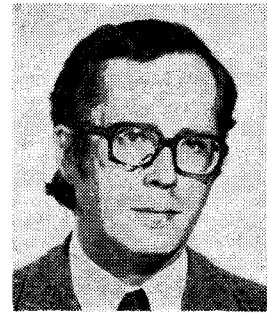


# A kábeltelevízió – első lépés az integrált szélessávú kábeles hírközlés felé

STEFLER SÁNDOR  
Posta Kísérleti Intézet



## ÖSSZEFOGLALÁS

A KTV a közösségi vevőantenna rendszerek legfejlettebb formája. Új szolgáltatásai mennyiségi és minőségi változásokat jelentenek, korszerű rendszertechnikai szemléletet követelnek meg. Ezen tényezőket vizsgálja meg távközlés-technikai szempontból a cikk. Elvi megfontolások után néhány külföldi kezdeményezést ismeret az integrált szélessávú hírközlés, ill. a KTV területéről, végül a hazai helyzetet elemzi.

## Bevezetés

Sajnálatos módon a kábeltelevízió (KTV) fogalma hazánkban, de sokfelé küldöldön is, összekeveredett a közösségi vevőantenna rendszerek (KVR) fogalmával. Bevezetésképpen ezért célszerű definiálni a KTV-t abban az értelemben, ahogy ezt a már megjelent új magyar postai előírás is teszi. E szerint:

„A kábeltelevízió (KTV) rendszer alapszolgáltatásként a földfelszíni és/vagy műholdas adásokból származó rádió- és televíziós műsor-jelek, helyi műsorok, vagy mikrohullámon érkező programok vételét és szétosztását végzi nagyszámú előfizető (felhasználó) számára. Ezen kívül a felhasználók (vagy azok egy csoportja) számára hozzáférhetővé tesz egy- vagy kétirányú, keskeny- és/vagy szélessávú jelátvitelt igénylő szolgáltatásokat is, melyeket zárt rendszerben, vagy vezetékes, ill. vezeték nélküli hálózatokhoz kapcsolódva bonyolít le.” [11].

A fenti definícióból következően a KTV többfunkciós, sokszolgáltatású kábeles információs rendszer, amit célszerű megkülönböztetni a közösségi vevőrendszerrel, amiből kifejlődött. Ezen elhatárolásnak — mint azt később kifejtjük — nemcsak szolgáltatásbeli, hanem műszaki okai is vannak.

A továbbiakban a KTV kifejlődését, különböző hálózati struktúráit, jelenlegi kül- és belföldi helyzetét kívánjuk áttekinteni, utalva a várható fejlődési irányokra is.

## 1. Közösségi vevőantenna rendszerek (KVR)

A közösségi vevőantenna rendszerek létrejöttének kiváltó oka ugyan talán esztétikai, városképi indíttatású is volt (az antennaerdők eltüntetése céljából), de nyilvánvaló műszaki és gazdasági előnyei (pl. az egyéni antennáknál általában kedvezőbb vételi helyen történő telepítése, magasabb

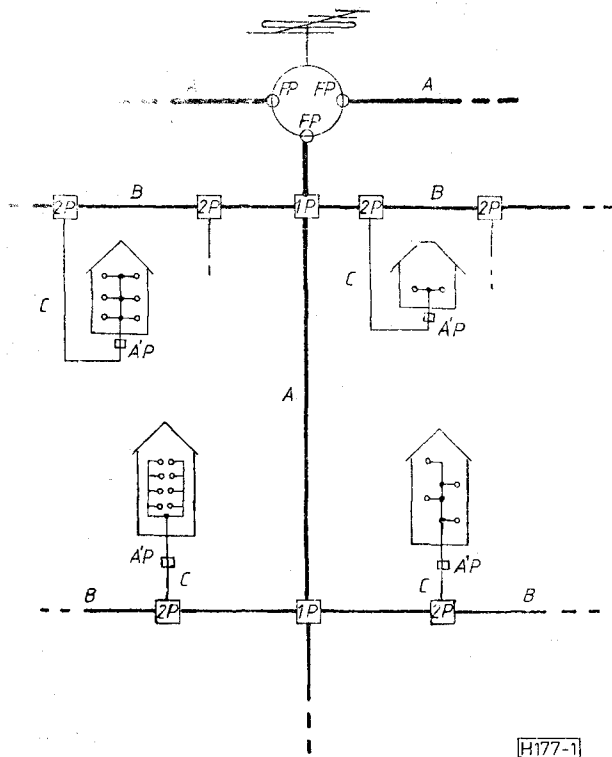
## STEFLER SÁNDOR

1960-ban szerezte meg oklevelét a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karának gyengeáramú szakán. Az Elektromechanikai Vállalatnál mint fejlesztőmérnök, később pedig mint laboratóriumvezető a TV-adástechnikai mérőműszerek fejlesztését vezette. 1974 óta a Posta Kísérleti Intézet tudományos főmunkatársa. Szakterülete a

távközlő rendszerek számítógépes távfelügyelete, valamint a szélessávú, több szolgáltatású hírközlő rendszerek. A HTE-nek 1960 óta tagja, a Polák—Virág és a Puskás Tivadár díjak tulajdonosa, a Vételtechnikai Szakosztály vezetője tagja, valamint a Műszaki Tudományos Bizottság titkára. Számos magyar és idegen nyelvű szakcikk szerzője, ill. konferencia előadója.

hasznos jelszint biztosítása, alacsonyabb fajlagos létesítési költsége stb.) miatt hamarosan elterjedtek. Sűrűn lakott településeken (lakótelepeken) ma már ez az egyedül járható út. Nem csoda tehát, hogy Amerikában és Európa több országában is az előfizetők nagyrésze ily módon jut a rádió- és tv-műsorokhoz. Az ellátottsági értékek ugyan különbözőek (pl. a BENELUX államokban 80% felett, az NSZK-ban és Franciaországban 20–30%, Magyarországon pedig kb. 10%), de a műszaki felépítésük nagyon hasonló. A szétosztó hálózat struktúrája — néhány kísérleti rendszertől eltekintve — alapvetően fa-ág típusú (lásd 1. ábrát), mivel egyirányú jelszétosztás mellett ez adja a műszaki-gazdasági optimumot (minimális kábelhosszakat és így minimális erősítés igényt). Az átviteli út végig szélessávú (48–230 MHz) és egyirányú és csak a VHF sávú rádió- és tv-műsorok átvitelére alkalmas. A hálózatban különböző hierarchia síkokon (az 1. ábrán A, B, C és D) különböző minőségű (átmérőjű, csillapítású) koaxiális kábelek kerülnek alkalmazásra. Ezen KTV-kábelek különleges tulajdonsága, hogy alacsony fogyasztói ár mellett igen jó árnyékolási hatást (ún. fedettséget) és kis rádiófrekvenciás csillapítást kell biztosítaniok (pl. 300 MHz-en <3 dB/100 m az A-síkban és <12 dB/100 m a D-síkban). Az összes továbbításra szánt műsorjel a helyi vételi, ill. zavarási viszonyoktól függő kiosztásban, frekvenciamultiplex (FDM) elven nyalábolva eljut minden előfizetőhöz. A demultiplexelést, azaz a műsorok szétválogatását az előfizetői vevőkészülék hangolóegysége (és a KF) végzi, így ezek szelektivitási tulajdonságai meghatározóak az átvihető csatornaszámot illetően. A jelenlegi tv-vevőkészülékek szelektivitása olyan, hogy csak minden második csatornát lehet egyidejűleg terhelni; ez a felére korlátozza a rendelkezésre álló (a kábelcsillapítás miatt csak VHF)

