)). Ved en frekvensanalyse af et sådant trappesignal kan det imidlertid ses, at kanterne i trappesignalet svarer til signalkomponenter af uendelig høje frekvenser. Derfor sendes trappekurven, der kun tilnærmelsesvis svarer til den oprindelige analoge signalkurve, gennem et såkaldt lavpasfilter. Et lavpasfilter lader frekvenser op til et vist niveau, den såkaldte grænsefrekvens, passere uhindret, mens frekvenser derover ikke får lov at passere. Da det oprindelige analoge signal blev omsat til digital repræsentation skulle det ifølge samplingsteoremet aftastes med en hyppighed på  $2f_{\max}$  gange i sekundet, hvor  $f_{\max}$  var den maximale frekvens i det analoge signal, som derved kunne overføres. Derfor vælges lavpasfilterets grænsefrekvens til  $f_{\max}$ , således at alle højere frekvenser bortskæres. Derved fjernes trappekurvens kanter og den del af det oprindelige signal, som det var muligt at overføre, er så gendannet.





**Fig. C.10** (a): Analog signalbølge før omsætning til digital repræsentation, og (b): den genererede trappekurve ved tolkning af signalbølgens digitale repræsentation.

### 3.3. Puls Code Modulation (PCM).

Ved denne digitale modulationsmetode aftastes og kvantiseres signalbølgen, men derudover foretages der en kodning af de binære talværdier, der direkte repræsenterer signalbølgen. Denne kodning foretages for at sikre en god overførsel af signalerne over kanalen. Den direkte "oversatte" binære repræsentation er ikke velegnet til at sende over kanalen. Man koder derfor dette direkte binære signal, dvs. opløser det binære signal (f. eks. +) til to symboler (f.eks ++), for at opnå følgende :

- minimalisering af informationstab,
- mulighed for at påvise transmissionsfejl.

Puls Code Modulation er betegnelsen for en modulationsteknik, der følger dette princip. Det kodede signal transmitteres over kanalen som f.m. -, a.m. -, eller fase modulede signaler, og er i den forstand analoge, men p.g.a. at signalerne så at sige er "født" digitale betegnes denne modulationstype som digital.

## II. MULTIPLEXING.

Multiplexing er betegnelsen for flere teknikker til samtidig overførsel af flere signaler på samme forbindelse. Det anvendes for at øge kapaciteten og effektiviteten af transmissionssystemerne og anvendes indtil videre udelukkende i telenettets fjernnet. På denne måde kan antallet af kabelnedgravninger minimaliseres, hvorved en væsentlig omkostningsfaktor reduceres.

### 1. Frekvens Delt Multiplex. (FDM).

På de mest trafikerede "veje" i fjernnettet anvendes frekvensdelt multipleks, da denne teknik blev udviklet først og da de mest trafikerede netstrækninger først tog multipleksteknik i anvendelse. Denne multipleks-teknik går i princippet ud på at de enkelte signaler får tildelt hver sit frekvensområde, således at man kan "filtrere" de enkelte områder ud og genskabe den enkelte forbindelse. Det svarer til, at man sendte det enkelte signal på hver sin forbindelse. Derfor stiller anvendelse af FDM krav om større båndbredde til overføringskablet. FDM foregår principielt ved at de enkelte signaler moduleres med hver sin bærebølge. Bærebølgerne har forskellige frekvenser, således at de modulerede signaler kommer til at ligge ved siden af hinanden på en frekvensakse (og ikke oven i hinanden, hvor de ikke kan skelnes fra hinanden). Processen kan gentages i flere trin, således at f.eks. 12 signaler først multiplexes ud på en frekvensakse side om side. Derefter multiplexes hele denne 12-gruppe sammen med andre 12-grupper ud på en endnu bredere frekvensakse. Fra at have f.eks. 60 telefonsamtaler, hver i frekvensområdet 0-4 kHz, fås først 4 grupper med hver 12 telefonsamtaler, og hver gruppe fylder så fra 60 kHz til 108 kHz. Dernæst fås en gruppe med alle 60 samtaler. Denne fylder så fra 312 kHz til 552 kHz. Grupper af disse kan så yderligere multiplexes sammen. Det er vist skematisk på fig. C.11.

