



Tóth Levente

CCCTV

MAGYARUL

Tóth Levente:

CCTV magyarul

Tóth Levente: CCTV magyarul

Lektorálták:

**Benedek László
Ecsedi Ákos
Móro Lajos
Utassy Sándor**

Szerkesztette:

Tóth Levente

ISBN 963 217 074 1

E könyv szövege, ábraanyaga szerzői jogi oltalom és kizárólagos kiadói felhasználási jog védelme alatt áll. Csak a szerző előzetes írásbeli engedélye alapján jogszerű a mű egészének vagy bármely részének felhasználása, illetve többszörözése akár mechanikai, akár fotó-, akár elektronikus úton. Ezen engedélyek hiányában mind a másolatkészítés, mind a sugárzás vagy vezeték útján a nyilvánosságához való közvetítés, mind a digitalizált formában való tárolás, mind a számítógépes hálózaton átvitt mű anyagi formában való megjelenítése jogszerűtlen.

A könyv elkészítéséhez nélkülözhetetlen alapot jelentett a TVT Vagyonvédelmi Rt.-nél eltöltött több mint 14 év, ahol az elektronikus vagyonvédelem teljes vertikumával megismerkedhettem. Külön köszönettel és hálával tartozom Móró Lajos úrnak, a cég vezérigazgatójának, aki önzetlen áldozatos munkájával biztosította a cég és személyem fejlődését és támogatta e könyv elkészítését. Végül köszönet feleségemnek és két gyermekemnek, akik szeretettel és türelemmel biztosították a nyugodt háttérrel a több, mint 2 évig tartó munkámban.

Tóth Levente

TARTALOMJEGYZÉK

ELŐSZÓ	7
1 A FÉNY	9
1.1 A FÉNY KELETKEZÉSE	10
1.2 AZ EMBERI SZEM	11
1.3 SZÍNHŐMÉRSÉKLET	12
1.4 A SZÍN JELLEGE	16
1.5 FÉNYTANI MÉRTÉKEGYSÉGEK	18
2 A KÉPALKOTÁS ALAPJAI	21
2.1 A SZEM FELBONTÓKÉPESSÉGE	21
2.2 TELEVÍZIÓS KÉP	22
2.3 VÁLTOTT SOROS KÉPLETAPOGATÁS (INTERLACED SCANNING)	24
2.4 SZINKRONJELEK	25
2.5 A SZÍNES KÉPÁTVITEL ALAPJAI	26
2.6 AZ NTSC RENDSZER	30
2.7 A PAL RENDSZER	31
2.8 A SECAM RENDSZER	31
3 CSÖVES KAMERÁK	32
3.1 FOTOEMISSZIÓS ELVEN MŰKÖDŐ KAMERÁK	32
3.2 FOTOKONDUKCIÓ ELVÉN MŰKÖDŐ KAMERÁK	34
4 CCD KAMERÁK	38
4.1 A CCD MŰKÖDÉSÉNEK FIZIKAI ELVE	39
4.2 FRAME TRANSFER	41
4.3 INTERLINE TRANSFER	44
4.4 FRAME INTERLINE TRANSFER	49
4.5 SZÍNES CCD KAMERA	50
4.6 3 CCD-S KAMERA	53
5 KAMERA PARAMÉTEREK	54
5.1 OCL (OCML)	54
5.2 AUTOMATIKUS FEHÉREGYENSÚLY (AWB)	54
5.3 AUTO SHUTTER	56
5.4 ELLENFÉNY KOMPENZÁCIÓ (BLC)	58
5.5 SZINKRONIZÁCIÓ (SYNCHRONIZATION)	60
5.6 JEL/ZAJ VISZONY (S/N RATIO)	64
5.7 AGC	66
5.8 FELBONTÁS (RESOLUTION)	66
5.9 GAMMA-TORZÍTÁS	67
5.10 SZÉLES DINAMIKATARTOMÁNYÚ KAMERÁK	68

6	OBJEKTÍVEK	74
6.1	A LENCSE GYÁRTÁSA	75
6.2	ASZFÉRIKUS LENCSEK	76
6.3	LENCSE HIBÁK	77
6.3.1	<i>Nyiláshiba</i>	77
6.3.2	<i>Üstökőshiba (Kóma-hiba)</i>	78
6.3.3	<i>Asztigmatizmus</i>	78
6.3.4	<i>Képző elhajlás</i>	78
6.3.5	<i>Képtorzítás</i>	78
6.3.6	<i>Színi eltérés</i>	79
6.4	FELOLDÓKÉPESSÉG	80
6.5	VIGNETTÁLÁS	81
6.6	OBJEKTÍVEK	82
6.7	FÓKUSZTÁVOLSÁG (GYÚJTÓTÁVOLSÁG)	84
6.8	FORMÁTUMOK	86
6.9	LÁTÓSZÖG	87
6.10	C ÉS CS FOGLALAT	89
6.11	REKESZ	92
6.12	ND (NEUTRAL DENSITY) SPOT	96
6.13	FOTOMETRIAI TÉNYEZŐ	97
6.14	MÉLYSÉGÉLESSÉG (DEPTH OF FIELD)	98
6.15	EXTENDEREK (JÁRULÉKOS LENCSETAGOK)	99
6.16	ELŐTÉLLENCSEK	99
6.17	SPECIÁLIS OBJEKTÍVEK	100
7	OBJEKTÍVEK KIVÁLASZTÁSA ÉS BEÁLLÍTÁSA	101
7.1	AZ OBJEKTÍVEK KIVÁLASZTÁSÁNAK SZEMPONTJAI	101
7.2	LÁTÓSZÖG MEGVÁLASZTÁSA	102
7.3	KAMERÁK TELEPÍTÉSI HELYÉNEK MEGVÁLASZTÁSA	104
7.4	KAMERA ÉS OBJEKTÍV BEÁLLÍTÁSA	105
7.5	BEÁLLÍTÁST SEGÍTŐ ESZKÖZÖK	107
8	KAMERA KIVÁLASZTÁS SZEMPONTJAI	111
8.1	A KIVÁLASZTÁST BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK	111
8.2	ÉRZÉKENYSÉG	114
8.3	A KIVÁLASZTÁS BUKTATÓI	122
8.4	MEGVILÁGÍTÁS	124
9	KÉPÁTVITELI ESZKÖZÖK	134
9.1	KOAXIÁLIS KÁBELEK	134
9.2	OPTIKAI KÁBELEK	145
9.3	MIKROHULLÁMÚ KÉPÁTVITEL	160
9.4	RÁDIÓFREKVENCIA S KÉPÁTVITEL	163
9.5	INFRAVÖRÖS ÉS LÉZERES KÉPÁTVITEL	164
9.6	CSAVART-ÉRPÁRAS KÉPÁTVITEL	165
9.7	TELEFONHÁLÓZATON TÖRTÉNŐ KÉPÁTVITEL	166

10	MONITOROK .....	.168
10.1	KÉPCSÖVEK .....	.168
10.2	SZÍNES KÉPCSÖVEK .....	.172
10.3	LCD KIJELEZŐK .....	.175
10.4	PLAZMAKIJELEZŐK .....	.177
10.5	MONITOROK KIVÁLASZTÁSA ÉS BEÁLLÍTÁSA .....	.178
10.6	MONITOROK FELFÜZÉSE .....	.181
11	VIDEÓ RÖGZÍTŐK .....	.184
11.1	A MÁGNESES JELRÖGZÍTÉS ALAPJAI .....	.184
11.2	A KÉPRÖGZÍTÉS FEJLŐDÉSE .....	.186
11.3	VHS RENDSZER .....	.190
11.4	S-VHS RENDSZER .....	.197
11.5	TIME LAPSE VIDEÓMAGNÓ .....	.199
11.6	A VIDEOSZALAG .....	.204
12	DIGITÁLIS TECHNIKA .....	.209
12.1	MINTAVÉTELEZÉS .....	.209
12.2	KVANTÁLÁS .....	.210
12.3	KÉPKÓDOLÁS ÉS KÉPTÖMÖRÍTÉS .....	.211
12.3.1	<i>A JPEG szabvány</i> .....	.214
12.3.2	<i>MJPEG tömörítés</i> .....	.215
12.3.3	<i>MPEG tömörítés</i> .....	.218
12.3.4	<i>Wavelet tömörítés</i> .....	.222
12.4	DIGITÁLIS KÉPRÖGZÍTŐK .....	.224
12.5	HÁLÓZATOS ÉS INTEGRÁLT RENDSZEREK .....	.226
13	VIDEÓ KÖZPONTOK .....	.230
13.1	SZEKVENCIAÁLIS KAPCSOLÓK (SWITCHER-EK) .....	.230
13.2	KÉPOSZTÓK (SPLITTEREK) .....	.234
13.3	MULTIPLEXEREK .....	.236
13.4	MÁTRIXOK .....	.243
14	KAMERATARTÓK ÉS BURKOLATOK .....	.247
15	KAMERAFORGATÓK ÉS MOZGATÓK .....	.253
15.1	PÁSZTÁZÓK (SCANNEREK) .....	.253
15.2	FORGÓZSÁMOLYOK (PAN/TILT-OK) .....	.254
15.3	GYORS DÓMKAMERÁK (SPEED DOME-K) .....	.256
15.4	CSŐKAMERÁK (TUBE CAMERAS) .....	.260
15.5	TELEMETRIA VEZÉRLŐK .....	.262
16	KÖZPONTI MEGFIGYELŐ HELYISÉG KIALAKÍTÁSA .....	.266
17	DOKUMENTÁCIÓ ÉS KARBANTARTÁS .....	.271
	IRODALOMJEGYZÉK .....	.278
	TÁRGYMUTATÓ .....	.280

ELŐSZÓ

Az elektronika napjaink egyik igen gyorsan fejlődő ága az elektronikus vagyonvédelem. Hazai viszonylatban ez a gyors fejlődés még szembetűnőbb, hiszen a rendszerváltást követően, a társadalmi rétegek polarizálódása, valamint az ezzel párhuzamosan átalakuló tulajdonviszonyok mind erősebben kívánták a megszerzett javak védelmét. Az addig igen fejletlen és - egy-két külföldi terméktől eltekintve - főként hazai fejlesztéseken és gyártásokon alapuló elektronikus vagyonvédelmet a határok megnyitásának köszönhetően mindinkább kezdték kiszorítani a külföldről behozott vagyonvédelmi eszközök. Az elektronikus vagyonvédelem talán egyik legellentmondásosabban fejlődő ága a zártláncú televíziós rendszer, melynek már angol megfelelője a CCTV (Closed Circuit Television) terminológia is bevonult a köztudatba. Találhatunk olyan területeket, ahol még mindig a 40-50 éves technológiákat alkalmazzuk, és olyanok is, melyek hihetetlen sebességgel fejlődnek.

Természetesen ez nem azt jelenti, hogy a fejlődésben elmaradt részterületek az elmúlt időszak alatt semmit sem változtak, inkább úgy fogalmazhatunk, hogy ezeken a területeken a technológia és technika revolúciójából adódó lehetőségek kevésbé kerültek kiaknázásra.

Visszatekintve az elmúlt 50 év videó megfigyelő rendszereinek fejlődésére, megállapíthatjuk, hogy a fejlődés legnagyobb gátját a több mint 50 éves alapokon nyugvó képképzési szabványok jelentik. Mivel a CCTV rendszer a televíziós technikából fejlődött ki, így nagyon sokáig fejlesztések főként e területen történtek, míg a videó megfigyelő rendszerek gyártói némi fáziskéséssel, jobb esetben szinkronban vették át az újdonságokat. A közös műszaki háttér miatt sokáig a gyártásnál sem vált élesen külön e két terület. Nagyon sok közös részegység, részelem, alkatrész ugyanabból a gyártócsarnokból került ki, melynek költségoldalról természetesen voltak előnyei, fejlesztés szempontjából viszont a televíziós technikára támaszkodva a speciális biztonságtechnikai igények kevésbé érvényesülhettek.

A 90-es évek közepétől a videós piac fokozatosan átstrukturálódott. A fejlett országok ipari beruházásai, melyek az olcsó munkaerőt kihasználva infrastruktúrát, technológiát és know-how-t vittek el távol-keleti országokba, meghozták nem várt gyümölcsüket. Egyre több, ezen országokból származó és önálló helyi fejlesztésű termék kezdett el beáramlani mind az európai, mind pedig az amerikai piacra.

Mára az eszközválaszték oly mértékben kibővült, hogy a rendszer elemek kiválasztása és igényekhez történő adaptálása jelentősen megnehezedett.

Ez a feladat egyébként sem könnyű, hiszen ehhez a megrendelői elvárásokat alaposan fel kell tárni és a különböző, a rendszert esetlegesen negatívan befolyásoló környezeti hatásokat fel kell ismerni és ki kell tudni szűrni. A tervezői hiányosságokon túl a telepítő szakmai felkészületlensége, vagy esetleg hanyag, nem megfelelő minőségű és színvonalú telepítése is okozhat bajt.