Beérkezett: 1985. VI. 15 (□)



H177-1

1. ábra. A klasszikus, fa-strukturájú közösségi vevőrendszer (KVR) a 4 különböző hierarchia-szintű (A, B, C és D) hálózati síkkal. A = törzhálózat FP = fő csatlakozási pont B = vonalhálózat 1P = primer csatlakozási pont C = bekötő hálózat 2P = szekunder csatlakozási pont D = ház-hálózat AP = átadási pont

frekvenciasávban elvileg továbbítható 12 programot. Ily módon a közösségi vevőantenna rendszer kapacitása ma tipikusan csak kb. 6 csatorna még akkor is, ha figyelmen kívül hagyjuk a helyileg (különböző okok miatt) zavart csatornákat, melyek viszont tovább csökkentik a ténylegesen vehető programok számát. A fentiek alapján a klasszikus, VHF-sávú KVR-ek strukturája súlyos korlátokat szab a műsorválaszték bővítésének, járulékos (kiegészítő) szolgáltatások biztosításának. Márpedig korunk információ-éhsége egyre nagyobb műsorválasztékot, egyre több és rafináltabb járulékos előfizetői szolgáltatást igényel, melyek kielégítése megköveteli a klasszikus közösségi vevőantenna-rendszerek strukturális módosítását.

## 2. A kábeltelevízió (KTV)

A műholdas műsorszórás (és Magyarországon a városi-közösségi kis tv-studiók) tehát az új műsorforrások megjelenésével a KVR-ek átviteli kapacitása világszerte szűknek bizonyult. Továbbá új igényként jelentkeztek még a kábelhálózat másodlagos kihasználását célzó, a visszirányú jelátvitel lehetőségére épülő javaslatok is. Ezek a következő főbb csoportokba sorolhatók:

- lakossági funkciók ellátása (pl. élet- és vagyongvédelmi, egészségügyi, oktatási, szociális, valamint különleges szolgáltatások);
- közmű funkciók ellátása (pl. távfűtés, vízgáz- elektromos hálózat, ill. liftellenőrzési,

diszpécseri, ill. különböző telematikai szolgáltatások);

- közös intézményi és lakossági funkciók ellátása (pl. távrendelés, pénzügyi tranzakciók, adatbank hozzáférés, otthon végzett munka telematikai támogatása stb.).

Az új igények kielégítése már megköveteli a KVR-ek teljes strukturájának (topológiájának, átviteli közegeinek stb.) felülvizsgálatát és egy merőben új, szélesebb koncepciójú, sokfunkciós műsor-szétosztó- és vele integrált kis- és középsebességű adathálózat kialakítását. Ez a kábeltelevízió, vagy pontosabban: (különösen a fejlettebb formáiban) integrált szélessávú kábeles hírközlő rendszer.

## 3. Irányzatok az integrált szélessávú kábeles hírközlő rendszerek megvalósítására [1], [4]

A KTV-hálózatokra épülő és különböző országokban már megvalósított, vagy még csak kísérleti szinten álló, alap- és járulékos információátviteli eljárások sokfélesége miatt ezek teljeskörű ismeretése vagy akár csak felsorolása is egy cikk keretében lehetetlen. A továbbiakban ezért csak egy rövid, de reprezentatív áttekintést kívánunk adni — szolgáltatási oldalról megközelítve — a publikált rendszerekről.

### 3.1. Az alapszolgáltatás bővítési irányzatai, visszirányú csatorna szükségessége nélkül:

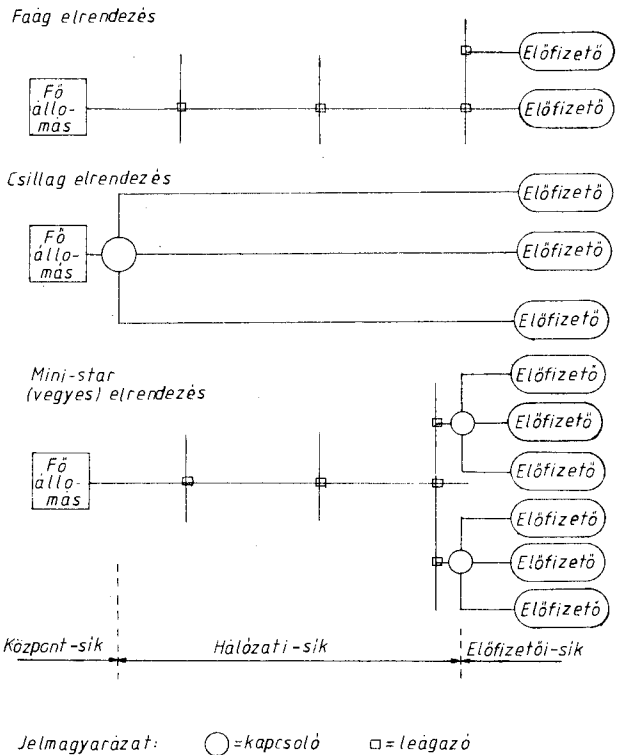
- A sugárzott rádió- és tv-műsorokból mind többet bevinni a kábelhálózatba. Amerikában és Japánban már 60—80 csatornás rendszerrel is hírt adtak, Európában azonban úgy tűnik, ennél kevesebbel (20—30 műsorral) is be fogják érni. Ezek jó része konzerv-műsor speciális érdeklődési körök (pl. sport, könnyűzene, kalandfilmek stb.) kielégítésére.
- Kábel-újság. (Pl. a Tele-Zeitung Rheinpfalzban, NSZK.) Egy önálló csatornában reklám, sport, gazdasági és sport jellegű, vegyesen álló- és mozgóképeket közvetítenek, óránként ismétlődő menetrend szerint.
- Képújság (Teletext) nagy oldalszámmal, teljes képidőben (pl. Franciaország több városában) vagy kis oldalszámmal, de automatikus lapozással (pl. Magyarországon néhány városban).