### 2. Tids Delt Multiplex (TDM).

På mindre trafikerede "veje" i fjernnettet benyttes også FDM-teknik, men efterhånden anvendes i stigende grad også tidsdelt multipleks fremfor FDM.

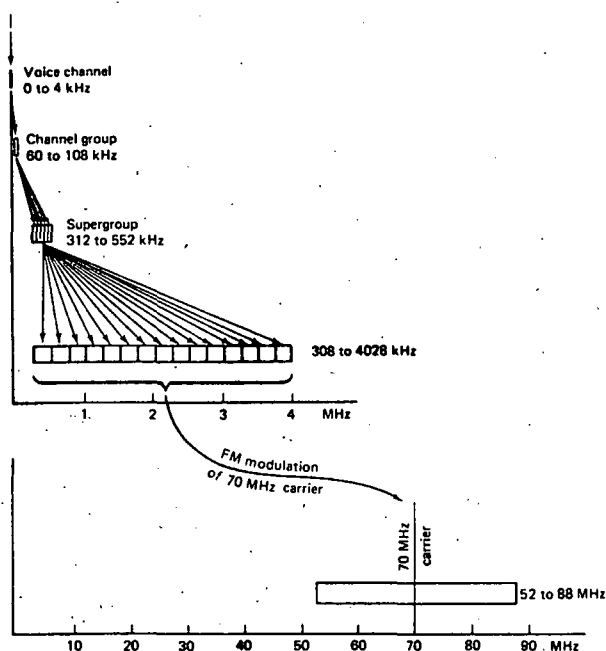


Fig. C.11 Principkitse for FDM multiplex af telefonkanaler.

TDM går i princippet ud på at dele de enkelte signaler op i små "bidder", som så sendes efter "bidder" fra andre signaler. Delingen foregår i tid fremfor i frekvens. Opdelingen i "bidder" udføres i en fast cyklus samtidig med at sender og modtager arbejder synkroniseret i forhold til hinanden, således at de enkelte "bidder" kan samles rigtigt igen hos modtageren. Opdelingen i "bidder" opnås ved at sample, dvs. f.eks. at aftaste eller måle et signals amplitude med faste tidsskridt. Samplingsteoremet sagde jo, at det ved hyppige aftastninger var muligt at gendanne det oprindelige signal.

Da mange tidsdelte forbindelser på samme kabel nødvendigvis må betyde en tilsvarende højere informationshastighed, og da en højere informationshastighed svarer til større frekvensområde, betyder anvendelse af TDM også et krav om større båndbredde til overføringskablet. På fig. C.12. er skematisk vist TDM af tre forbindelser. Tallene over transmissionslinien angiver hvilken forbindelse den pågældende information tilhører.

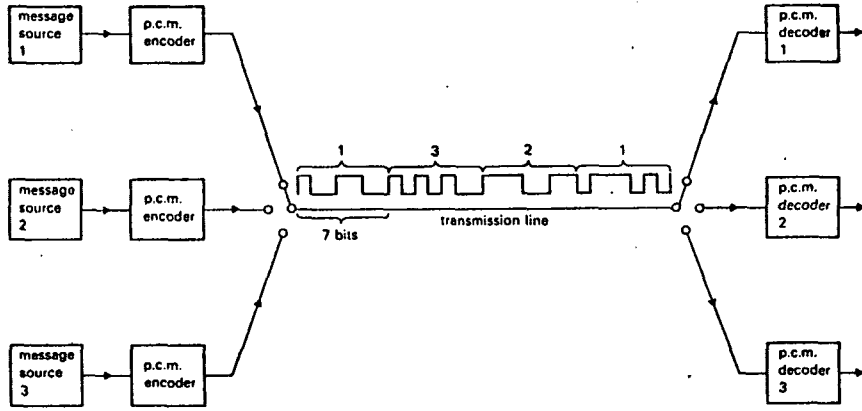


Fig. C.12 Principskitse for TDM multiplex af signaler.

## ORDLISTE.

### Abbonent-net

Den del af telefon-nettet, der forbinder de enkelte abonnenter med den central, som kan sætte abonnerterne i forbindelse med hinanden. Abbonent-nettet er opbygget af kabler med en nuværende overførselskapacitet på 2400 bit/s

### Bit

Forkortelse af det engelske binary digit, som betyder totals-system. En bit er betegnelse for en informations-enhed med to svamuligheder, f.eks ja/nej eller spænding/ikke spænding. Dette er den mindst tænkelige enhed for information.