Sajnos pont ez az a veszély, melynek nagyon sok vagyonvédelmi vállalkozás potenciálisan ki van téve, hiszen Magyarországon igen kevés magas színvonalú szakmai oktatást szerveznek, melyek megkönnyítenék ezen veszélyek elkerülését. Mindezek mellett a nehezen beszerezhető külföldi szaklapok és könyvek mellett nincs olyan magyarnyelvű szakkönyv, mely segítené a szakemberek munkáját ebben a témakörben.

Többek között ezen okok inspiráltak arra, hogy első látásra egy kissé ellentmondásos címmel, de közérthető nyelven egy olyan könyvet írjak a videó megfigyelő rendszerekről, mely egyrészt átfogó ismeretanyagot ad a témával most ismerkedőknek, másrészt segítség lehet a mélyebb ismeretekre vágyó, CCTV rendszerek tervezésével, telepítésével és karbantartásával foglalkozó szakemberek számára is.

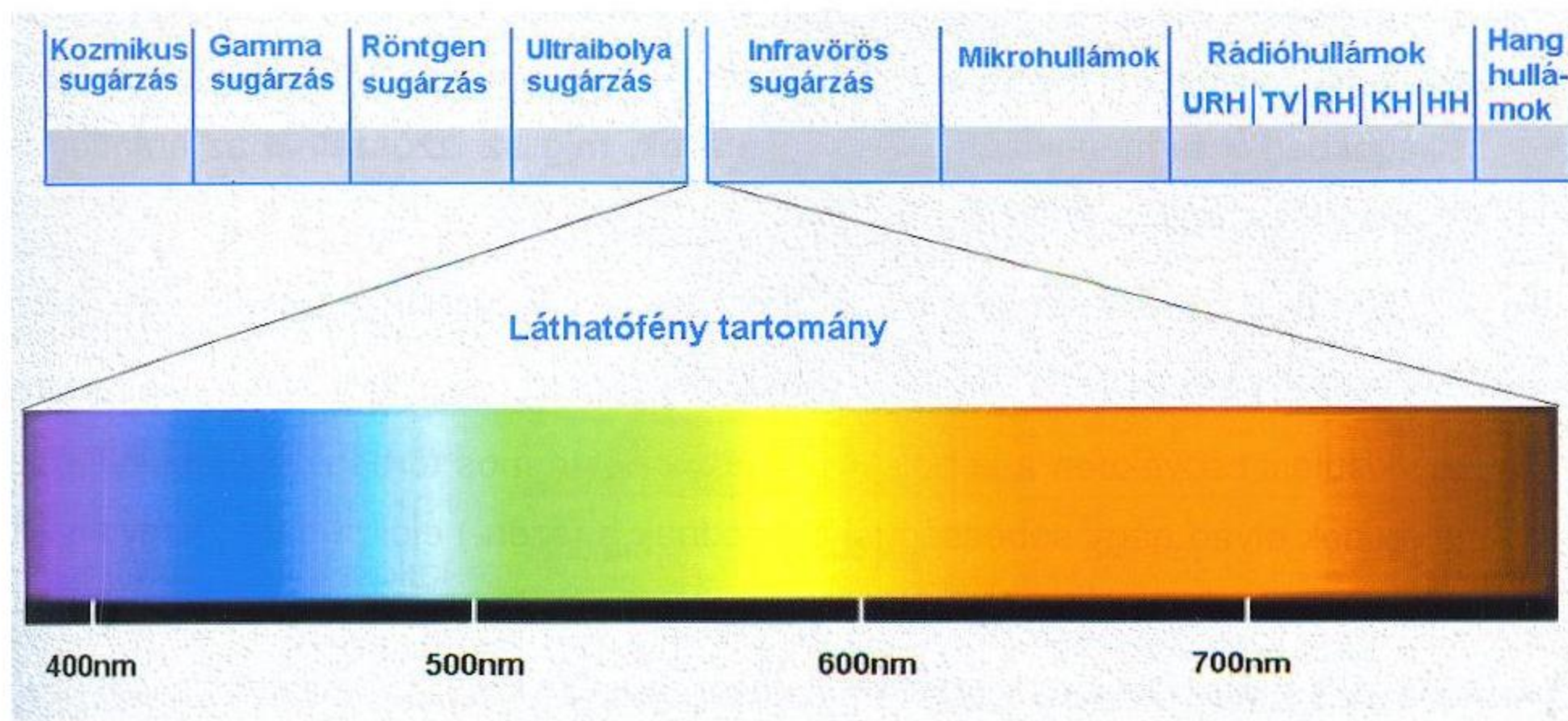
1. A fény

A zártláncú televíziós rendszerek, vagy ahogy az a hazai szakmai köztudatba is bevo-
nult CCTV rendszerek működésének alapvető fizikai feltétele a fény. A CCTV eszközök
segítségével a fény fizikai tulajdonságait felhasználva, energia tartalmát hasznosítva tör-
ténik meg a fény átala-
kítása más energiatípu-
sú jellé, majd visszaala-
kítása látható képi infor-
mációvá. A Maxwell-
féle elektromágneses
fényelmélet alapján
tudjuk, hogy a fény –
fényforrásból kiindulva
minden irányban egye-
nes vonalban – hullám-
mozgással terjedő elek-
tromos térerősség vál-
tozás (elektromágne-
ses hullámzás). Terjedési iránya mentén az elektromos, illetve mágneses erőter peri-
dikusan változik, terjedése transzverzális rezgések formájában történik. Az elektromágne-
ses sugárzás szemmel látható szűk tartományát (kb. 380 nm-780 nm) nevezzük látha-
tó fénynek. (1. ábra)

Név	Hullámhossztartomány	Frekvenciatartomány
Hosszúhullám	3km - 600m	$10^5 - 5 \cdot 10^5$ Hz
Középhullám	600m - 200m	$5 \cdot 10^5 - 1,5 \cdot 10^6$ Hz
Rövidhullám	100m - 10m	$3 \cdot 10^6 - 3 \cdot 10^7$ Hz
Ultrarövidhullám	7,5m - 3m	$4 \cdot 10^7 - 10^8$ Hz
Mikrohullám	1,2m - 3mm	$2,5 \cdot 10^8 - 10^{11}$ Hz
Infravörös fény	600 μ m - 780nm	$5 \cdot 10^{11} - 3,8 \cdot 10^{14}$ Hz
Látható fény	780nm - 380nm	$3,8 \cdot 10^{14} - 7,9 \cdot 10^{14}$ Hz
Ultraibolya sugárzás	380nm - 100pm	$7,9 \cdot 10^{14} - 3 \cdot 10^{18}$ Hz
Röntgen sugárzás	37nm - 6pm	$8,1 \cdot 10^{15} - 5 \cdot 10^{19}$ Hz
Gamma sugárzás	27pm - 0,5pm	$1,1 \cdot 10^{19} - 6 \cdot 10^{20}$ Hz
Kozmikus sugárzás	0,02pm - 0,0002pm	$1,5 \cdot 10^{22} - 1,5 \cdot 10^{24}$ Hz

1. ábra

A tartományon belül a legnagyobb hullámhosszúságú szín a vörös, majd a hullámhossz
csökkenésével a narancs, a sárga, a sárgászöld, a zöld, a kékeszöld, a kék és végül a
még látható legalacsonyabb hullámhosszúságú az ibolya. (2. ábra)



2. ábra

Szemmel ugyan nem látható, de fototechnikai szempontból is lényeges megemlíteni a vörös szín alatti infravörös (Infrared) hősugárzást és az ibolyán túli ultraibolya (Ultra violet) sugárzást is.

1.1 A fény keletkezése

Hogyan is jöhet létre a fénysugárzás? Ennek megértéséhez némi fizikai-, kémiai ismeretekre is szükség van.

Általános természeti törvény, hogy az anyag mindig alacsonyabb energiájú, relatíve stabil állapot elérésére törekszik, miközben energiát bocsát ki. Ha az atommag körül keringő elektronok energiaállapotát valamilyen hatással (pl. melegítéssel) megnöveljük, akkor azok nagyobb energiatartalmat igénylő külsőbb pályára ugranak. A stabil energiaállapot elérése érdekében azonban visszatérnek eredeti pályájukra, miközben fölösleges energiatartalmukat foton formájában kisugározzák. A folyamat eredményeként jön létre a fénykibocsátás.

Attól függően, hogy a kisugárzás hatására az anyag teljes tömegének megváltozik a hőállapota vagy sem, beszélünk **meleg (termikus) fényforrás vagy hideg fényforrásról**. Az első esetben az anyag teljes tömegének hőállapota megváltozik és izzani kezd, míg az utóbbi esetben az elektronok anélkül adják le az energiatöbbletüket, hogy közben környezetüket felmelegítenék.

Alapvetően megkülönböztetünk a természetben energiaátalakulások során bekövetkező természetes, és az emberi beavatkozás eredményeként létrejövő mesterséges fényforrásokat. Áttekintve tehát a fényforrások csoportosítását:

- ↳ A termikus fényforrások esetén a fényt kibocsátó anyag magas hőmérsékletű, pl. izzó fém, gáz vagy gőz. A gerjesztést más és más energiafajta szolgáltatja (pl. a csillagokban a termonukleáris kölcsönhatások, míg az izzószáznál az áramforrás elektromos energiája biztosítja.).
- ↳ A gázkisülési csövekben az elektromos mezőben felgyorsított, egymással ütköző gázrészecskék ionizálják, gerjesztik egymást.
- ↳ Az ívkisülési csövekben a két elektróda közti elektromos térben felgyorsuló ionok, elektronok olyan nagy sebességgel csapódnak a (szén-) elektródába, hogy annak anyagát izzítani kezdik.
- ↳ A lumineszcencia esetén a fényforrás „hideg” marad, gerjesztése mechanikus, optikai, kémiai, az élő anyagban (pl. szentjánosbogár) biokémiai stb. úton történik.

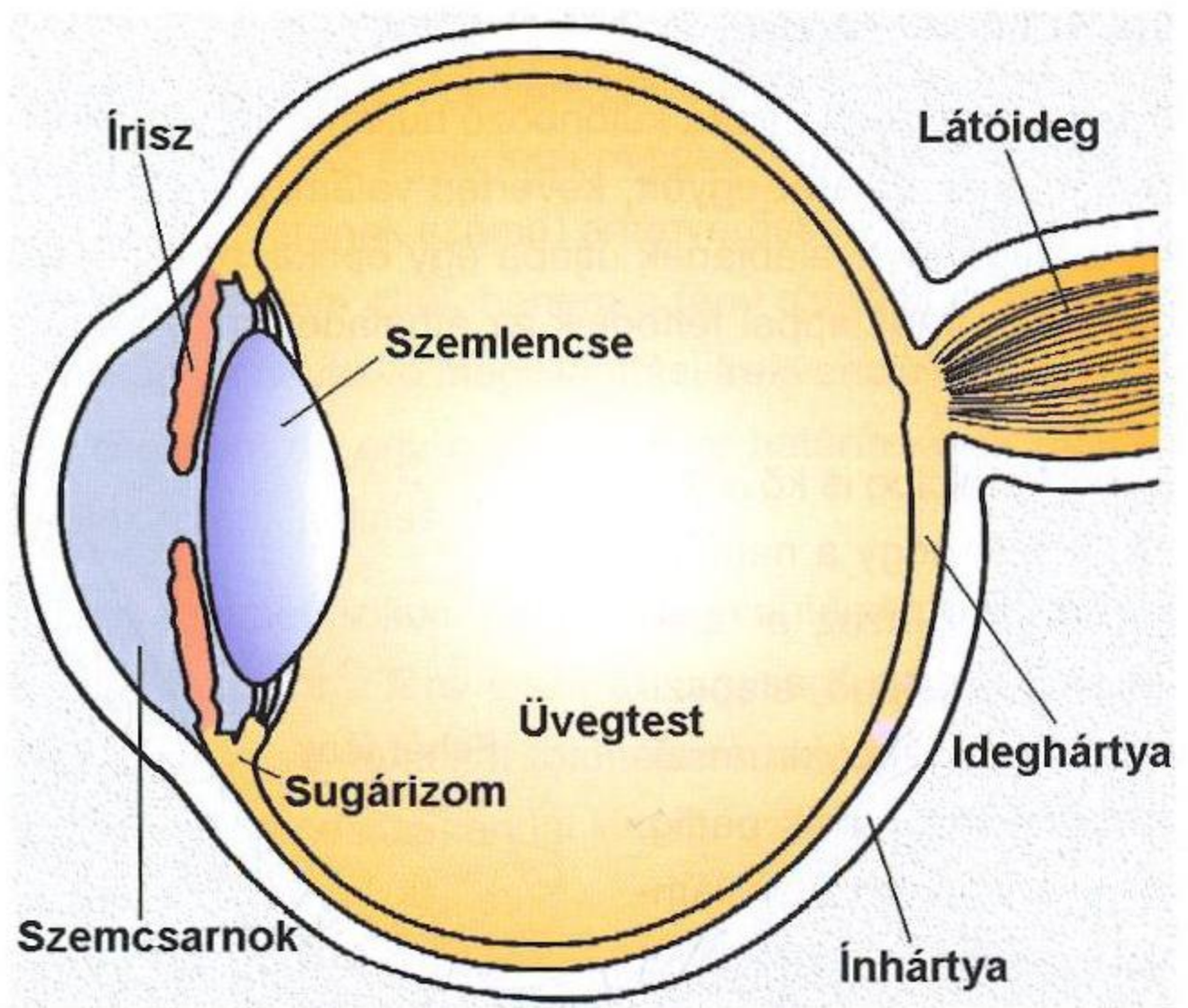
1.2 Az emberi szem

Tegyünk egy kis kitérőt az anatómia irányába annak érdekében, hogy megértsük hogyan is működik az emberi szem, mivel ennek működése és a videós optikai képleképezés között számos párhuzam vonható (3. ábra).