### Visszirányú csatornával:

- Pay-TV. Átalánydíjas térítés ellenében nézhető speciális csatornák valamilyen szempontból különleges műsorral (pl. a svájci TeleClub).
- Pay per View. Csak a nézés idejéig fizetett tv-műsor speciális csatornákból.
- Megrendelhető TV. Előzetes időegyeztetés alapján, megfelelő (pl. éjszakai-) időpontban közvetített video-műsor a magnósok számára (pl. Ny-Berlinben).

### 3.2. Az interaktív kiegészítő szolgáltatások bővítési irányzatai:

- Kábel-Fax. Újság- és folyóirat oldalak előfizetői facsimile perifériára történő lehívása.



2. ábra. A műsor-választó kapcsoló lehetséges helyei a KTV rendszerben

- Állóképek megrendelése oktatási, reklám stb. célból, rögzítéssel vagy anélkül.
- Kis sáv szélességű (lassú) képtelefon.
- Teleszoftver. Személyi számítógépek egymással, ill. adatbankkal való összekötése.
- Irodai automaták összekötése.
- Biztonsági rendszerek összekötése.

A fenti rendszerek egy része más hálózatokon keresztül is üzemel (pl. kapcsolt távbeszélő- vagy adathálózaton keresztül).

Ezen cikk keretén belül terjedelmi okok miatt csak a fontosabb rendszertechnikai kérdéseket tárgyaljuk.

#### 4. Hálózati topológiák

A szélessávú műsorszétosztó hálózatok szinte valamennyi jellemzőjét meghatározza az FDM átviteli mód előfizetői oldalán megkövetelt műsorválasztó kapcsoló (demultiplexer) helye a hálózatban. Bárhol is legyen ez, alapkövetelmény, hogy az előfizető valamilyen módon, közvetlenül vagy közvetve, vezérelni tudja. Szélsőséges eseteket vizsgálva, ez a „kapcsoló” lehet (2. ábra):

- a) a hálózat előfizető felőli végén, pl. a TV-vevőben (a hangolóegység) vagy annak közelében (a rekonverter). Mindkét esetben könnyű megvalósítani a közvetlen kezelést, nincs feltétlenül szükség az előfizetőtől a főállomás felé irányuló (ún. vissz irányú) jelzőcsatornára. Az ilyen hálózat eredményezi a legrövidebb kábelhosszakat, a topológia tipikusan fa-ág formájú;

b) a hálózat főállomás (központ) felőli végén. Ez minden előfizetőhöz külön vezetett műsorjel-kábelt és a kapcsoló vezérléséhez visszajelzőcsatornát igényel, ami csillag-topológiát és nagyobb eredő kábelhosszakat eredményez. Ezzel szemben szinte kínálja az interaktivitást az előfizetők között, ami jelentős előny a kiegészítő szolgáltatások számára és lehetővé teszi (legalábbis elvileg) a TV vevőből a bemeneti hangolóegység elhagyását is. Sajnos ez utóbbi nem igazi előny, mert ilyen címen olcsóbb vevőkészüléket sehol sem gyártanak. Csillag-elrendezésű szélessávú műsorszétosztó hálózatot az elmúlt időkből költségessége miatt nem létesítettek, csak legújában kezd velük foglalkozni néhány fejlett ipari állam, fényvezetős átviteli közeggel és mindössze néhány tucat előfizetővel (lásd 8.3. fejezetben).

- c) Ezen két szélsőséges elrendezés között van olyan lehetőség is, amikor a műsorválasztó kapcsolóelem a hálózat két végpontja, tehát az előfizető és a főállomás között helyezkedik el valahol. A hálózati topológia ilyenkor vegyes, azaz fa-struktúrájú a főállomás és a kapcsolópont között, a hosszú szétosztó-hálózati szakaszban, és csillag struktúrájú a kapcsolópont és az előfizetők közti rövid bekötő- és házhálózatban. Ezt az elrendezést gyakran „ministar” vagy „minihub” néven emlegetik. Üzemi próbák folynak vele Hollandiában (Limburg) és Nagybritanniában (Milton-Kaynes). Bővebben lásd a 8.2. fejezetben.

A hálózat topológiájának további hatásai a teljes rendszerre nézve:

- Az előfizetőtől távolabb levő kapcsolóelem jobban védett az illegális beavatkozás (pl. fizetős műsorok orvnézése) ellen.
- A hálózatban „középen” helyet foglaló kapcsolóberendezést jobban kell védeni az időjárási befolyások ellen, így ez költségesebb.

#### Összehasonlító értékelés

Átviteltechnikai szempontból a fa-ág elrendezés a leggazdaságosabb, de a legkevésbé flexibilis megoldás. Elsősorban egyirányú jelátvitelre (műsorszétosztásra) alkalmas, normál tv-vevőkészülékkel, kisszámú műsorcsatorna esetén. Nagyobb mennyiségű program vételi igény esetén a különleges (kiegészítő-) csatornák vételére is alkalmas speciális tv-vevőkészüléket, vagy rekonvertert igényel, mely csatornaáthelyezést végez pl. a VHF sávból az UHF sávba, vagy a különleges csatornákból a normál csatornába. Interaktivitásra csak korlátozott lehetőségeket nyújt, előfizető és főállomás közt.

A csillag-elrendezés igen nagy kábelhosszakat igényel, annak minden gazdasági és műszaki következményeivel együtt (bizonyos egyszerűsítő feltételek mellett) [5] szerint:

$$\frac{l_{\text{kábel, csillag}}}{l_{\text{kábel, fa}}} = 1,1 \sqrt{N_{\text{előfizetők}}}$$

Költséges, de előfizető-specifikus interaktivitásra igen alkalmas struktúra hozható így létre. A hosszú koaxiális kábelek csillapításának ellen-súlyozására sok erősítőre van szükség. Ez nem csak költséges, de a torzítások forrása is. Megoldást jelent viszont a fényvezető szálak és a digitális jelfeldolgozási technika alkalmazása, ami viszont bonyolult és drága előfizetői végberendezéseket követel meg.

Optimális kompromisszumnak tűnik ma a vegyes topológiájú hálózat (pl. a „ministar”), mely előfizetői oldalon a normál TV vevő mellé csak viszonylag kevés kiegészítő berendezést igényel (címezhető előfizetői dekódert, rekonvertert vagy kapcsolót), a kábelhosszakat nem növeli meg jelentősen és a műsorjelesztési és interaktív kiegészítő funkciók tetszőleges arányban keverhetők. Ugyancsak előnyösen kombinálhatók a különböző átviteli közegek (üvegszál és koax. kábel) is.