### Bredbåndsnet

Betegnelsen bredbåndsnet bruges for et kabelnet, der kan transmittere video-signaler (levende billeder). Hermed forstås et kabelnet med en stor kapacitet, modsat et telefonkabelnet, som tilsvarende kan kaldes et smalbåndsnet. Et farve-TV-billede kræver en overførselskapacitet på 92 millioner bit/s, mens en telefonsamtale kun kræver 2400 bit/s.

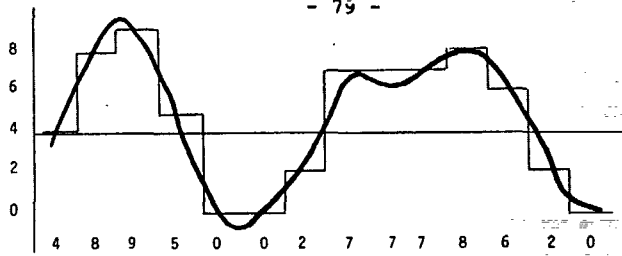
### Central (telefoncentral)

Når dette begreb bruges i rapporten, betyder det oftest telefoncentral af en eller anden type. Der skelnes imellem interurbancentraler (I), der ekspedierer trafik mellem landets 9 hovedområder og udlandet, hovedcentraler (H) og undercentraler (U). Disse er ideelt koblet i et hierakisk system.

Når vi taler om centraler i forhold til forbruger-synspunkter, mener vi den centralttype, som forbrugeren bliver koblet til i virkeligheden. Dette kan være en af de førstnævnte, selvom det logisk set burde være til en undercentral. Dette skyldes den pragmatiske måde som man i virkeligheden løser de enkelte problemer på i telefonnettet. Dette er ikke nogen logisk struktur, men et heterogent opbygget fysisk net.

### Digital og analog trafik

På figuren ses en firkantet kurve, der er tegnet, så den bedst muligt følger den afrundede kurve. Det kan eftervises, at en sådan kurve kan indeholde tilstrækkelige oplysninger om, hvordan den runde kurve ser ud, og den har tillige den fordel, at den kun indeholder et begrænset antal kendte trinshøjder (her 10). Disse trinshøjder kan tillægges en talværdi - som vist forneden på figuren - og transmissionen kan så finde sted ved at overføre disse numre. Dette kaldes digital (cifrer-) transmission. Den afrundede Kurve i figuren repræsenterer det elektriske signal, der sendes over eksempelvis en telefonledning. Gennem denne transmissionsform er det elektriske signal analogt med den oprindelige informationskilde. Dette benævnes derfor analog transmission. (se figur næste side)



### Elektriske signaler

Dette er essensen i analog og (til dels) digital trafik i kabler. Ved at forandre spændingen kontinuert fås elektriske signaler, der svarer til den information, der ønskes overført. Ved at aflæse spændingsforandringer med en bestemt frekvens, fås et diskontinuert spændingsforløb. Dette spændingsbillede kan dog omdannes igen, således at der ikke tabes information. Ved at aflæse spændingsforandringer kontinuert fås et analogt spændingsforløb.

### Elektromagnetiske bølger

Er resultatet af forstyrrelser af den elektriske og magnetiske tilstand i et lokalt område (vacuum eller materiale). Forstyrrelsen spredes og registreres som forandringer i de elektriske og magnetiske felter. Disse forandringer siges at være forårsaget af elektromagnetiske bølger.

### ETB

Er en ord-forkortelse af elektronisk tekst-behandling. Tekst-behandlingen betyder en rationalisering af rette og redigeringsarbejdet på kontorer og redaktioner. Endvidere kan det medføre en standardisering af den daglige post-type, hvilket igen er en rationaliseringsfaktor.

### Fast (telefon-) forbindelse

Hermød forstås etablering af en "stående" telefonforbindelse mellem kunder, der ønsker en speciel service. Det kan f.eks. være en tjeneste, der kræver særlig stor overførsels-kapacitet. En sådan fast forbindelse kan oprettes som et lejemål og enhver har adgang hertil.

### Fjern-net

Den del af telefon-nettet, som forbinder de enkelte televirksomheders områder og Dk med udlandet. Det er forbindelser mellem de forskellige hovedområder i landet med en stor kapacitet. Nettet indbefatter sø-kabler og satelliter. P & T administrerer dette net.