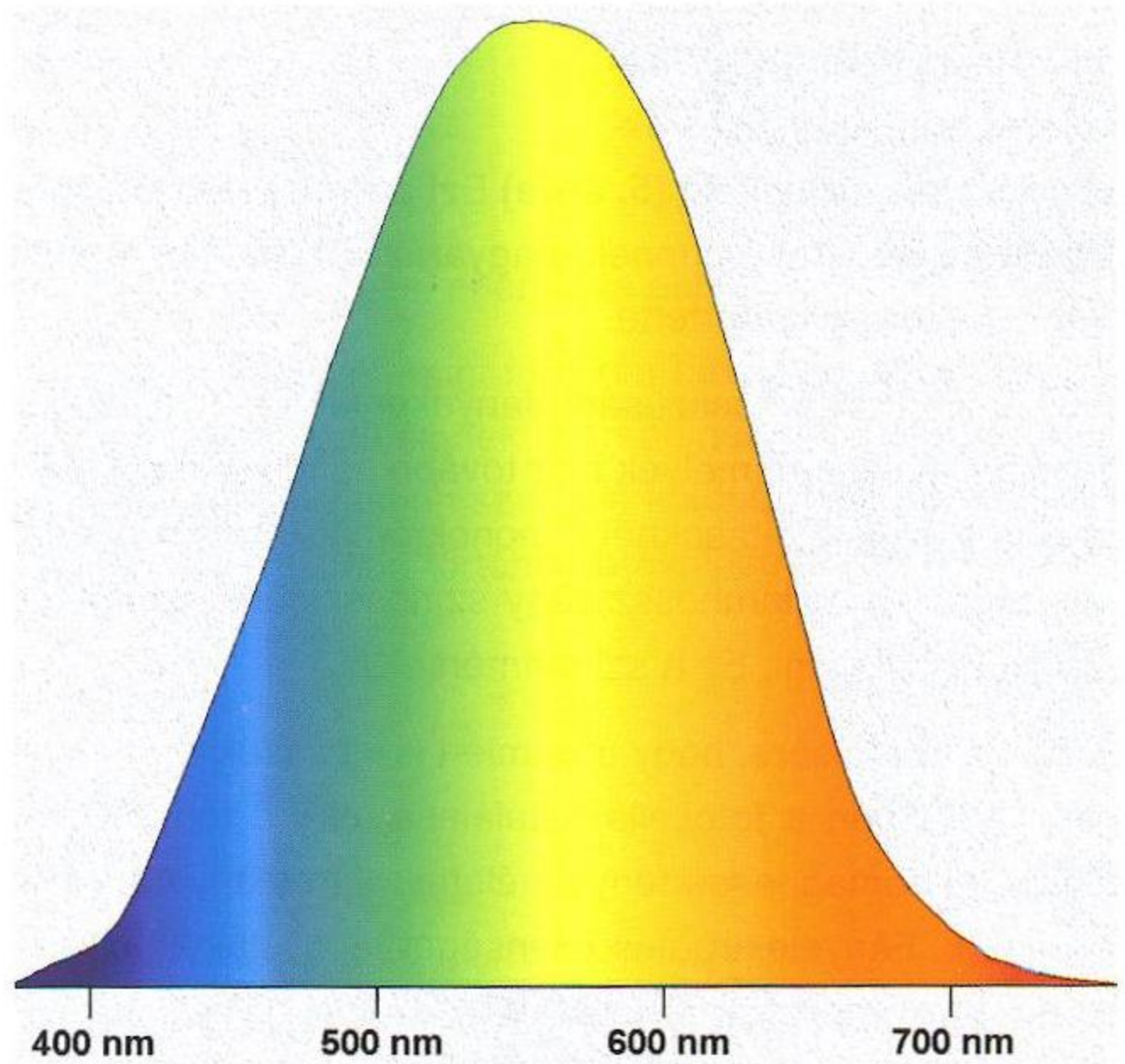
A látott tárgy képét a szemlencse az ideghártya síkjára vetíti. A szemfenéken elhelyezkedő (kb. 0,5 mm vastag) ideghártya több rétegből áll.

A korábbi elméletek közül mára többnyire a Young és Helmholtz nevéhez fűződő, úgynevezett trikromatikus (három szín) elmélet az elfogadott. Eszerint az ideghártyán háromféle csapsejt van, amelyek a bennük lévő különböző festékanyagoktól függően a látható fény vörös, zöld és kék hullámhosszúságú tartományába eső fényre érzékenyek. Az ingerlés hatására ezeknek a sejteknek az együttes jele „keveri ki” azt a színt, amit végül érzékelünk (lásd: színkeverés).

Az ideghártyán találhatóak még a pálcikák is, melyek a gyenge fény felfogására alkalmasak (már kb. 10^{-12} lx megvilágításnál érzékelnek), és nagy felbontást biztosítanak. Ezzel ellentétben a csapok csak kb. 0,1 lx megvilágításnál kezdenek el működni. A legérzékenyebben az 555 nm hullámhosszúságú fényre reagálnak (4. ábra).



3. ábra

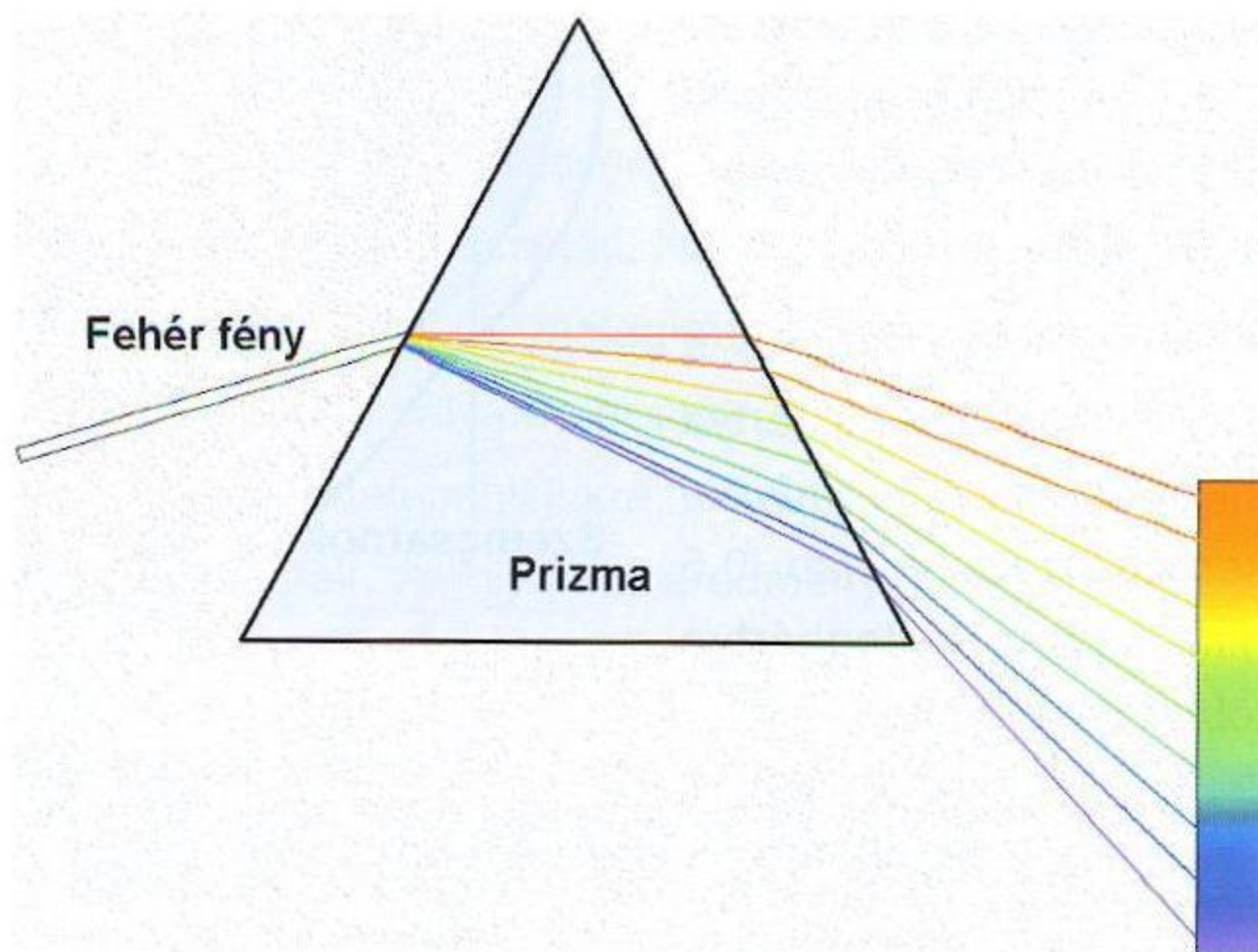


4. ábra

1.3 Színhőmérséklet

A fényforrások általában különböző hullámhosszúságú elektromágneses rezgéseket bocsátanak ki. Ezeket együtt, keverten valamilyen színűnek látjuk. Ezt bizonyítja pl. hogy ha a Nap fénynyalábjának útjába egy optikai prizmat helyezünk, majd a prizma mögött egy fehér papírlappal felfogjuk az áthaladó fényt, akkor a **2. ábra** szerinti színes sávot láthatjuk.

Ebből két dolog is következik. Egyik, hogy a napfény kevert szín, azaz a fehér lapon megjelenő alapszínekből az ún. spektrumszínekből áll. A másik pedig, hogy a különböző hullámhosszúságú rezgéseket (színeket) a törőközeg (prizma) különböző szögben törí meg. Legkisebb törést a vörös oldal szenvedte, míg a törési szög egyre nagyobb, ahogy haladunk a magasabb frekvenciájú ibolyaszín felé (**5. ábra**) Ezt a színszóródást nevezzük diszperziós jelenségnek. Magát a kísérletet és ennek magyarázatát Newton már az 1672-ben és 1704-ben megjelent műveiben ismertette.



5. ábra

Az azonos hullámhosszúságú fényeket kiválasztva kapjuk az ún. monokromatikus vagy egyszínű fényeket, melyek már tovább nem bonthatók fel. A természetben illetve a mesterséges megvilágításoknál a monokromatikus fények nem állnak rendelkezésre, ezért a fénysugárzás hullámhossz vagy színösszetétel szerinti csoportosításához újabb kifejezést kellett kitalálni. Ez a színhőmérséklet.

Annak megértésére, hogy erre miért is van szükség, elég visszamenni a XIX. század végére. 1887-ben a fotocella feltalálása után a fényelektromos jelenségek vizsgálatakor több, elektromágneses fényelmélettel nem magyarázható ellentmondást is tapasztaltak a kutatók. Fényelektromos jelenséget tapasztalhatunk akkor, ha pl. egy negatív töltésű cinklemezt ultraibolya fényvel világítunk meg. Ekkor ugyanis a fény hatására a feltöltött lemez elveszti negatív töltéseit. Alkáli fémeket alkalmazva ezt a jelenséget egy bizonyos hullámhossztól lefelé már a látható fénytartományban is vizsgálhatjuk. Ezt az ún. fotóeffektust használja fel a fotocella, mely lényegében egy légritkított üvegedény, melyben található egy fényérzékeny anyag a fotókatód illetve egy másik elektród az anód.

Ha a két elektródára feszültséget kapcsolunk és a katódot fényel világítjuk meg, akkor a körben mérhető nagyságú fotóáram indul meg. A kísérletek több érdekes, akkor még nehezen értelmezhető eredményt mutattak. Az egyik leglényegesebb, hogy a fotocellánál mért áram erőssége (azaz a kilépő elektronok száma) a fényerősséggel változott, de a kilépő elektronok maximális sebessége nem ettől, hanem a fény színétől (frekvenciájától) függött. Ezen maximális sebesség a növekvő megvilágítási frekvencia hatására növekszik, míg csökkenő hatására csökken, de egy bizonyos $h \cdot \nu$ határfrekvenciánál kisebb megvilágításnál nincs fényelektromos jelenség.