## 5. Átviteltechnikai lehetőségek

Mint általában a távközlési hálózatoknál, a kábeltelevíziónál is meg kell vizsgálni a következő alapvető kérdéseket:

- jelátviteli mód (moduláció és nyalábolás)
- jelátviteli közeg
- jelkapcsolás.

### 5.1. Moduláció és nyalábolás

A televíziós adástechnika — ismert módon — sáv-szélesség és vételtechnikai gazdaságosság (burkoló demodulátor alkalmazhatósága) miatt a csonka-oldalsávú amplitúdómodulációt (A3—VSB) alkalmazza. Hasonló érvek támasztják alá a műsorok frekvenciaosztású (FDM) nyalábolással történő továbbítását is a jelenlegi közösségi vevőrendszerekben. Az időosztású (TDM) digitális technika alkalmazását a nagyobb sáv-szélesség-igény és bonyolultabb (költségesebb) vevőoldali berendezések miatt eddig nem volt célszerű megvalósítani a koaxiális kábelekre épülő klasszikus KVR hálózatokban. Fényvezetős átvívó közeg esetén már szóba jöhet a TV-jel digitalizálása is, ilyenkor pedig már a TDM nyalábolás előnyei dominálnak.

### 5.2. Jelátviteli közeg

Szélessávú hálózatokban korábban csak a koaxiális kábelek jöhettek szóba vezetékes átvívó közegként, a típusra jellemző, frekvenciafüggő csillapítási értékekkel. Ma már az optikai jelátvitel, a fényvezető szál komoly konkurrenciát jelent és bizonyos területeken már kizárólagos lehetőség még akkor is, ha költségei (a feltétlenül szükséges E/O és O/E jelátalakítókkal együtt) magasabbak, mint a koaxiális kábelé. Ez utóbbiak előnye, hogy itt jól dolgozóztak a rendelkezésre álló sáv-szélességet igen gazdaságosan kihasználó frekvenciaosztású nyalábolás módszerei és eszközei, ezek könnyen és viszonylag olcsón beszerezhetők. Nagy számú tv-csatorna átviteléhez azonban már az UHF sávot (470—960 MHz) is igénybe kell venni, ahol viszont a koaxiális kábelek (legalábbis az olcsóbbak) csillapítása jelentős és ezért gyakori

erősítést kell alkalmazni, ami minden szempontból hátrányos. Ezzel szemben a KTV-nél szóba jöhető távolságokon (4—8 km) a fényvezető szálaknál a kis csillapítás miatt erősítésre egyáltalán nincs szükség és csak a TDM nyalábolás költségessége, vagy FDM esetén a fényvezető szálak tulajdonságai határozzák meg az egy szálon átvihető tv-csatornák számát.

Különböző külföldi kísérleti projektek bizony-sága alapján azonban vonzó alternatíva a koaxiális kábeles és a fényvezetős átviteltechnika vegyes alkalmazása a hálózat fizikai adottságai által meghatározott arányban. Pl. az előfizető és a hozzátartozó kihelyezett csillagpont között a távolság alacsony értéken tartható, így itt a koaxiális kábel használata az előnyösebb az előfizetőnkénti optikai-elektromos átalakítások elkerülésére. A főállomástól a csillagpontig terjedő — többnyire hosszú — törzsvonali szakaszon viszont a fényvezető látszik előnyösebbnek erősítés-igénytelensége és kis keresztmetszete miatt még akkor is, ha több párhuzamos szálakat kell lefektetni. Egy másik — nem elektromos — érv is alátámasztja ezt: a meglevő, a központok közelében általában igen zsúfolt kábel-alagutakba utólag könnyebb befűzni a vékonyabb fényvezető kábeleket, mint a koaxiálisat. Márpedig az így elmaradó járulékos földmunka drasztikusan csökkenti a létesítési költségeket, ezenkívül lehetőséget teremt a jövőbeli bővítések számára tartalék kapacitást jelentő tartalék szálak egyidejű lefektetésére is.

### 5.3. Jelkapcsolás

A 4. fejezetben ismertetett 3-féle hálózat-topológia különböző jelkapcsolási technikát követel meg a kiválasztott műsorjeleknek az előfizetői vevőkészülékbe való juttatásához.

#### 5.3.1. Előfizető-végi kapcsolás

Ennek legtipikusabb képviselője a klasszikus KVR-ekben alkalmazott megoldás: a „kapcsolást”, azaz a műsorváltást a tv-vevő saját maga végzi, többé-kevésbé szelektív áramköreivel az FDM-nyalábból történő válogatás révén. Mint azt már említettük, ennek a módszernek (szelektivitás-) hiányosságai okozzák a legtöbb problémát az átvihető műsorok számának növelésénél. Szelektivitás javítási (és így több csatorna vételét biztosító) lehetőség magának a tv-vevőnek a javítása és az alsó, ill. felső kiegészítő csatornák (134—174 MHz, ill. 230—290 MHz) vételére való felkészítése. Az ilyen speciális, ún. CATV vevők gyártása nemrégiben indult meg egyes nyugati országokban. Másik lehetőség a KTV-hangolóegység külön adapter formájában való elkészítése és ennek a közöses tv-vevőhöz való csatlakoztatása. Ez az ún. „előfizetői rekonverter” igen jó szelektivitási tulajdonságai révén veszi a szétosztó hálózatban (akár a speciális kiegészítő csatornában) kihagyás-mentesen egymás mellett továbbított programok jeleit és ezeket áttranszponálja a normál tv-vevő (többnyire UHF) frekvenciasávjába. A legegyszerűbb esetben ez a rekonverter az előfizető készüléke mellett van. Ha a műsorok között van olyan is,

amely csak külön térítés ellenében nézhető (pl. az ún. Pay-TV), akkor ezeknek engedélyezésére vagy tiltására külön kiegészítő elemek beépítése szükséges a rekonverterbe. Ezen elemek biztonságos elhelyezésére azonban csak az előfizetőtől távol, védett helyen, pl. a csillagpontban van mód, amikor is a rekonverterek kezelése csak távvezérléssel történhet. Ezek az ún. „címezhető előfizetői rekonverterek”, német nyelvű rövidítéssel FAT-ok (lásd a következő fejezetben).