### Frekvens-multipleksing

Proces til transmission af to eller flere signaler over samme kanal (f.eks. et kabel). Hvert signal overføres på sit eget frekvensbånd, således at signalerne kan adskilles hos modtageren (se app. C).

### Intelsat

Er en ord-forkortelse af International telecommunication satellite consortium. Her træffes aftaler om en global kommunikations-service. Intelsat har 87 medlemslande. Disse lande har tilsammen 65 jordstationer med 80 antenner og et satellit-program. I øjeblikket er man igang med Intelsat IV-serien, hvor hver satellit har kapacitet til 5-6000 tovejs telefonsamtaler og 12 farve-TV-kanaler.

### I.T.U.

Er en forkortelse af International Telecommunications Union, som står under F.N. I.T.U. har fastslået at frekvens-spektrret og den geostationære bane er begrænsede natur-resourcer.

### Koaxial-kabel

Er et kabel med to ledere. Den ene er en cylinder, den anden er centralt placeret indeni førstnævnte. De to ledere er indbyrdes isolerede. Af specielle egenskaber bør fremhæves, at der er mindre forstyrrelser imellem de to ledere end imellem to parallelt løbende kabler. Dette skyldes især, at cylindrens elektriske felt er nul i det rum, hvor den anden leder er placeret. (se app. B)

### Koncentrator

Et omskifter-udstyr, som muliggør fælles transmission af flere signaler over kabler.

### Lysleder

Kaldes også for optiske fibre eller optiske ledere. Det er et glasfiber-kabel, hvor lys-impulser overfører information i stedet for elektriske impulser. Kabler af denne type har mindre tab pr. strækningenshed. Endvidere kan disse kabler fremstilles meget billigt ved en teknologi, der ligner halvlederfremstillingen.

### Massekommunikation

Herved forstås det, at én eller få sendere har mange modtagere, og at modtageren ikke kan sende. Det kaldes også envejskommunikation.

### Mediekommisionen

Et ministerielt nedsat udvalg, der skal afgive betænkning om landet kommende medie- og kommunikationspolitik. Udvalgsarbejdet startede den 3. november 1980 og ventes afsluttet om 2 år.

### Mediepolitik

Politik, der omhandler anvendelsen (eller regler for indholdet) af vore massekommunikations-systemer. Trykte såvel som elektroniske.

### Modem

Forkortelse af udtrykkene modulation og demodulation. Betegner udstyr, der omformer (modulerer) digitale signaler, så de kan sendes over et alm. telefonnet, hvorefter udstyret gendanner (demodulerer) det oprindelige signal. (se modulation)

#### Modulation

En proces, ved hvilken de essentielle træk ved en signalbølge bliver udtrykt ved karakteristiske ændringer i en anden bølge, en bærebølge. Ændringerne kan foretages i én af bærebølgens parametre: amplitude, frekvens eller fase. Der findes dog andre teknikker. (se app. C)

#### Multipleksing

En proces hvorved flere signaler samles og overføres på samme kanal. Hver kanal tildeles en bestemt plads i transmissions-systemet. (se tids-multipleksing)

#### Net-struktur

Vi skelner imellem fysiske net og trafiknet. Når vi taler om nettenes struktur, taler vi om de fysiske nets strukturer.

Telefonnettets struktur er stjerneformet, fordi det skal være muligt for den enkelte abonnent at komme i forbindelse med hvem som helst, og omvendt.

TV-rundsprednings-nettet har træstruktur, idet der her er tale om at sprede de samme få programmer den ene vej.

#### Parsnoet kabel

Kabler, der er snoet omkring hinanden for at mindske udefra kommende forstyrrelser. Bruges i abonnent-nettet.

#### Puls kode modulation (PCM)

En bestemt modulations-teknik, hvor signalbølgen måles med faste intervaller, hvorefter størrelsen af signalet angives som et binært tal. Denne digitale repræsentation overføres derefter til modtageren, der så omsætter det modtagne signal til den oprindelige signalbølge.

#### Radiokade

En række master eller tårne, der er forsynet med udstyr, beregnet til overførsel af et stort antal telefonforbindelser samtidigt. Udstyret består af modtagere, forstærkere og sendere.