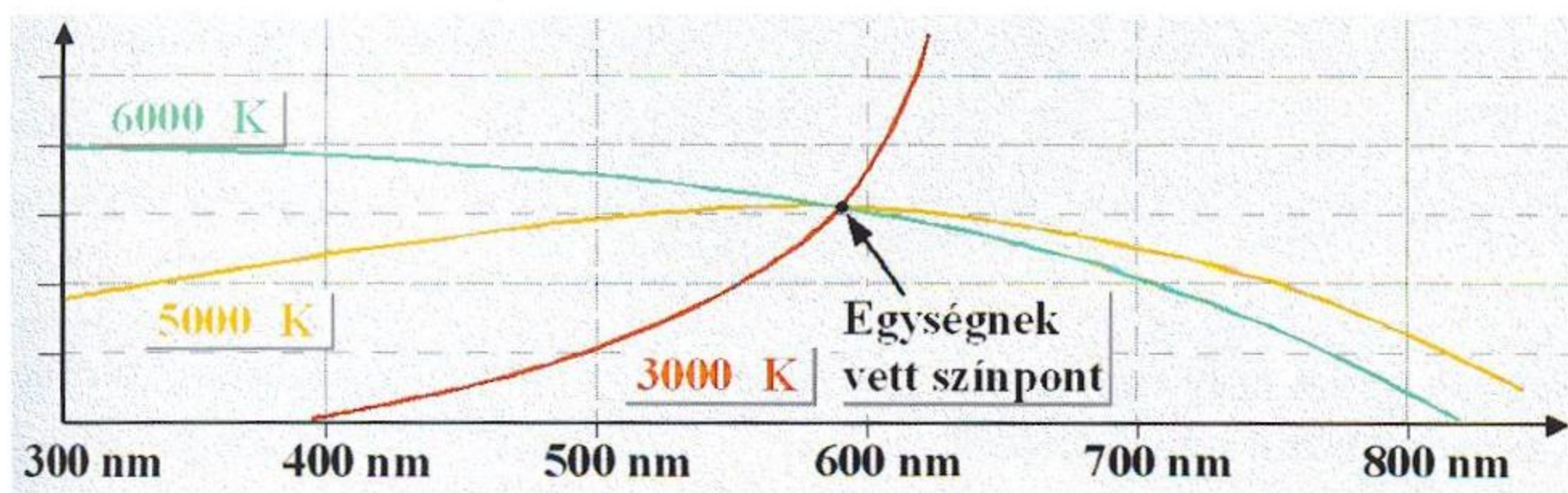
Ezt a jelenséget 1905-ben A. Einstein német fizikus Planck-féle kvantumhipotézisre alapozva megalkotta a foton-hipotézist. Eszerint a fény diszkrét nagyságú ún. fénykvantumokból áll. Ezeket a fényt alkotó energiakvantumokat fotonoknak nevezte el, és rájött, hogy minél nagyobb a fénysugárzás hullámhossza, annál kisebb az energiatartalma, és fordítva.

A foton, mint anyagi részecske segítségével már jól magyarázható a fényelektromos hatás, illetve majd a későbbiekben a képalkotó eszközök működése. A foton a $h \cdot \nu$ energiáját adja át egy elektronnak. Ahhoz, hogy az elektron kiváljon a fémből, egy bizonyos A kilépési munkát kell végezni. Ebből következik, hogy csak akkor jön létre fényelektromos jelenség, ha $h \cdot \nu \geq A$, azaz a fény frekvenciája meghaladja a

$$\nu_0 = \frac{A}{h}$$

határfrekvenciát. Ilyenkor a többletenergia mozgási energiává alakul át.

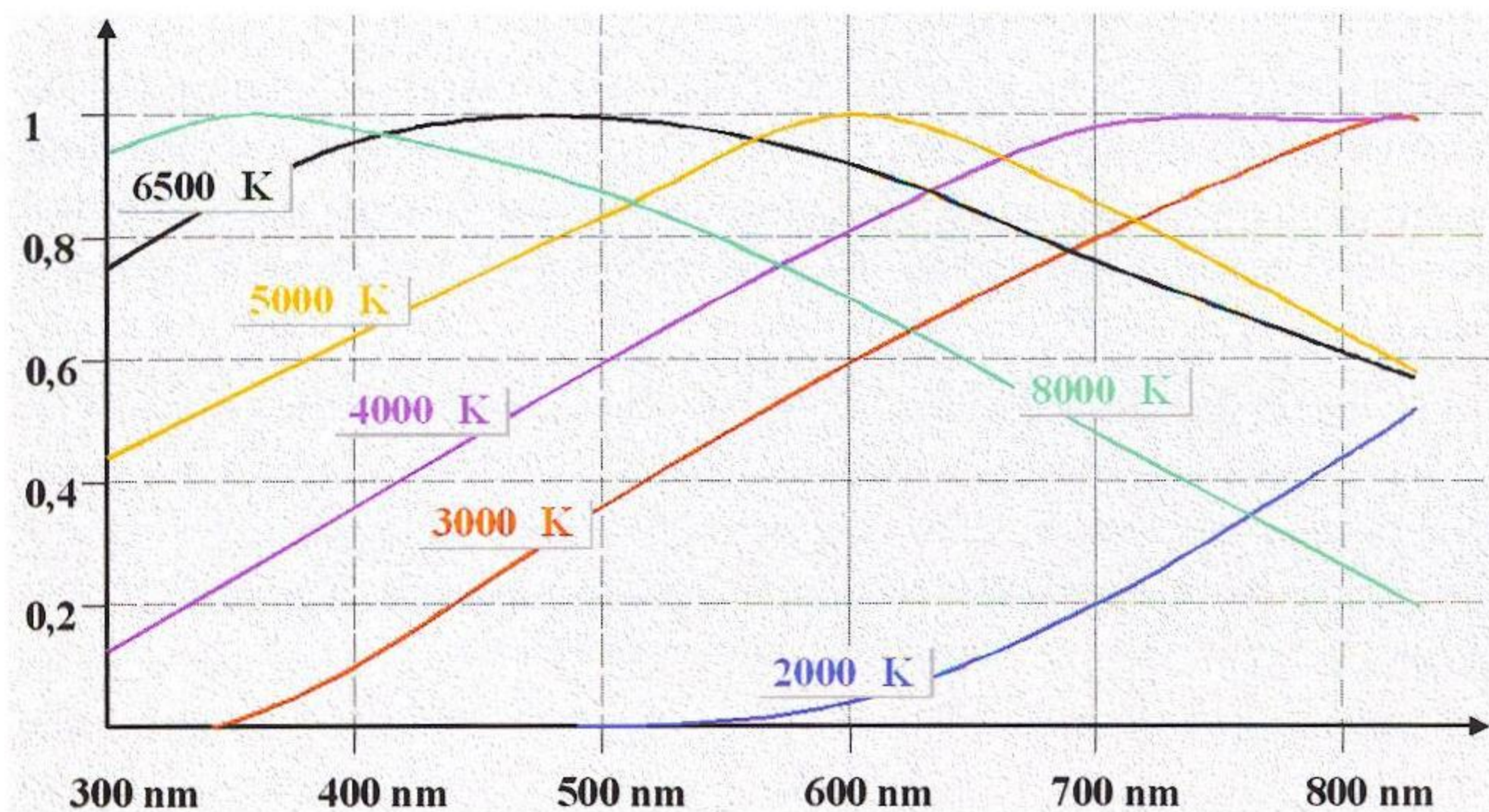
A fentiek alapján már érthető a színhőmérséklet, mint fogalom bevezetésének értelme. Azt, hogy a fénysugárzásban milyen összetételű színek szerepelnek, többféleképpen is ki lehet fejezni. Egyik módszer lehet a fényforrásban szereplő különböző hullámhosszú színek relatív energiatartalmának grafikonon történő ábrázolása (6. ábra).



6. ábra

Ennél az ábrázolási módnál a különböző színhőmérsékletű fényforrások energia sugárzását egy kijelölt, egységnek vett színpontnál azonosnak, 1-nek vették és a többi hullámhosszon történt sugárzást ehhez viszonyították.

Az előzőekben vázolt mérési módnál lényegesen egyszerűbb és kezelhetőbb ábrázolási módszer a fénykibocsátó anyag hőmérsékletének a megadása, ugyanis az izzított test által kibocsátott különböző hullámhosszúságú fénysugarak aránya a fénysugárzó anyag felületének a hőmérsékletével közel arányosan változik. (7. ábra)



7. ábra

A színhőmérséklet pontos definiálásához be kell vezetnünk a fizikában ismert feketetest¹ fogalmát. A színhőmérséklet azt az abszolút fokokban kifejezett hőmérsékletet jelenti, amely hőfokon izzított abszolút fekete test által kibocsátott sugárzás energia-eloszlása azonos az adott fényforrás által kibocsátott sugárzás energia-eloszlásával. Mértékegysége a Kelvin.

Meg kell jegyezni, hogy a színhőmérséklet megadásához az abszolút hőmérséklet mellett használatos még a MIRED, amely az abszolút hőmérséklet reciprokának az 1 millió-szorosa.

$$\text{MIRED} = \frac{1.000.000}{\text{KELVIN}}$$

Az ábrán látható, hogy a spektrálisan legkiegyenlítettebb fényforrások az 5000 K és 6500 K színhőmérséklet között találhatók.

¹ A feketetest olyan sugárzó, mely minden ráeső energiát (sugárzást) elnyel.

Ezalatt a fényforrás nagyobb energiataralommal sugározza a vöröses, míg e felett a kék összetevőket. Az 5000 K színhőmérsékletű fényforrás spektrális energia-eloszlása hasonlít legjobban a konvencionális középnappfény színhőmérsékletéhez.

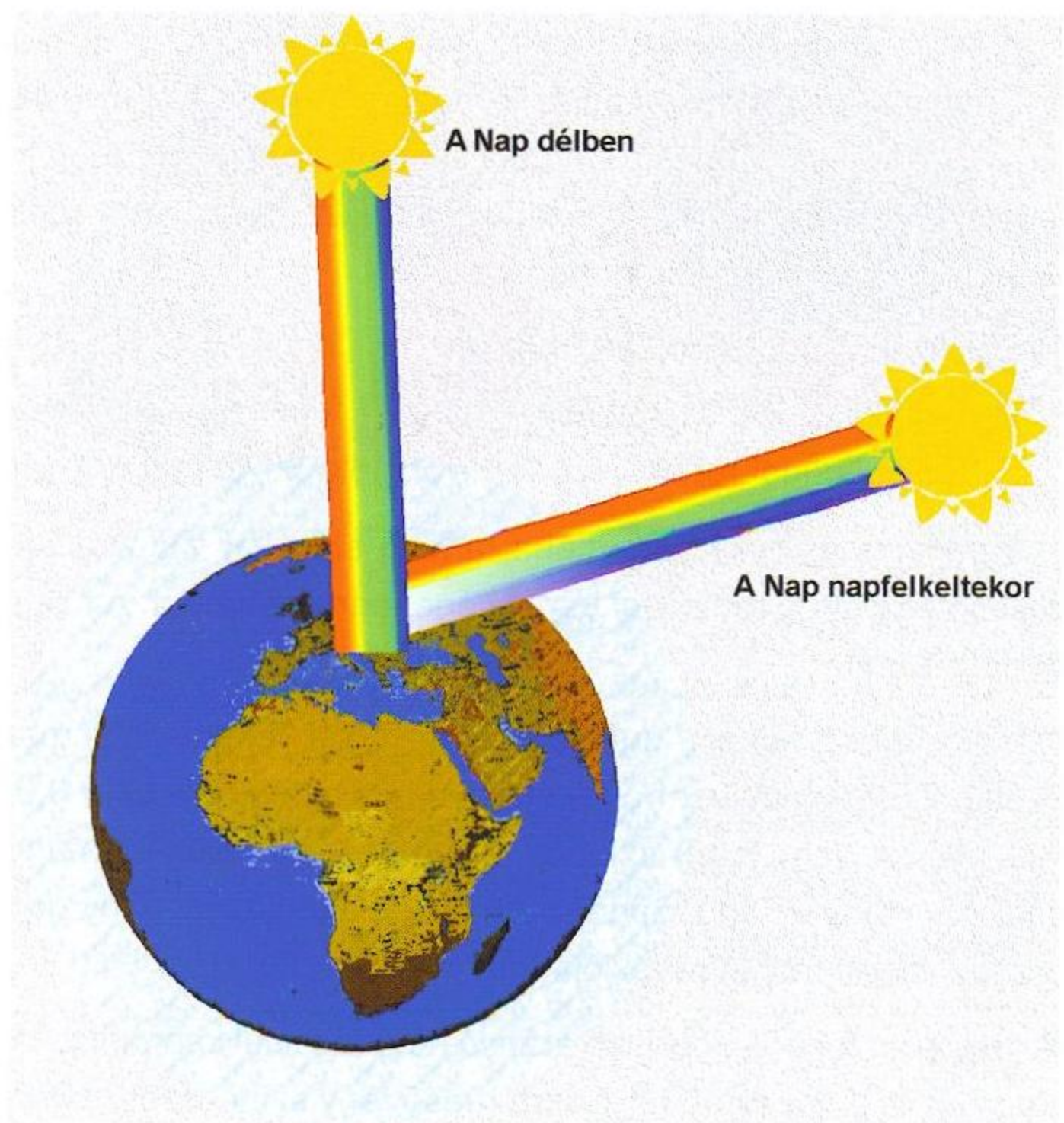
A nappfényben szereplő spektrális színek összetétele nagymértékben függ a napszaktól és az évszaktól (8. ábra). A professzionális fotótechnikában ennek ellensúlyozására színszűrőket alkalmaznak. A táblázat jól szemlélteti, hogy a