### 5.3.2. Hálózat-csomóponti kapcsolás

A legkorszerűbb ministar v. minihub struktúrájú, többszolgáltatású KTV-rendszerek intelligens (mikroprocesszor vezérelt) előfizetői rekonvertereket, ill. kapcsolókat alkalmaznak, koncentráltan kiépítve a hálózat egyes csomópontjaiban. Ezek a csomópontok (csillagpontok) többnyire a többlakásos épületek pincéjében, vagy családiház-jellegű településeken utcai „műtárgyakban” kerülnek kialakításra. Itt a környezeti (és emberi!) behatások ellen védve helyezkednek el a digitálisan távvezérelhető frekvenciakonverterek (vagy többkábelerendszerben kapcsolók), melyek az előfizetői kábelre csak a központi számítógépes nyilvántartás által engedélyezett csatornákat kapcsolják, az előfizető és a főközpont (főállomás) közötti kétirányú adatcsatornán lebonyolított „párbeszéd” eredményeképpen. Magát a kapcsolást a központi számítógép utasítására a csomóponti mikroprocesszor vezérli. Nyilvánvaló, hogy ez az elosztott csomóponti intelligenciára alapozott, de központi szoftver felügyelet alatt álló hálózat rendkívül flexibilis és az előfizetők egyedi igényei hardvermódosítás nélkül kielégíthetők. Természetesen minden előfizető külön visszirányú adatcsatornával kell, hogy rendelkezzen a csomópontig, innen pedig legalább egy közös nagysebességű adatcsatorna szükséges a főállomásra. Ez a konfiguráció főleg a sok különböző hozzáférés-jogú műsorcsatornákat (pl. Pay-TV, Pay per View stb.) biztosító, individuális elosztású rendszerek számára alkalmas.

### 5.3.3. Főállomás oldali (csillagponti) kapcsolás

A tiszta csillag topológiájú hálózat kapcsolástechnikai megoldásai elvben nagyon hasonlítanak a korszerű, tárolt program vezérlésű elektronikus telefonközpontokéhoz, csak szélessávú megoldásban. Kapcsolóelemként — csakúgy, mint az 5.3.1. és 5.3.2. pontokban ismertetett rendszereknél — szinte kizárólag a legkorszerűbb félvezetőket tartalmazó mátrixokat használják. Ezek transzparensek tekinthetők; be- és kimeneti oldalakon viszont aktív multiplikálásra van szükség, hogy egyszerre több előfizetőt is visszahatásmentesen lehessen ellátni ugyanazon műsorral. Méretezésüknél a nagy (sokszáz MHz) sáv szélesség, ezen belül igen kis intermodulációs torzítás és nagy áthallási csillapítás a kulcs-paraméterek, igen nagy megbízhatóság mellett. Az említett paraméterek többnyire csak jól definiált (möglegyetesen alacsony) jelszint mellett teljesíthetők, így még a külső zavarvédelemről is gondoskodni kell. Mindez kell annak ellenére, hogy — mint azt már korábban említettük — a tiszta csillag topológia már csak

fényvezetős átviteli közeggel, tehát optikai jelátvitellel képzelhető el. De az iparszerűen gyártott optikai kapcsolóelemek hiánya miatt a kapcsolóközpontokban ma a jeleket először optikai/elektromos átalakítóba kell vezetni, a kapcsolásokat elektromos módszerekkel megvalósítani, majd pedig újra optikai jellé visszaalakítani. (Ez az egyik alapvető oka az ilyen típusú hálózatok rendkívül költséges voltának.)

Egyszerűsödne a helyzet, ha a műsorjelek is — hasonlóan a járulékos szolgáltatások többnyire digitális struktúrájához — szintén digitálisak lennének. De ma még, az analóg tv időszakában sok és költséges A/D átalakításra is szükség lenne a teljesen digitális struktúrájú, csillag-topológiájú kapcsolt szélessávú hálózathoz, ami ma még kuriózum és csak egy-két kis volumenű, mégis rendkívül költséges kezdeti technológiai kísérlet próbálkozik vele, mint az integrált szolgáltatású digitális hálózatok (ISDH) előképével (lásd még 8.3. fejezet).

## 6. Időosztású kapcsolók

Mivel az időosztású kapcsolórendszerek csak digitális jeleket tudnak kezelni, amíg a műsorjelek analóg természetűek, a TDM technika csak a 2. fejezetben ismertetett kiegészítő szolgáltatások általában digitális csatornáinak nyálábolására (kapcsolására) jöhet szóba. Mivel a műsorszétosztó rendszerek visszirányú frekvenciasávja — legalábbis az európai spektrumkiosztás mellett — erősen korlátozott (tipikusan 5–25 MHz) és ezen belül még gyakran szükséges egy szélessávú (pl. tv-stúdiójel) csatorna kialakítása is, fontos kérdés a különböző járulékos adatátviteli csatornák frekvencia-ökönómiailag átgondolt elhelyezése. Erre a mai segédvívós-modemes FDM gyakorlat semmiképpen sem alkalmas. Igen biztató viszont [3], [10] a helyi adathálózatok (LAN-ok) számára kidolgozott különféle TDMA-eljárások (pl. CSMA/CD) alkalmazása a kábeltelevíziós hálózatoknál. Ezek segítségével pl. egyetlen tv-csatorna sáv szélességében akár 64 ezer 19 kbit/s-os adatcsatorna is elhelyezhető [10]. Mindenesetre az integrált szélessávú kábeles hírközlés perspektivikus kapcsolástechnikája a TDM, ami ma még csak korlátozott mértékben realizálható, jelentősége és alkalmazásterülete viszont egyre bővül.

## 7. Struktúra választási megfontolások

Elavult KVR-rendszerek felújításánál, új lakótelepek építésénél egyre sűrűbben fog felmerülni az új rendszer számára választandó struktúra kérdése. Az előző fejezetekben elmondottak alapján nyilvánvaló, hogy a legalacsonyabb költség-igényű a csak korlátolt számú ( $\leq 6$ ) műsorcsatorna szétosztására alkalmas egyirányú műsorszétosztó hálózat, fa-ág topológiával, ez a régi KVR-ek alapstruktúrája is. Mivel efelett már eljárt az idő, a továbbiakban már csak az új szolgáltatásokra is alkalmas hálózatokat vizsgáljuk. A 4. fejezetben leírtak alapján a közeljövőben valószínűleg a kapcsolt csillagpontokat tartalmazó ministar topológia lesz a leggazdaságosabb, vegyesen alkalmazott