#### Telefoncentral

(se central)

#### Telematik

En sammentrækning af ordene tele- og datamatik. Fællesbetegnelse for fjernkontrol-tjenester over det offentlige telefon-net. Af eksempler på fjernkontrol-tjenester kan nævnes brandalarm-tjenesten, forskellige former for aflæsning af instrumenter såvel i erhvervsvirksomheder som i privatboliger. Sådanne tjenester er for øjeblikket kun tilgængelige ganske få steder i verden.



Telenet

Det samlede fysiske net, hvoraf 95% udgøres af telefon-nettet.

Teletjeneste

Betegnelse for enhver tjeneste, som benytter telenettet på en eller anden måde.

Terminal-udstyr

Et udtryk for alle former for apparatur, som kan kobles til enderne af kommunikationsledningerne.

Tids-multipleksing

Proces til transmission af to eller flere signaler over en fælles kanal. Hver enkelt signal deles op i "bidder", som sendes i tids-intervaller efter hinanden, og i en fast cyklus. Herved kan modtageren gendanne de enkelte signaler ved at stykke de forskellige "bidder" sammen. (se app. C)

Trafik-net

Et udtryk for den del af det fysiske telenet, som tages i anvendelse ved en bestemt tjeneste. En bestemt tjeneste kan befordres over net, der ikke oprindeligt var tiltænkt denne funktion. Eksempelvis benyttes dele af telefonnettet til de fleste typer tjenester.

Transducer

Engelsk udtryk for udstyr, der omdanner fra en signalform til en anden. Mikrofonen er en transducer der omdanner lyd til elektriske signaler.

LITTERATURLISTE.

BØGER:

- Bahro, R. (1979) : Alternativet.
- \* Bennike, S. og Fibiger, B. eds. (1979) : Fremtidens elektroniske massemedier.
- Bones, R.A. (1970) : Dictionary of telecommunications.
- Betænkning nr. 884 Teleundersøgelsen (1979 dec.).
- \* Blomqvist, H. m.fl. (1973) : Telekommunikation bind 1-5.
- Braun, E. og MacDonald, S. (1979) : Elektronik revolutionen.
- Bacher, C. m.fl. : Relationer imellem videnskab, teknologi og samfund, set i lyset af den tidlige udvikling af kommunikationsteknologien RUC-rapport (NAT) 1977.
- \* Betænkning fra teknologirådet (1980, juni) : Teknologivurdering i Danmark.
- Brandt, P.A. (1980) : Den talende krop.
- Brophy, J.J. (1977) : Basic electronics for Scientists.
- Christensen, J.F. (1980) : Erhvervsstruktur, teknologi og levevilkår, del 1, Arbejdsnotat nr. 12, Lavindkomstkommisionen.
- DanMedia (1980) : Elementer til en kommunikationspolitik - et diskussionsoplæg.
- Edquist, C. (1977) : Teknik, samhälle och energi.
- Gailbraith, J.K. (1979) : Det rige samfund.
- Gorz, A. : Økologi og frihed (1979).
- Hammerich, P. og Schmidt, E. (eds) (1975) : Kabel-TV.
- \* Højter, A. og Giersing, M. (eds. 1979) : Fremtidens TV.
- \* Jensen, N.J., Jørgensen, H. og Østergaard, B.S. (1980) : Teletekstsystemer, set i en samfundsmæssig belysning.
- Lov om radio- og fjernsynsvirksomhed (1973): Lov nr. 421 af 15 juni.
- Martin, J. (1977) : The Wired Society.
- \* " (1978) : Communication Satellite Systems.
- " (1978) : Development in telecommunication.
- Meyer, N.I., Petersen, K.H. og Sørensen, V. (1978) : Oprør fra midten.
- \* Møller, K. (1980) : Teknologivurdering, problemer og perspektiver, Specialerapport fra Kbh Universitet.
- \* Open University (1976) : Telecommunication systems.
- Singer, H (1977) : Technology for basic needs.
- Schein, H. (1972) : Inför en ny mediepolitik.
- Schumacher, E.F. (1975) : Vækst eller velfærd.
- \* Vedin, B.-A. (1978) : New Media Survey.
- Udvalget vedrørende lokal-radio og fjernsynsvirksomhed (1977) : Rapport om forsøgsperioden 1973-1977.

Tidskrifts-artikler.