Nappfény	Színhőmérséklet
Nap- és égsugárzás alkonyatkor	1900-2400 K
Konvencionális középnappfény	5000 K
Téli délben	5400-5800 K
Nyári délelőtt és délután	5700-6200 K
Nyári délben	6000-6500 K
Felhős, borult ég	5700-5900 K
Kék ég	10000-25000 K

8. ábra

még „állandó” fényforrásnak tekinthető Nap színhőmérséklete is változik a napszak és évszak függvényében. Ennek a magyarázata a következő:

A légkörön áthaladó nappfénynek hajnalban és napnyugtakor jóval hosszabb utat kell megtenni a légkörön keresztül mint délben (9. ábra). A rövid hullámhosszúságú kéksugarak elnyelődnek és szétszóródnak a por, pára, és különböző gázmolekulák hatására, míg a vörös sugarak ezen áthatolnak és kevésbé nyelődnek el.



9. ábra

Az ideális fényforrás a látható tartományban minden hullámhosszon azonos energiamennyiséget bocsátana ki, és ezt ábrázolva egy vízszintes egyenest kapnánk. Ez a fényforrás sugározná az abszolút fehér fényt.

A valóságban azonban a fényforrások a különböző hullámhosszokon eltérő energiával sugároznak, így eltérő színhőmérsékletük van. Szemünk a különböző megvilágításokhoz gyorsan alkalmazkodik, és így akár a szabadban, akár a szobában lévő ugyanazon tárgyat a különböző színhőmérsékletű megvilágítás ellenére is színhelyesen látja. A videó kameráknál azonban ez az alkalmazkodás nem megy ilyen egyszerűen végbe. Itt az ún. fehéregyensúlyt a különböző megvilágításokhoz hozzá kell állítani.(lásd később).

Fényforrás	Színhőmérséklet
Közönséges gyertya	1000 K
Nagynyomású nátriumlámpa	2100 K
Izzólámpa	2500-3200 K
Halogénlámpa	2800-3500 K
Fénycső (meleg fényű)	3400-4300 K
Fénycső (hideg fényű)	4500-7500 K

10. ábra

Néhány természetes, és mesterséges fényforrás jellemző színhőmérsékletét mutatja a 10. ábra.

1.4 A szín jellege

Egy tárgy színe nagyban függ az azt megvilágító fényforrás színhőmérsékletétől, és attól, hogy a tárgy a megvilágító fényből milyen hullámhosszúságú fényösszetevőket nyel el és ver vissza. Ebből a kettőből viszont egyenesen adódik, hogy csak akkor tudja az adott hullámhosszúságú összetevőket visszaverni, ha a ráeső fénysugárzás már eleve tartalmazta az adott komponenst.

A színeket két csoportra oszthatjuk:

- ↳ Színjelleg nélküli semleges színek (fehér, szürke, fekete)
- ↳ Színjelleggel rendelkező tarka színek (pl. kék, sárga, piros, stb.)

A semleges színek csoportjába tartozó színeket világosságukkal jellemezhetjük. Minél kisebb egy tárgy reflexió² képessége, annál sötétebb a színe. Az ideális fekete test reflexiója zérus.

A valóságban ismert legfeketebb anyag a fekete selyembársony, melynek reflexiója 0,002. (Viszonyításként a fekete nyomdafesték reflexiója 0,04.) A nagy reflexiójú anyagok világos vagy fehér színűek. A legfehérebb felületet magnéziumoxiddal lehet előállítani úgy, hogy az égő magnézium füstjét alumínium, vagy porcelán felületre lecsapatjuk. Az így kapott felület reflexiója 0,97.

A fekete és fehér különböző arányú keverékeivel kaphatjuk meg az eltérő árnyalatú szürke színt. A tarka színű tárgyakra ráeső fény színösszetétele visszaverődéskor megváltozik. Attól függően, hogy milyen hullámhosszúságú fénysugarakat ver vissza, látjuk vörösnek, zöldnek, vagy kéknek.

² Fényvisszaverő

A többi hullámhosszúságú fényösszetevőket az anyag nagy részben elnyeli. A fény, hullámhossz szerinti különböző mértékű elnyelése vagy visszaverése a remisszió. Nagyságát az anyagra eső fény mennyiség és a visszavert (remittált) fény mennyiség arányának a hányadosa fejez ki.

A természetben számos olyan szín megtalálható, amelyeket a spektrum színek nem tartalmaznak. Ilyenek pl. a rózsaszín, a barna, stb. Ezeket a színeket színkeveréssel hozhatjuk létre. A színkeverésnek két fajtája ismeretes (**11. ábra**):

- ↳ Az **additív** színkeverési módnál a vörös, zöld és kék alapszíneket keverjük megfelelő arányban. (Ezen az elven alapszik a színes televízió, ahol is a képernyőn egymás mellett felvillanó három alapszín – kihasználva szemünk véges felbontó képességét – szemünkbe jutva valamilyen kevert szín érzetét kelti.)
- ↳ **Szubsztraktív** színkeverés esetén a fehér fényből egy vagy több fényt kiszűrve kaphatjuk meg a kívánt színárnyalatot. A színkeverésre sárga, bíbor és kékeszöld (cián) szűrőket használunk.

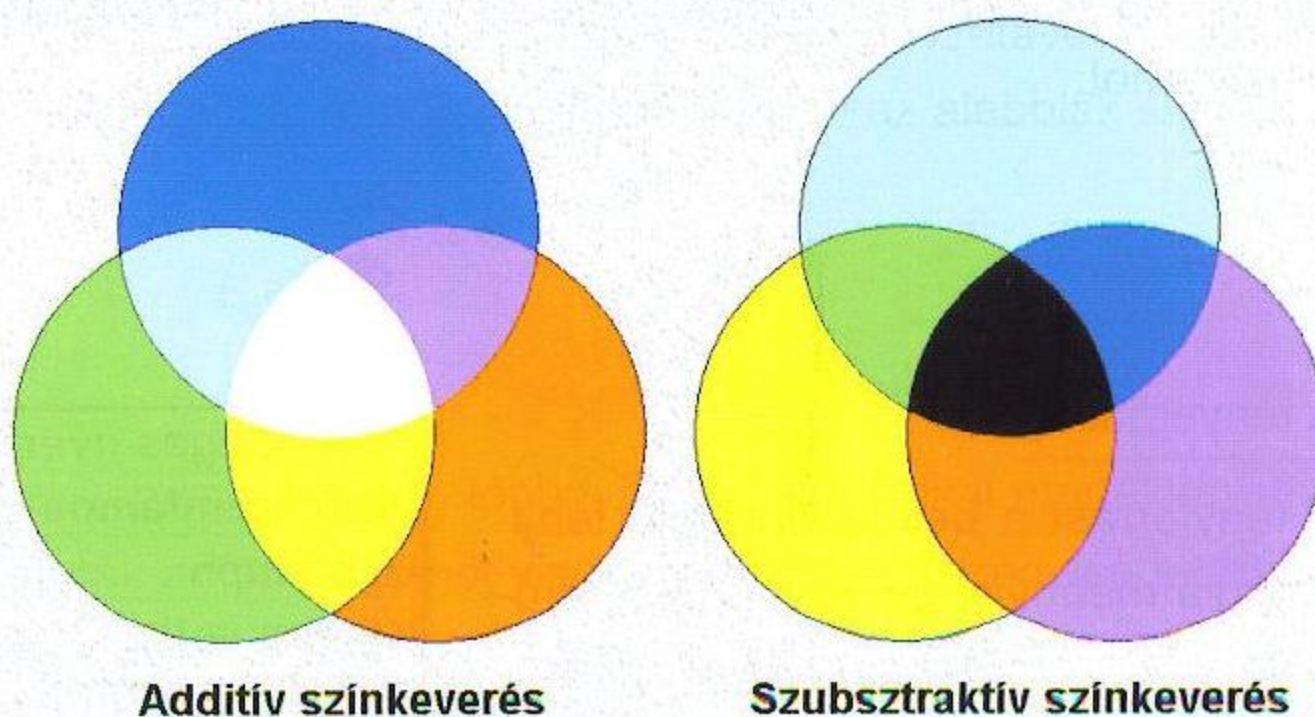
Ha két szín additív keverése fehérre ad, akkor ezek a színek egymásnak kiegészítő, vagy más néven komplementer színei.

A két színkeverési eljárással még fogunk találkozni a későbbiekben, hiszen additív színkeverésen alapszik a színes

képcsövek színmegjelenítése, illetve szubsztraktív eljárást használnak a színes videó printerek a képek nyomtatásakor.

Érdekességként érdemes megemlíteni, hogy a színes fényképezésnél mindkettő eljárást alkalmazzák. Az additív eljárás során a fényképezőgépbe belépő fényt fotográfias úton vörös, kék, és zöld komponenseire bontják, és a negatív kép segítségével olyan arányban keverik a három alapszínt, hogy a fényképen a reprodukálni kívánt téma eredeti színei jelenjenek meg.

A szubsztraktív eljárásnál a pozitív rétegeken a vörös, kék, és zöld fényvel felvett negatív kép, kiegészítő színeiben (sárgában, bíborban és kékeszöldben) jelenik meg. Az eredeti színeket az egymásra helyezett három pozitív réteg adja vissza.



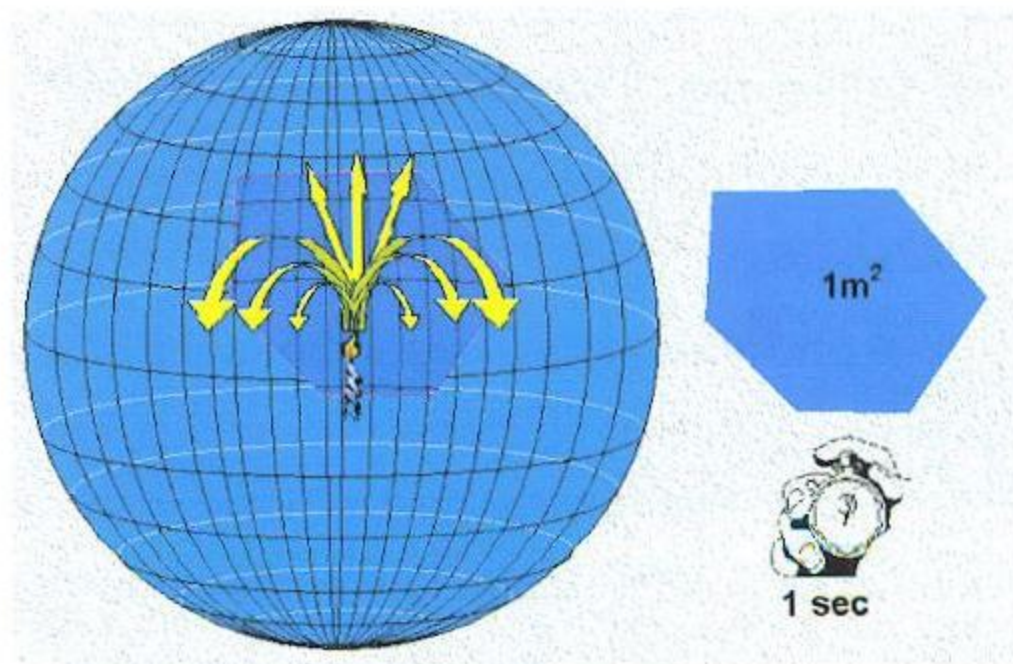
11. ábra

1.5 Fénytani mértékegységek

Az első fejezet végén nézzük át azokat a fénytani mértékegységeket, melyekkel találkozhatunk a videó rendszerek tervezése, telepítése kapcsán.