fényvezető és koaxiális kábelekkel. Az angol posta felmérései szerint ilyen konfiguráció esetén az egy előfizetőre jutó fajlagos költségek akkor a leg-  
alacsonyabbak, ha egy kapcsolási pont 150—200 előfizetőt lát el, ami jól megfelel a hazai lakótelepi tömbök viszonyainak is. Még kertvárosi körülmények között is az előfizetőnkénti átlagos kábelhossz a csillagponttól 100—200 m, szemben a tiszta csillaghálózat esetén várható 2000 m-rel. A leglényegesebb érv a ministar topológia mellett azonban az, hogy csomópontok kialakítása a hálózatban hosszú időre fejlődésképes struktúra létrehozását eredményezi. Ezen csomópontok különböző fejlettségű elemekkel való kitöltése lépésekben is történhet, az igényszintek, ill. a technológia változásával összhangban. Legegyszerűbb (kezdeti) változatban itt elképzelhető a jelek kapcsolásmentes szétosztása is, majd később ide helyezett rekonverterekkel, később pedig címezhető, intelligens elemekkel bővítve fejlődhet a rendszer. Megfontolandó az is, hogy a törzshálózatban is az azonnali és olcsó üzemkezdést érdekében még koaxiális kábelt alkalmazunk ugyan, de ennek fektetésével egyidőben fényvezető szálak lerakásával előkészüljön a rendszer a későbbi optikai, esetleg teljesen digitális jelátvitelre.

A fenti javaslatot annak a fényében kell vizsgálni, hogy központtól előfizetőig terjedő teljesen optikai közegen történő tisztán digitális jelekkel dolgozó valódi csillagstruktúra megvalósítása minden KTV-igény ellátásra Magyarországon belátható ideig még nem lesz realizálható. Ezt támasztják alá a külföldön (pl. NSZK-ban vagy Franciaországban) létrehozott kísérleti *IDSH* hálózatok finansiális tapasztalatai is.

## 8. Technológiai kísérletek az új szolgáltatási formák megvalósítására

Nyilvánvaló, hogy a 2. és 3. fejezetekben felsorolt valamennyi szolgáltatási formának egyetlen rendszerben történő integrált megvalósítása ma még se nem lehetséges, se nem célszerű. Néhány fejlett ipari országban azonban ezek közül többet-kevesebbet megcélözva, de mindenütt elhatárolt ún. „szigetekben” lefolytatott üzemi-technológiai kísérlettel kívánják az új rendszerek társadalmi és ipari reakcióit megvizsgálni. Ezen kísérletek közül a legjelentősebbek (témánk szempontjából) a következők:

### 8.1. Ludwigshafen-Vorderpfalz (NSZK) KTV pilot-project [7]

Célja két város (Ludwigshafen és Mannheim) körzetében a mai standard technológia mellett a lehető legtöbb műsor szolgáltatásának biztosítása. A hangsúly a műholdvevő állomás, a környező országok levegőn át vehető műsorainak és a helyi tv-stúdióknak szövevényes összekötésére helyeződött, speciális mikrohullámú rendszerekkel és egy rövid (5 km-es) fényvezető kábellel. A 150 ezer lakos közül max. 45 ezernek tud koaxiális kábelen keresztül 7 nemzeti műsort, 8 műholdas programot és 3 helyszínen vehető külföldi műsort biztosítani.

A hálózat vegyes, több helyen ministar topológiájú, címezhető és nem címezhető előfizetői konverterekkel (FAT-okkal). Tapasztalatai még nincsenek teljesen kiértékelve, annyi azonban bizonyossá vált, hogy költségessége miatt jóval kisebb az érdeklődés iránta, mint azt várták.

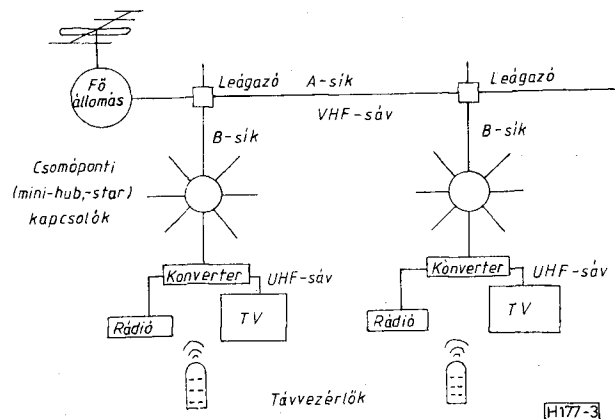
### 8.2. Milton—Kaynes (Nagybritannia) kísérlet [2]

A British Telecom cég új média-programja keretében indított projektek közül két párhuzamos vállalkozás összehasonlítást kíván tenni a teljesen koaxiális kábeles és a vegyes fényvezető szál és koaxiális kábeles megoldások között. Mindkét rendszer kihelyezett, kapcsolt csillagpontos (ún. minihub) topológiát alkalmaz. A felhasznált eszközválaszték eltérő ugyan, de a nyújtott szolgáltatások azonosak:

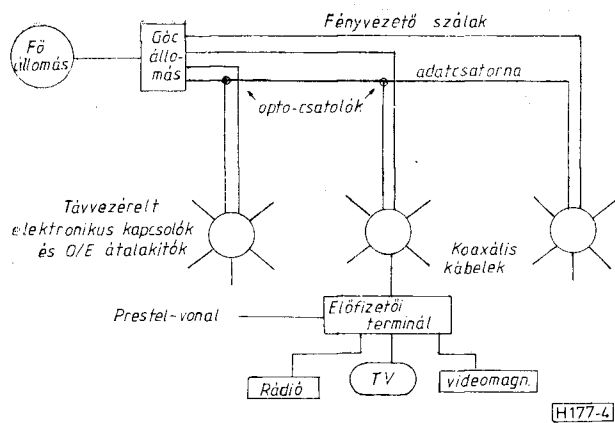
- 30 tv-műsor a földfelszíni és különböző műholdas adásokból,
- helyi tv-stúdiók alkalmi műsora,
- a fentiek közül egyszerre max. 2 kapcsolható bármely előfizetőhöz,
- interaktív videotex,
- foto-videotex (??),
- kis sebességű telemetria, hiba- és vészjelzések,
- előfizetői vélemény-nyilvánítás a központ felé,
- előfizetők központi tájékoztatása az igénybevett szolgáltatásokkal kapcsolatban felmerült költségekről,
- statisztikák készítése, adminisztráció és naprakész költségnyilvántartás az üzemeltető számára.

A fent felsorolt szolgáltatások közül az előfizetők egyénileg válogathatnak, hogy mit kívánnak igénybevenni.