- Arndt, G., Lang, M. og Unterberger (1979) : Modern communication Services.  
Phys. Technol. vol. 10, pp. 162-170.
- \* Bertram, A. (1975) : Aktuelle og kommende problemer omkring digital-  
teknikkens indførelse i telenettet. Teleteknik nr.1.
- Bødtker, E. (1980) : Liniekodning i optiske PCM systemer, Teleteknik nr. 1-2.
- Boyle, W.S. (1980) : Ikke bare telefonen, kontrast 2-3.
- \* Buchbann, J.S. (1976) : Lichtwave communication -an overview.  
Physics Today, May, pp. 23-25.
- \* Chynoweth, A.G. (1976) : The fiber light guide, Physics Today, May, pp.28-37.  
Elektronik Nyt nr. 10 maj 1980
- \* Giese, O.H. (1977) : Introduktion til mødetemaet: Digitalteknik  
Teleteknik nr. 4, pp 212-218
- Goldhaber, M. (1979) : Politics and technology, Socialist Review nr. pp 9-32
- Hansen, J. (1979) : Notat om telenettets opbygning. L.T.P. Telestyrelsen.
- Hansen, P.A. og G.Serin (1979) : Teknik og samfundsmæssig reproduktion.  
Nordisk Forum nr. 23, pp 21-41
- Holmblad, N.E. (1974) : Telekommunikation i Danmark. Teleteknik nr.1 pp
- \* Kawahata, M. (1977) : Hi-OVIS developmental projekt  
Fra: Two ways cable television (konference) Munich april 1977  
pp 135-42. Springer Verlag.
- Kjær, T. (1980) : Om stat og statsfunktioner og de almene materielle pro-  
duktionsbetingelser. Uddrag fra Tek-Sam Grundkursus bind II.
- \* Mengel, F. (1979) : Optiske fibre til lange bølgelængder. Elektronik nr. 9  
pp 12-14
- \* Nielsen, P.T. og B.S. Petersen (1979) : Optisk kommunikation.  
Elektronik nr. 9, pp 4-10
- Niese-Pedersen, H. (1978) : Tanker omkring "Et villa-anlæg".  
Teleteknik nr. 4, pp 188-89
- Nielsen, P. (1976) : Wired City - et fremtidsperspektiv eller utopi?  
Teleteknik nr. , pp 106-114
- Pedersen, G. (1975) : Hvad forventer samfundet af televirksomheden i frem-  
tiden ? Teleteknik nr. 1, pp 5-18
- Teletekst-studiegruppen (TSG) (1979) : Rapport fra seminar om teletekst-  
systemer.
- \* Waldorff, A. (1977) : Digital transmission - metoder og udstyr.  
Teleteknik nr. 4, pp 218-229
- \* Vestergård, K. (1978) : Integration af telefon-abonment-anlæg og kabel-TV-  
anlæg. Teleteknik nr. 2-3, pp 141-44

- \* Worsøe, H. (1977) : Digital switching - metoder og udstyr  
Teleteknik nr. 4, pp 230-34
- \* Vollmer, N. (1977) : En introduktion til optiske fibre.  
Teleteknik nr. 1, pp 11-16

De med \*mærkede litteraturhenvisninger har vi anvendt direkte i rapporten. De øvrige henvisninger indgår som baggrundslitteratur.

Avisartikler m.m.

- Green, R. (1980) : Post-office gives viewdata a wrong number.  
New Scientist 30 oct. pp 300-303
- General-Direktoratet for P&T (1975) : Råd og vink om antenne-anlæg for modtagning af radiofoni og fjernsyn.
- Hansen, P. (1978) : Perspektiver i masse- og fjernkommunikation.  
Leder i: Elektronik nr. 12
- J.T.A.S.'s årsrapport (1979)
- Petersen, N. (1979) : Nordsat, orienterings- og debathæfte om nordisk radio- og TV- via satellit.
- Rasmussen, U. og N. Busch (1980) : Teknologivurdering. Naturkampen nr. 18  
pp 8-11
- Stauning, I. (1980) : Mikro'erne er overalt. Naturkampen.
- Stewart, J. og Markoff, J. (1979) : Mikroprocessorer I-V.  
Artikelserie i Information: 30/3, 6., 20., og 27/4, 4. og 18/5
- Tema om lokal medier (1980) : SLF nyt, juni. pp 3-6  
(medlemsblad for socialistisk lytter- og fjernseerforbund)
- Tema-tillæg om telematik (1980) : EF-avisen nr. 13
- Tema-tillæg: Om EDB og kommunen. (1980) Danske kommuner nr. 22
- Tema-tillæg: Om kommunikation. (1979) Ingeniøren nr. 13