A fényáram

A fényforrásból meghatározott térszögbe kisugárzott látható fény mennyisége a fényáram. A fényáram mértékegysége a lumen (lm). 1 lumen fényáramot sugároz ki az 1 kandela fényerősségű pontszerű fényforrás 1 s alatt 1 m sugarú gömb 1 m² felületére, (1 szteradián térszögbe.) A térszög a gömbből kimetszett felület és a gömbsugar négyzetének a hányadosa (**12. ábra**).



12. ábra

Az izzólámpák „teljesítményét” általában fényáramban adják meg (pl. TUNGSRAM 9211, 300W, 220V projekciós izzó fényárama: 6900 lm). Matematikailag is meghatározhatjuk a **dt** idő alatt kisugárzott **dW** fényenergia segítségével a fényáramot:

$$\Phi = \frac{dW}{dt}$$

A fényerősség

A fényforrást a belőle kiáramló fényenergia mennyiségével, annak mérőszámával, mértékegységével jellemzik. A fényforrás erősségét, az a fényenergia mennyiség határozza meg, amelyet a fényforrás 1 s alatt 1 m sugarú gömb 1 m² felületére sugároz.

Közönséges gyertya	0,5-1 cd
Petroleumlámpa	5-50 cd
Izzólámpa	60 cd
Kisebb vetítőlámpa	500-2000 cd
Mozigép vetítőlámpája	20000 cd
Légvédelmi fényszóró	10-800 millió cd

13. ábra

A fényerősség egysége a kandela (cd). 1 cd fényerősségű, a platina olvadáspontján (1769 °C-on) izzó 1 cm² felületű fekete test fényerősségének a 60-ad része. A fentiek szerint a teljes térszögbe az 1 cd fényerősségű fényforrás 1 s alatt **4π lm** fényáramot sugároz. A fényerősség matematikailag a **dγ** térszögbe kisugárzott **dΦ** fényáramból is származtatható az alábbiak szerint:

$$I = \frac{d\Phi}{d\gamma}$$

Néhány fontosabb fényforrás fényerősségét szemlélteti a **13. ábra**.

Fénysűrűség

A színes felület vagy pont világosságát a fénysűrűséggel adhatjuk meg. Szemünk a megvilágított A_2 felület ún. felületi fényességét érzékeli. Ez, az adott felületen az adott irányba kisugárzott fényerősség, valamint a felületelem ezen irányra merőleges vetületének a hányadosa, azaz

$$L_v = \frac{dI_v}{dA_2 \cos \alpha}$$

A fénysűrűség egysége a cd/m^2 . Használatos még a „nit” elnevezés is.

Megvilágítás

Valamely felületre eső fényáramnak az adott felülettel képzett hányadosa a megvilágítás. A látható fényű megvilágítás erősségének a mértékegysége a lux (lx). 1 lx a megvilágítás az 1 cd fényerősségű fényforrás körül az 1 m sugarú gömb belső felületén. A megvilágítás erőssége a fényerősséggel egyenesen, a távolság négyzetével fordítottan arányos. Bevezetve a dA felület fogalmát a megvilágítás felírható az alábbiak szerint:

$$E = \frac{d\Phi}{dA}$$

A videó megfigyelő rendszerek tervezése során többnyire ezzel a fizikai mértékegységgel találkozunk, hiszen a kamerák a környezetből visszaverődő fény mennyiségét használják fel a működéshez. Ebből kifolyólag a környezeti megvilágítás mérése egyes extrém telepítési feladatoknál elengedhetetlenül fontos. Erre a célra, célszerű vásárolni a fotótechnikából jól ismert fénymérőt, vagy más néven luxmérőt. Ilyen készüléket szemléltet a **14. ábra**.

Lényeges hangsúlyozni, hogy ezen mértékegységről csak a látható fényű megvilágításnál beszélhetünk.



14. ábra

A fotometriában használatos fényáram, fényerősség, fénysűrűség és a környezeti megvilágítás fogalmak sugárzásmennyiségeire vonatkozó analógiáját is megtalálhatjuk. Ezek ugyanebben a sorrendben a sugárzott teljesítmény, sugárerősség, sugársűrűség és a besugárzott felületi teljesítmény. Ez utóbbival találkozhatunk a CCTV rendszereknél. Számolása a dQ (wattban megadott) sugárzott energia ismeretében a

$$E_s = \frac{\frac{dQ}{dt}}{dA} = \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

képlettel történhet, melyből a számlálóban található hányados a sugárzott teljesítmény. 555 nm-es hullámhossz-tartományban 680 lumen fényáram felel meg 1 W sugárzott fényenergiának. Ez az érték a szem spektrális érzékenységének megfelelően az infravörös, illetve az ibolyán túli tartomány felé fokozatosan csökken. 700 nm-nél 2,8 lm, míg 400 nm-nél 0,27 lm.

E kis kitérő után nézzünk meg néhány fontosabb környezeti megvilágítási értéket (**15. ábra**). Az itt feltüntetett értékek természetesen csak tájékoztató jellegűek, a nagyságrendeket azonban jól szemléltetik. A videó rendszerek tervezése során felmerülő megvilágítási problémákra, illetve a megfelelő minőségű képalkotáshoz szükséges környezeti megvilágítás kiszámolására a későbbiekben még részletesebben kitérünk.



- Csillagos éjszaka (kb.0.0001 lx)
- Telihold (kb.0.05 lx)
- Gyertya fény (10-15 lx)
- Utcai megvilágítás (5-10 lx)
- Szürkület (kb.10 lx)
- Vonatállomás peron (kb.300 lx)
- Áruházak, bevásárló központok (kb. 500-700 lx)
- Jól megvilágított szoba (1.000 lx)
- 1 órával a naplemente előtt tiszta égbolt mellett (1.000 lx)
- 1 órával a napfelkelte után felhős időben (2.000 lx)
- 10 órakor felhős időben (25.000 lx)
- Délben felhős időben (32.000 lx)
- 15 órakor tiszta égboltnál (35.000 lx)
- 10 órakor tiszta égboltnál (65.000 lx)
- Délben tiszta égbolt mellett (100.000 – 1.000.000 lx)

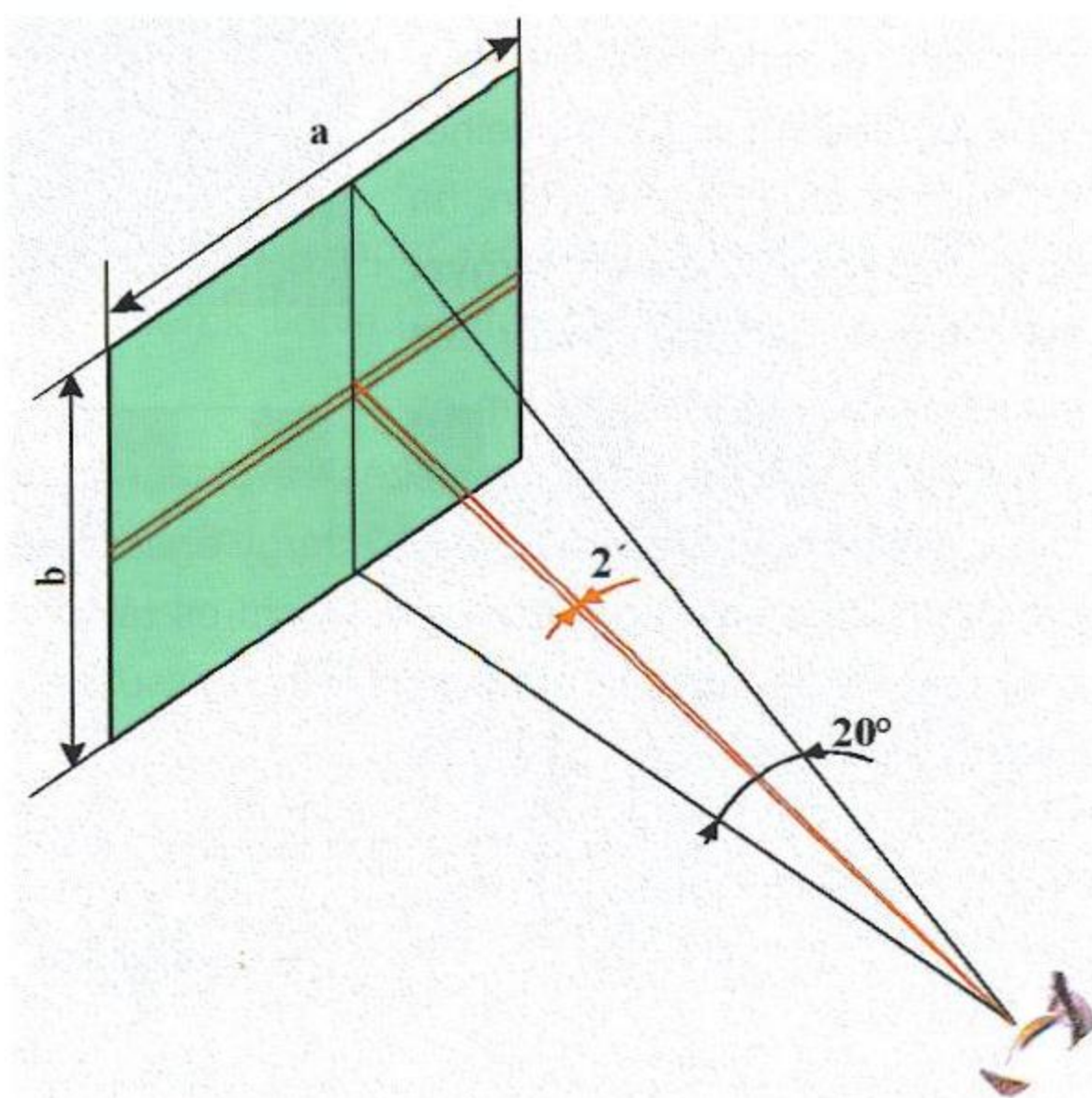
15. ábra

2. A képképzés alapjai

Mielőtt rátérünk a különböző képleképező eszközök részletes ismertetésére, elkerülhetetlen, hogy röviden említésre kerüljön a televíziós műsorszórás, illetve a képátvitel alapjai. Természetesen a könyv keretei nem engedik meg, hogy ezen részről teljes és átfogó ismeretet nyújtson, azonban a videó rendszerek telepítéséhez szükséges alapjellemzők ebben a fejezetben megtárgyalásra kerülnek. A téma iránt részletesebben érdeklődők számára jó néhány kiváló hazai szakkönyv áll rendelkezésre.

2.1 A szem felbontóképessége

Mint az a 1.2 fejezetben ismertetésre került, a szem egyik legfontosabb képképező eleme az ideghártya. Az ideghártyát ért fény és színingerek külön-külön, mint pontok halmaza kerülnek az agyba, ahol ezen ingerhalmaz képpé áll össze. A szemlencse megfelelő, éles képleképezése esetén sem végtelen a szem felbontó képessége. Amikor adott távolságból nézve két egymás mellett lévő pontot egymáshoz közelítünk, akkor egy bizonyos távolság után a két pont



16. ábra

„egybefolyik”, vonallá egyesül. Ez annak köszönhető, hogy a két pontból szemünkbe érkező fénysugarak már ugyanazon idegvégződést ingerlik. Ez fordítva is igaz, vagyis két pontot akkor tudunk egymástól megkülönböztetni, ha a róluk érkező fénysugarak különböző idegvégződést stimulálnak. Mivel a fényérzékelést végző idegvégződések nem ugyanolyan távolságra vannak egymástól, mint a színt érzékelők, így a szem felbontóképessége világosságváltozásra kb. 2 szögperc (**16. ábra**), míg színezettség változásra lényegesen rosszabb, kb. 8-10 szögperc.

Ez a tulajdonság nagyon lényeges a televíziós képképzésnél, így ugyanis egy folytonos vonal megjelenítését, megfelelő távolságban és egyvonalban levő pontok halmazával tudjuk megvalósítani.

2.2 Televíziós kép

Ha kellően közelről figyelünk meg egy televíziós képcsövet, akkor az önálló képpontok szabad szemmel is felfedezhetők. A teljes kép pontok halmazából áll össze (17. ábra).

Felvetődik a kérdés, hány képpontból álljon egy televíziós kép. A pontos megválaszoláshoz meg kell ismerkednünk a látószög fogalmával is. Megfigyelhető, hogy normál látás esetén, ha egy 10 cm x 10 cm-es tárgyat kell megvizsgálnunk, akkor azt szemüinktől mérve kb. 25 cm-es

távolságból tesszük meg. Ezt nézési távolságnak nevezzük. A nézési távolságot akaratlanul „állítjuk be” mindig úgy, hogy a tárgy egésze kényelmesen beleférjen a látómezőnkbe. Az előző példánál maradva a 25 cm-es távolság kb. 20°-os ránézési szögnek felel meg. Így ebbe a szögbe annyi sort kell belezsúfolni, hogy azok távolsága maximum 2 ívperc lehet, azaz :

$$\frac{20^\circ}{2'} = 600 \text{ sor}$$

Magyarországon a Németországból átvett ún. CCIR³-szabványt alkalmazzuk, mely a sorok számát 625 sorra rögzíti. Más országok ettől különböző értékben állapították meg a szükséges sorok számát, de mindegyik értékre igaz, hogy az felírható valamilyen kis értékű páratlan számok szorzataként.