Az egyik rendszerben (3. ábra) a főállomás és a kihelyezett csillagpontok között 8 üvegszál fut, szálanként 4 video-csatornával. Ezen a szakaszon erősítés nincs. A kapcsolás video alapsávban történik, a kimeneteken VHF modulátorral. A csillagpont és az előfizetők között mikro-koax. kábel fut, 2 irányú VHF-sávú, FDM nyálábolású csatornákkal. Mivel Angliában minden tv-vevő csak UHF-sávú bemenettel rendelkezik, minden előfizető



3. ábra Mini-hub topológiájú kísérleti KTV rendszer (Milton—Kaynes, Nagybritannia)



4. ábra. Vegyes struktúrájú többszolgáltatású kísérleti KTV rendszer (Milton—Kaynes, Nagybritannia)

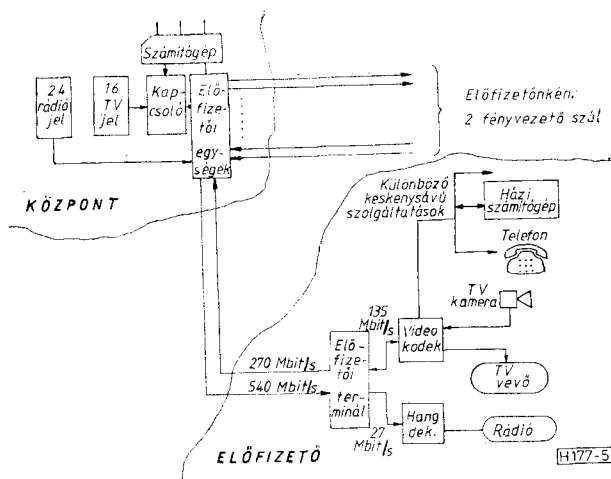
saját kihelyezett címezhető rekonverterrel rendelkezik, a VHF—UHF konverzióra. Ez a berendezés tartalmazza a vissz irányú csatornainterfészt is. Minden előfizető 2 UHF csatlakozási lehetőséget kap: egyet a tv, egyet pedig a videomagnó számára.

A másik rendszerben (4. ábra) a főállomás és a csillagpontok között is koaxiális összeköttetés van, és a csillagpontban jelenleg még nincs kapcsoló elem, csak előfizető-specifikus rekonverter. Egyébként a hálózat felépítése és működés módja megegyezik a vegyes struktúrájával. A létesítésnél különös hangsúlyt helyeztek a távbeszélő-hálózat tal történő összehangolt telepítésre. Ez nemcsak lehetőség szerint egyidejű építést, de nagyon sok — a vezetékes átviteltechnika számára kifejlesztett — szerelvény (pl. elosztódoboz, kábelrögzítő, tömítő stb.) felhasználását is jelenti. Az egész hálózat struktúrája olyan, hogy minden szinten biztosítsa a továbbfejlesztés lehetőségét, mindenképp az intelligens csomópontok kialakítását.

A Milton—Kaynes-i kísérlet értékeléséről még nincs információ.

### 8.3. A BIGFON-project (NSZK) [9]

A német posta (DBP) és számos vezető ipari tröszt (pl. Siemens, ITT stb.) közös vállalkozása a BIGFON (betűszó) elnevezésű kísérlet az integrált szolgáltatású, digitális hálózatok (ISDN) prototípusának kialakítására. Több nagy város (pl. Hamburg, Hannover, München stb.) belsejében kiépített „szigetekről” van itt szó, melyek mindegyike más cég fővállalkozásában készül(t), de egységes rendszertechnikával, összekapcsolási lehetőséggel. A teljesen fényvezető szálakra alapozott és végig digitális jelátvitelt, ill. jelfeldolgozást alkalmazó rendszer kép- hang- és adatjelek kétirányú átvitelét biztosítja a kísérletben résztvevő ipari és kereskedelmi vállalatok, ill. magánszemélyek között. A mindössze néhány tucat (Hannoverben pl. 50) előfizetőt ellátó, százmillió DM nagyságrendű project a következő szolgáltatásokat nyújtja: tv- és sztereo rádióműsorok továbbítása (mint a KTV), konvencionális és képtelefon, videotex, képújság, telefax, teleszoftver, adatgyűjtés, távjelzés stb. Mindenfajta jel közös digitális (PCM)



5. ábra. A BIGFON-project (NSZK) főbb elemei

struktúrában kerül továbbításra, 540 Mbit/s sebességgel a központból az előfizető felé és 270 Mbit/s sebességgel az ellenkező irányba. Valódi különlegessége a rendszernek a digitális tv- és sztereo rádiójel átvitel. Az információ típusra vonatkozó kívánságát az előfizető a saját különleges sokcélú terminálján küldi be a központba, ahol az megfelelően kiértékelve és adminisztrálva kerül kielégítésre távvezérelt kapcsolók révén (5. ábra).

Minden előfizetői végberendezés tartalmaz elektromos optikai, ill. digitális-analog átalakítókat, természetesen tv-képernyőt, tv-beszélőkészüléket, mikroszámítógépet, sőt még tv-kamerát is. Mindez a flexibilitás érdekében modul konstrukciójú.

A hálózat tiszta csillag-topológiájú, előfizetőnként 2 fényvezető üvegszállal, mint kapcsolt átviteli közeggel. A kicsillapítású, gradiens-indexű szálak lehetővé teszik a vezérlőközpont (csillagpont) és az előfizetők közbenső erősítő nélküli összeköttetését. Minden előfizetőnek biztosítható szélessávú szolgáltatás (16-ból történő választással 3 egyidejű tv-műsor, vagy 2 tv-műsor + videotelefon), 24 csúcs-minőségű sztereo rádióműsor és különféle keskenysávú tematikai lehetőségek.

A BIGFON-központ a rendszer fizikai központjában helyezkedik el 3 állványban, 19 collos fiók-konstrukcióban. A 3 állvány egyúttal önálló funkcionális egység is a jelfeldolgozás, -kapcsolás és -továbbítás számára. Főbb egységei a tartalékolt órajel központ, sztereo rádiójel-feldolgozó, tv-jelfeldolgozó (8 síkú kapcsolómátrixszal), specifikus előfizetői egység (adó- és vevőresz) és az optikai-elektromos átalakítók. Természetesen egy igen összetett automatikus adattároló-feldolgozó, valamint távfelügyeleti berendezés is tartozik a központhoz, mini-számítógéppel megvalósítva.