- 
- 1/78 "TANKER OM EN PRAKSIS" - et matematikprojekt  
Anne Jensen, Marianne Kesselhahn, Lena Lindenskov og Nicolai Lomholt.  
Vejleder: Anders Madsen.
- 2/78 "OPTIMERING" - Menneskets forøgede beherskelsesmuligheder af natur og samfund.  
Projektrapport af Tom J. Andersen, Tommy R. Andersen, Gert Kreinøe og  
Peter H. Lassen. Vejleder: Bernhelm Booss
- 3/78 "Opgavesamling", breddekursus i fysik.  
Lasse Rasmussen, Aage Bonde Kræmmer, Jens Højgaard Jensen.
- 4/78 "Tre essays" - om matematikundervisning, matematiklæreruddannelsen og  
videnskabsrindalismen.  
Mogens Niss.
- 5/78 "BIBLIOGRAFISK VEJLEDNING til studiet af DEN MODERNE FYSIKS HISTORIE"  
Helge Kragh.
- 6/78 "Nogle artikler og debatindlæg om - læreruddannelse og undervisning i fysik,  
og - de naturvidenskabelige fags situation efter studenteroprøret"  
Karin Beyer, Jens Højgaard Jensen, Bent C. Jørgensen.
- 7/78 "Matematikens forhold til samfundøkonomien"  
B.V. Gnedenko.
- 8/78 "DYNAMIK OG DIAGRAMMER". Introduktion til energy-bond-graph formalismen.  
Peder Voetmann Christiansen.
- 9/78 "OM PRAKSIS' INDFLYDELSE PÅ MATEMATIKKENS UDVIKLING"  
Motiver til Kepler's: "Nova Stereometria Doliorum Vinariorum"  
Projektrapport af Lasse Rasmussen.  
Vejleder: Anders Madsen.
- 
- 10/79 "TERMODYNAMIK I GYMNASIET"  
Projektrapport af Jan Christensen og Jeanne Mortensen  
Vejledere: Karin Beyer og Peder Voetmann Christiansen.
- 11/79 "STATISTISKE MATERIALER"  
red. Jørgen Larsen.
- 12/79 "Lineære differentiallyigninger og differentiallyigningssystemer"  
Mogens Brun Heefelt.
- 13/79 "CAVENDISH'S FORSØG I GYMNASIET". Projektrapport af Gert Kreinøe.  
Vejleder: Albert Chr. Paulsen.
- 14/79 "Books about Mathematics: History, Philosophy, Education, Models, System  
Theory, and Works of Reference etc.: A Bibliography".  
Else Høyrup.
- 15/79 "STRUKTUREL STABILITET OG KATASTROFER i systemer i og udenfor  
termodynamisk ligevægt". Specialeopgave af Leif S. Striegler.  
Vejleder: Peder Voetmann Christiansen.