Anglia	3·3·3·3·5 = 405 sor
Franciaország	3·3·7·13 = 819 sor
USA, Japán	3·5·5·7 = 525 sor
EU országok	5·5·5·5 = 625 sor

³ CCIR: fr. röv.: Comité Consultatif International des Radiocommunications (Nemzetközi Hírközlési Tanácsadó Bizottság)

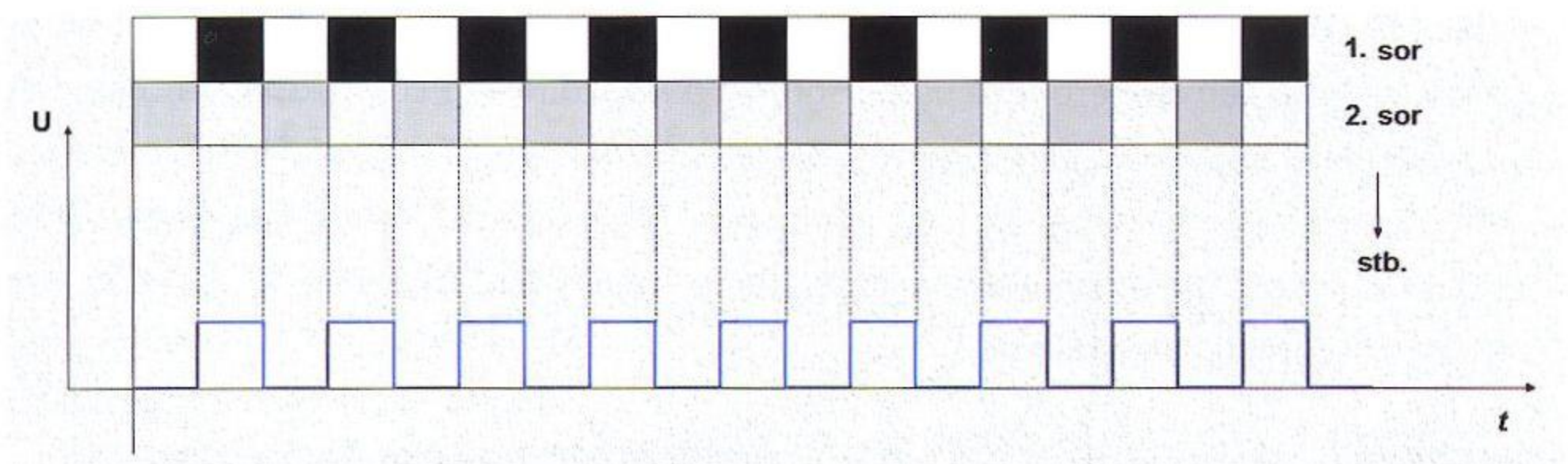
Ezek után számoljuk ki, hogy egy sor hány pontot tartalmaz. A televíziózás hőskorában a kép oldalarányát 4:3-ra választották, azaz, ha a kép függőlegesen 625 pontot (sort) tartalmaz akkor vízszintesen

$$625 \cdot \frac{4}{3} = 600 \text{ sor}$$

pont található egymás mellett. A kép teljes felületén pedig

$$625 \cdot 833 = 520.625$$

képpont található. Tételezzük fel, hogy egy olyan képet kell megvalósítanunk, amin az egymás mellett lévő pontok váltakozva fehérek illetve feketék (**18. ábra**).



18. ábra

Ekkor két egymás mellett lévő pont alkot egy jelperiódust, azaz a teljes kép átviteléhez szükséges frekvencia:

$$\frac{520 \cdot 625}{2} \approx 260,3 \text{ KHz}$$

Ezzel a sebességgel természetesen másodpercenként csak egy kép megjelenítése történne meg, ami egy folyamatos mozgásnál egy töredezett, stroboszkóp hatású képsorozatot eredményezne. Ezért ezt a jelfrekvenciát meg kell növelni addig, amíg a képfrissítések frekvenciáját a szem már nem tudja követni. Ezt viszonylag alacsony frekvencián kb. 23-24 Hz környékén elérjük. A hazai televíziózásnál ezt a képfrekvenciát úgy alakították ki, hogy az az elektromos hálózati frekvenciával egész számú viszonyt alkosson, így a 25 kép/s képfrekvencia került bevezetésre. Ekkor a szem már nem érzékeli a szakaszosságot, hanem folyamatos mozgásnak látja a vetített képet, viszont a szemünkbe jutó fény ennél a frekvenciánál még bántóan villózik.

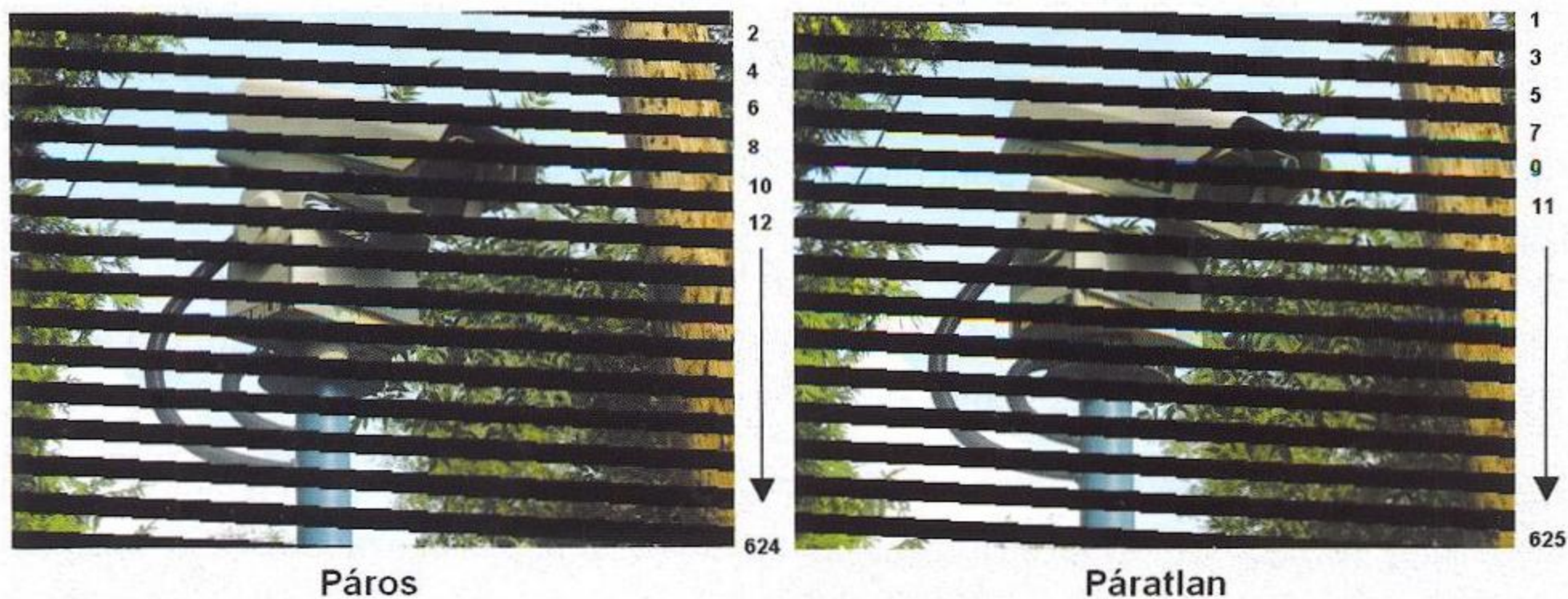
Látszólag egyszerűnek látszik nagyobb képfrekvencia alkalmazása, azonban ez arányosan növelné a sáv szélességet, ami aránytalanul drágává tenné a teljes átviteli rendszer kiépítését. Hiszen ha másodpercenként 50 képet továbbítanánk akkor az előbb említett példa alapján a maximális sáv szélesség:

$$f_{max} = \frac{625 \cdot 833 \cdot 50}{2} \approx 13 \text{ MHz}$$

Ilyen sáv szélességű átviteli rendszerek, illetve televíziós készülékek gyártását a II. világháborút követő technikai színvonal nem tette lehetővé, ezért a sáv szélesség csökkentésére valami más megoldást kellett keresni.

2.3 Váltott soros képletapogatás (Interlaced scanning)

Ennek megvalósítására egy nagyon szellemes módszert alkalmaznak. A másodpercenkénti 25 képet 2 félképre bontják. Az egyiket a páratlan sorok, a másikat a páros sorok alkotják (**19. ábra**). Így a páratlan sorok alkotta félkép felrajzolását követően az elektron-sugár visszafut a kép tetejére és a páros sorokat az előző félkép sorai „közé” rajzolja. Ezzel a megoldással a villogási frekvenciát másodpercenként 50-re növeltük, ami már nem zavaró. Tekintettel arra, hogy az információ, amit másodpercenként megjelenítünk (25 kép) nem változott, így elkerültük a sáv szélesség növekedését is, azaz a sáv szélesség a 13 MHz-ről 6,5 MHz-re csökkent.



19. ábra

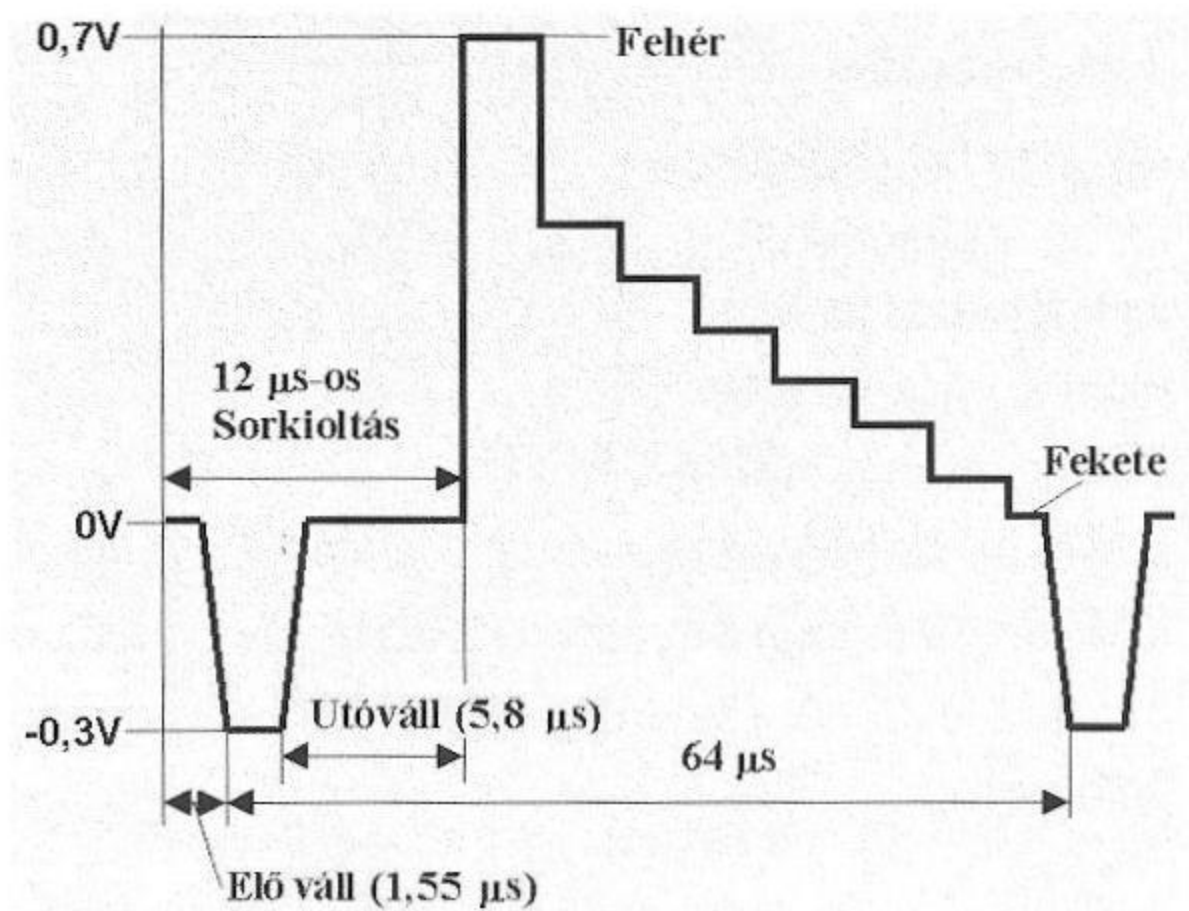
A valóságban a **18. ábra** szerinti kép szinte soha nem fordulhat elő, ezért ezt a sáv szélességet is tovább csökkentették és a legmagasabb átviteli frekvenciát 5,5 MHz-ben határozták meg. Így az átvitt frekvenciatartomány közel 0 Hz és 5,5 MHz közé esik. A váltott soros képfelépítést már a képképzésnél létre kell hozni.