### 9. Hazai helyzetkép

Magyarországon közösségi vevőrendszerek már kb. 20 éve üzemelnek, számuk ma mintegy 2700 és kb. 200 ezer előfizetőt látnak el műsorral (az összes előfizető 10%-át). Ezen jelentős múlt és jelen ellenére műszaki színvonaluk általában meglehetősen alacsony, aminek fő oka, hogy a KVR-nek Magyarországon nincs igazi gazdája. Az állami és



szövetkezeti tulajdonformában levő lakásoknak egy EVM-rendelet alapján átadási feltétele az antennarendszer megléte, tehát úgy-ahogy meg is építik őket, minőségi átvételük és további fenntartásuk azonban már nincs megszervezve. IKV-részlegek, GELKA-k, KTSZ-ek és magánkisiparosok végzik az építést, „karbantartást”, de megfelelő elemválaszték hiányában néha még a gyártást is. Noha 1976 óta érvényben van (egy azóta már bővített) Magyar Szabvány a nagyközösségi vevőrendszerekre, ennek betartását a mai napig nem ellenőrzi senki. Nyilvánvaló, hogy ilyen körülmények között egységes minőségről nem lehet beszélni.

Az 1983 őszi MSZMP Agit. Prop. Bizottsági állásfoglalás óta (mely támogatja a városi-közösségi kis tv-stúdiók létrehozását) rohamosan szaporodnak az új, helyi műsorforrásoknak a KVR-ekbe való bevezetési próbálkozásai. A műholdas műsorvételre való felkészülés megindult, valamint a műsorszétoztó hálózatok másodlagos kihasználására vonatkozó igények és lehetőségek felmérése is folyik. Mindez oda hatott, hogy kezdenek kialakulni a köznyelvben „kábeltelevízióvá” avanszált kissé bővített szolgáltatású, de változatlan struktúrájú KVR-ek. Igazi KTV-ről azonban még nem lehet beszélni! Kiderültek a klasszikus struktúra által emelt korlátok és a szabályozatlansági problémák. Ezért a Magyar Televízió feladatul kapta a szaporodó — többnyire lelkes amatőrök által üzemeltetett — városi kis tv-stúdiók műszaki és művészeti gondozását, és a Magyar Postára hárult e stúdióknak a KVR-be való becsatlakozási és az új KVR-ek ellenőrzési feladatköre. Nyilvánvaló, hogy az igazi kábeltelevízió megteremtése a fentiekben lényegesen túlmenő műszaki és jogi problémák megoldását is megkívánja. Megkezdődött tehát az egyik legsürgősebb kérdésnek, a KTV jogi státusának tisztázására irányuló munka azzal a céllal, hogy a KTV legyen közmű, mert így létesítése, átadása és fenntartása országosan egységesen kezelhető. Egyidejűleg a Posta is átdolgozta a KVR-szabványt a KTV követelményrendszerének megfelelően. Megkezdődtek a vizsgálatok a műholdas műsor vétel műszaki körülményeinek tisztázására.

Úgy tűnik tehát, megindult valami, de nem látzik még a „motor”: a korszerű elemválasztékot kínáló ipari háttér. Azaz a fejlesztőknél, ill. úttörő szerepre vállalkozó híradástechnikai vállalatoknál van most a labda. Sürgős feladat azon új KTV-elemek piacra hozása, melyekkel a vállalkozó kedvű tervezők és építőközösségek az integrált szélessávú kábeles hírközlőrendszerek legalább valamilyen kezdeti formáját realizálni tudnák. Mert súlyos hiba volna az elavult KVR-eket konzerválni az egyre több helyen esedékes felújítások során!

## 10. Összegezés

Elvi megfontolások (4. fejezet) és gyakorlati próbálkozások (8. fejezet) egyaránt azt mutatják,

hogy a klasszikus fastruktúrájú közösségi vevőrendszerek nem perspektivikusak sem az alap-szolgáltatás, a műsorszétoztás, sem pedig a kiegészítő szolgáltatások (különösen az interaktívok) területén. Elérkezett az az idő, amikor a fejlesztési tervekben már fejlettebb, többcélú szolgáltatásra is alkalmas topológiákkal kell számolni. Valószínűsíthető, hogy a jövő a vonalkapcsolt (csillagstruktúrájú), fényvezetőkre alapozott és teljesen digitális megoldásokat fogja előtérbe helyezni. Ezek technológiai- és költség-okokból jelenleg azonban még széles körben nem realizálhatók. A mai műszaki és gazdasági feltételek mellett is reális célkitűzés lehet viszont a vegyes topológiájú és a kapcsolt, kihelyezett csillagpontokban levő előfizetői konverterekre alapozott többszolgáltatású szélessávú műsorelosztó hálózat. Ennek legfontosabb elemei (a konverterek, ill. kapcsolók) ugyan még nincsenek gyártásban, de céltudatos fejlesztéssel, a rendelkezésre álló ipari háttérrel is viszonylag rövid időn belül kialakíthatók — és legalább mintahálózatokban kipróbálhatók. A Magyar Posta jelentős szerepet tölthet be ezen a területen nemcsak koordinálási, hanem kutatási oldalon is.

Nem tárgyalta ezen cikk a szélessávú kábeles hírközlő rendszereknek, mint új tömegkommunikációs médianak társadalmi és szociológiai hatását, melyeket pedig a külföldi tapasztalatok alapján is rendkívül fontos figyelembe venni. Nem érezzük magunkat illetékesnek ebben az igen összetett, de még (legalábbis hazai viszonylatban) kellően fel nem tárt kérdéskomplexumban történő állásfoglalásra. Ezért egyrészt hivatkozunk az irodalomra [8], [9] másrészt pedig javasoljuk ennek a speciálisan magyar viszonyok közti tanulmányozását.

## I R O D A L O M

- [1] *Rolf Zimmermann*: Neue Nutzungsformen der Kabelkommunikation net 39, 1985. H.4.
- [2] *W. G. Simpson*: Broadband Cable Systems. British Telecom. Engineering vol. 3. Apr. 1984.
- [3] *M. Hatamian, E. G. Bowen*: HOMENET, a broadband voice(data) video network on CATV systems. AT T Technical Journal Febr. 1985.
- [4] *Stéfler Sándor*: A nagyközösségi antennarendszerektől az integrált szolgáltatású hálózatok kialakulásáig. POSTA 1984. okt.
- [5] *Klaus Brand*: Statistische Untersuchungen an einem modernen Kabelverteilternetz für Hörfunk und Fernsehen. Technische Mitteilungen PTT 7/1983.
- [6] BIGFON. Digitales Kabelkommunikation System der Zukunft fuba Hans Kolbe Communication
- [7] Kabelpilotproject Ludwigshafen-Vorderpfalz. Funkschau 12/1983.
- [8] IFRA Newspaper techniques May 1983.
- [9] Telekommunikation und neue Medien. ON-LINE'82 Düsseldorf.
- [10] *Laurie Watson*: Planning for efficient broadband/cable TV networks. Communication Engineering Oct. 1984.
- [11] Előzetes postai előírások a KTV rendszerek fogalom meghatározására és műszaki követelményeire. Magyar Posta Központja—Posta Kísérleti Intézet kiadása, 1985. okt.