- 16/79 "STATISTIK I KRÆFTFORSKNINGEN". Projekt rapport af Michael Olsen og Jørn Jensen.  
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 17/79 "AT SPØRGE OG AT SVARE i fysikundervisningen"  
Albert Christian Paulsen.
- 18/79 "MATHEMATICS AND THE REAL WORLD", Proceedings of an International Workshop, Roskilde  
university centre (Denmark), 1978. Preprint.  
Bernhelm Booss & Mogens Niss (eds.).
- 19/79 "GEOMETRI, SKOLE OG VIRKELIGHED".  
Projekt rapport af Tom J. Andersen, Tommy R. Andersen og Per H.H. Larsen.  
Vejleder: Mogens Niss.
- 20/79 "STATISTISKE MODELLER TIL BESTEMMELSE AF SIKRE DOSER FOR CARCINOGENE STOFFER".  
Projekt rapport af Michael Olsen og Jørn Jensen.  
Vejleder: Jørgen Larsen.
- 21/79 "KONTROL I GYMNASIET - FORMÅL OG KONSEKVENSER".  
Projekt rapport af Crilles Bacher, Per S. Jensen, Preben Jensen og Torben Nysteen.
- 22/79 "SEMIOTIK OG SYSTEMEGENSKABER (1)". 1-port lineært response og støj i fysikken.  
Peder Voetmann Christiansen.
- 23/79 "ON THE HISTORY OF EARLY WAVE MECHANICS -- with special emphasis on the rôle of  
relativity".  
Helge Kragh.
- 
- 24a/80 "MATEMATIKOPFATTELSER HOS 2.G'ERE" 1. En analyse.
- 24b/80 "MATEMATIKOPFATTELSE HOS 2.G'ERE" 2. Interviewmateriale.  
Projekt rapport af Jan Christensen og Knud Lindhardt Rasmussen.  
Vejleder: Mogens Niss.
- 25/80 "EKSAMENSOPGAVER" Dybdemodulet/fysik 1974-79.
- 26/80 "OM MATEMATISKE MODELLER". En projekt rapport og to artikler.  
Jens Højgaard Jensen m.fl.
- 27/80 "METHODOLOGY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE IN PAUL DIRAC'S PHYSICS"  
Helge Kragh.
- 28/80 "DIELEKTRISK RELAXATION - et forslag til en ny model bygget på væskernes visco-  
elastiske egenskaber".  
Projekt rapport, speciale i fysik, af Gert Kreinøe.  
Vejleder: Niels Boye Olsen.
- 29/80 "ODIN - undervisningsmateriale til et kursus i differentiailligningsmodeller"  
Projekt rapport af Tommy R. Andersen, Per H.H.Larsen og Peter H. Lassen.  
Vejleder: Mogens Brun Heefelt.
- 30/80 "FUSIONSENERGIEN - - - ATOMSAMFUNDETS ENDESTATION".  
Oluf Danielsen.
- 31/80 "VIDENSKABSTEORETISKE PROBLEMER VED UNDERVISNINGSSYSTEMER BASERET PÅ MÆNGDELÆRE"  
Projekt rapport af Troels Lange og Jørgen Karrebæk.  
Vejleder: Stig Andur Pedersen.
- 32/80 "POLYMERE STOFFERS VISCOELASTISKE EGENSKABER - BELYST VED HJÆLP AF MEKANISKE IMPEDANS-  
MÅLINGER OG MÖSSBAUEREFFEKTMÅLINGER".  
Projekt rapport, speciale i fysik, af Crilles Bacher og Preben Jensen.  
Vejledere: Niels Boye Olsen og Peder Voetmann Christiansen.

- 33/80 "KONSTITUERING AF FAG INDEN FOR TEKNISK-NATURVIDENSKABELIGE UDDANNELSER: I-II."  
Arne Jakobsen.
- 34/80 "ENVIRONMENTAL IMPACT OF WIND ENERGY UTILIZATION". ENERGY SERIES NO.1.  
Bent Sørensen.
- 35/80 "HISTORISKE STUDIER I DEN NYERE ATOMFYSIKS UDVIKLING".  
Helge Kragh.
- 36/80 "HVAD ER MENINGEN MED MATEMATIKUNDERVISNINGEN ?" Fire artikler.  
Mogens Niss.
- 37/80 "RENEWABLE ENERGY AND ENERGY STORAGE". ENERGY SERIES NO.2.  
Bent Sørensen.
- 
- 38/81 "TIL EN HISTORIETEORI OM NATURERKENDELSE, TEKNOLOGI OG SAMFUND"  
Projektrapport af Erik Gade, Hans Hedal, Henrik Lau og Finn Physant.  
Vejledere: Stig Andur Pedersen, Helge Kragh og Ib Thiersen.
- 39/81 "TIL KRITIKKEN AF VÆKSTØKONOMIEN"  
Jens Højgaard Jensen.
- 40/81 "TELEKOMMUNIKATION I DANMARK - oplæg til en teknologivurdering".  
Projektrapport af Arne Jørgensen, Bruno Petersen og Jan Vedde.  
Vejleder: Per Nørgaard.
- 41/81 "PLANNING AND POLICY CONSIDERATIONS RELATED TO THE INTRODUCTION OF RENEWABLE  
ENERGY SOURCES INTO ENERGY SUPPLY SYSTEMS". ENERGY SERIES NO.3.  
Bent Sørensen.