2.4 Szinkronjelek

Annak érdekében, hogy a képfelépítéskor - a későbbiekben részletesebben ismertetésre kerülő - elektronsugár pontosan tudja, hogy mikor kell a sor végétől a sor elejére, illetve a kép aljáról a kép tetejére ugrani, a videojelet szinkronjelekkel is ki kell egészíteni. Az előbbiek miatt létezik tehát ún. sorszinkron-, illetve képszinkronjel. A szinkronjelekkel kapcsolatosan több követelmény is felmerül. Ezek közül a legfontosabb, hogy a szinkronjeleket úgy kell kialakítani, hogy

- ↳ az a videojellel együtt továbbíthatók legyenek és azzal egy időfüggvényt alkossanak, hogy ne legyen szükség külön átviteli csatornára,
- ↳ a két fajta szinkronjelet egymástól, illetve a videójeltől is viszonylag egyszerűen kell tudni elválasztani,
- ↳ a sorszinkron és képszinkron között stabil időbeli kapcsolat legyen,
- ↳ A szinkronjelek a kép eredeti tartalmát ne befolyásolják, a képben ne okozzanak semmiféle „zavart”.

Ezek után nézzük meg, hogy ezeket a követelményeket hogyan sikerült a gyakorlatba átültetni. A **20. ábra** egy szinkron jeleket is tartalmazó ún. összetett videojelet, vagy más néven kompozit jelet ábrázol. Szokásos még a **BAS** jel elnevezés is. A három betű a három főbb összetevő rövidítését jelenti. Ebből **B**-vel jelöljük a képjelet. Ennek értéke 0V-tól 0,7V-ig terjedhet. A 0V felel meg a fekete szintnek, a 0,7V pedig a fehérnek. A két érték között a különböző szürkeátmeneteket lehet megjeleníteni.



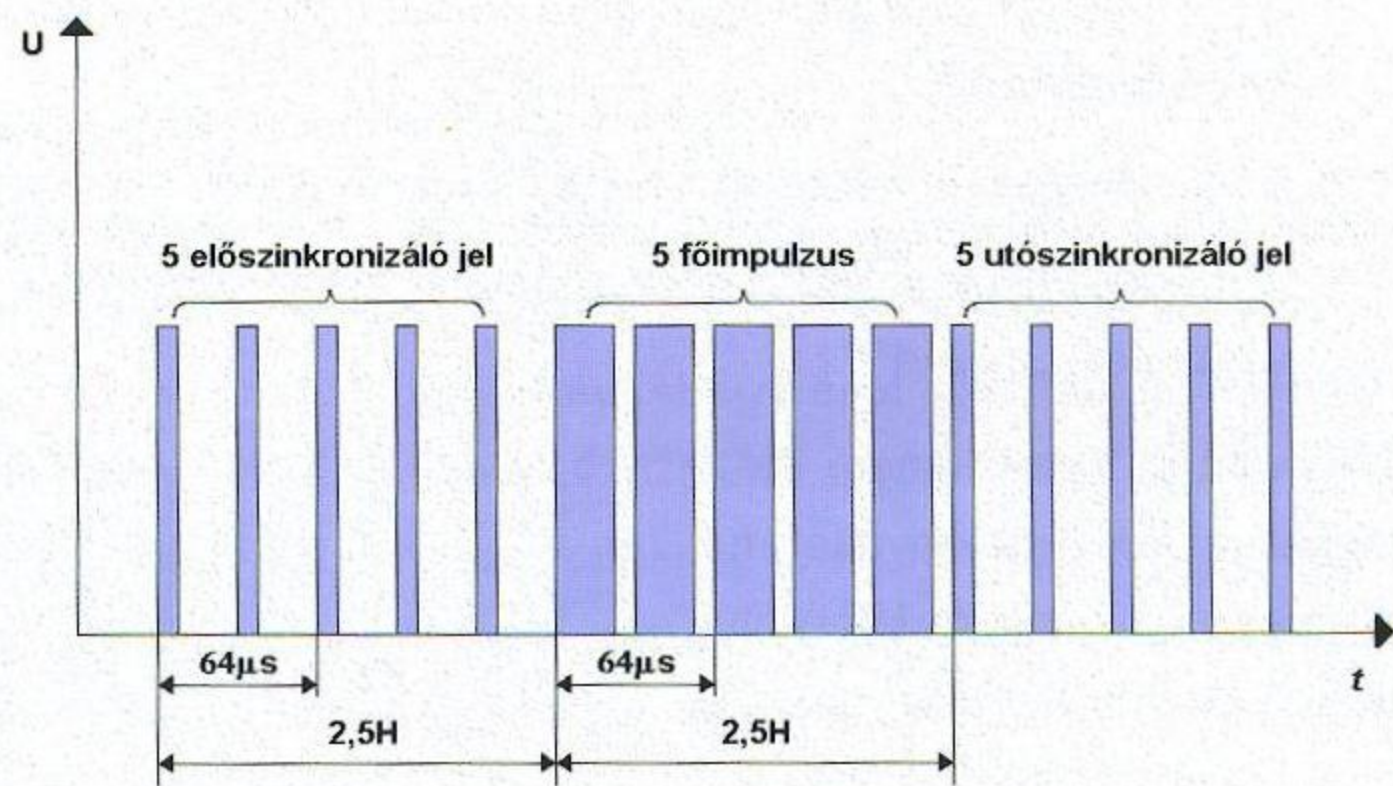
20. ábra

Érdeemes megjegyezni, hogy találkozni olyan kamera beállításokkal, ahol a gyártó a feketeszintet szándékosan 10-20 mV-tal nagyobbra állítja a kioltó szinthez képest. Így a kép kevésbé megvilágított részei is még láthatók, ezzel a megoldással azonban a sötétebb képrészletek lényegesen zajosabbá válnak. A **20. ábrán** az egyszerűség kedvéért csak néhány képponthoz tartozó világosság érték lett megrajzolva. A valóságban természetesen minden pontelemhez tartozik valamilyen világosság érték.

A **B** jel két sorszinkronjel közé van ágyazva. A szinkronizáló jel betűjele az **S**. A szinkronjel két oldalán található a kioltójel, melynek betűjele az **A**. Ennek van egy rövidebb előváll része és egy hosszabb utóváll szakasza. Jól látható, hogy a szinkronjel a fekete szintnél is „feketébb”, azaz képmegjelenítéskor nem „hagy nyomot” a képernyőn. Ennek feszültségértéke a 0V-os fekete szinthez képest $-0,3V$. Így egy összetett szabványos videojel feszültség értéke $1V_{pp}$, azaz 1V (Peak to Peak) csúcstól csúcsig, melyből 0,7V a képjel és 0,3V a szinkronjel.

A teljes szinkronjel és a képjel együttes ideje $64\mu s$. Ezt a soridőt a nagy **H**-val jelöljük. A képjel hossza $52\mu s$, amire használják még az aktív soridő elnevezést is.

A képváltás szinkronizálására hosszabb impulzus sorozat szolgál (21. ábra). Ennek oka, hogy a váltott soros képletapogatás miatt az egyik félképnél a képszinkronjelet félsornyi, míg a másik félképnél egész sornyi (**H**)



21. ábra

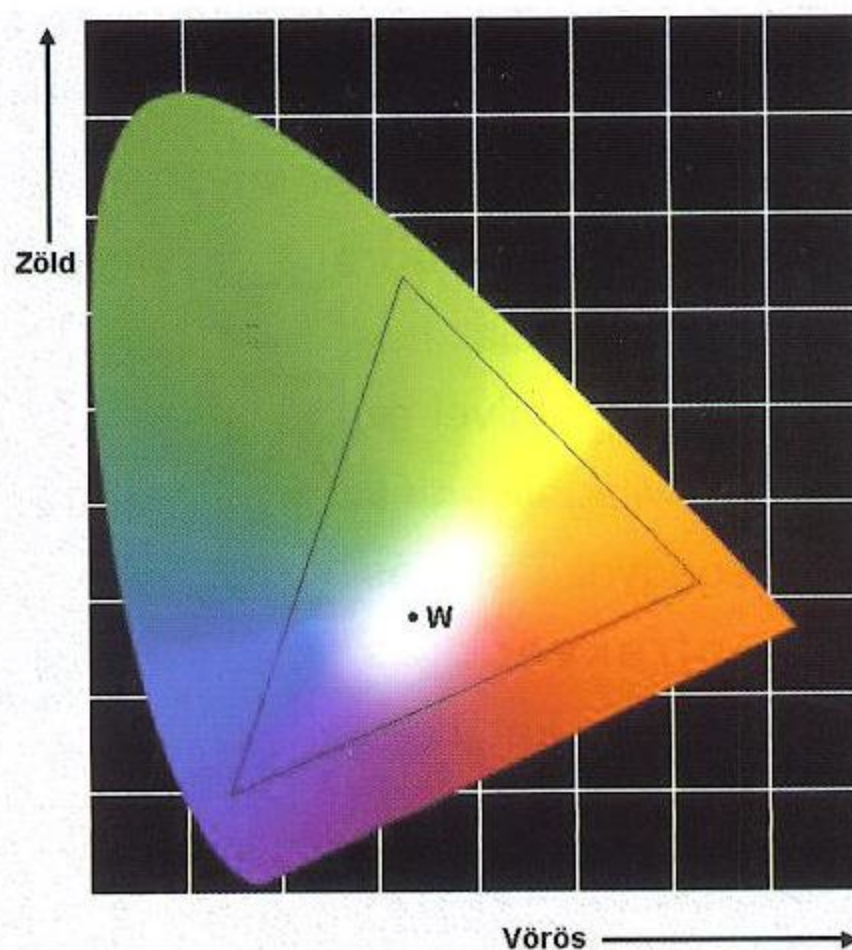
idővel előzi meg az utolsó szinkronjel. Ezen időzítési különbség kiküszöbölésére ún. kiegyenlítő jeleket vezettek be. Ezek fél soridőnként követik egymást. Az 5 főimpulzusként jelölt képszinkronjelek szintén kétszeres sorsfrekvenciával kerülnek megszakításra.

2.5 A színes képátvitel alapjai

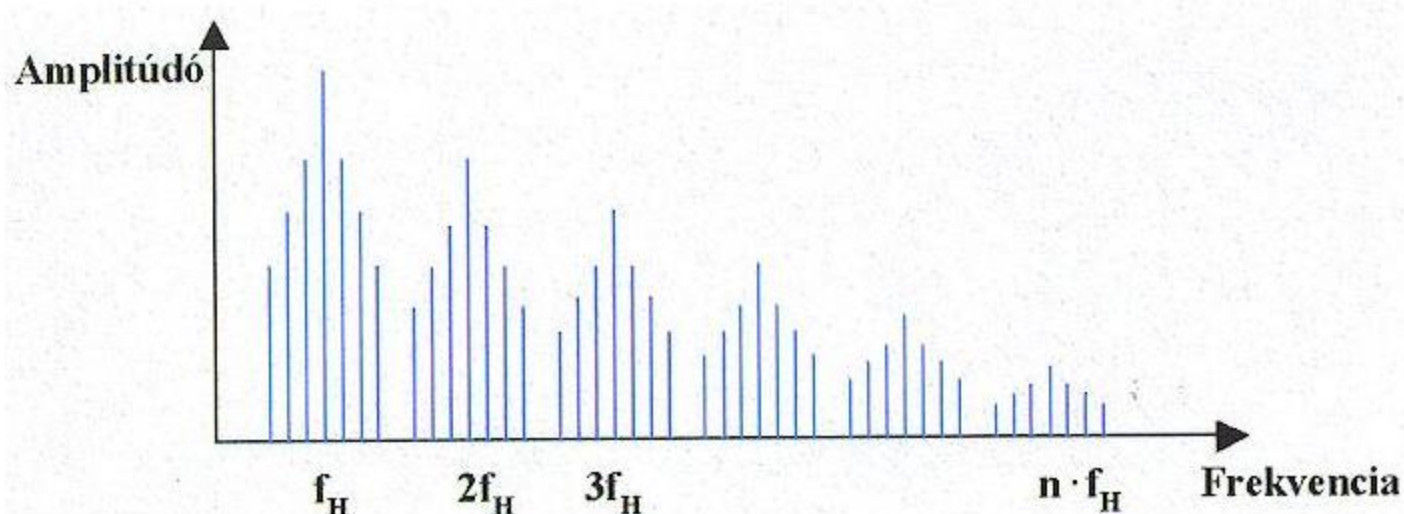
A színes képátvitel megvalósításakor a tervezőknek több szempontot is figyelembe kellett venni. A színes televíziós adások vételét fekete-fehér televízión is lehetővé kellett tenni. A színes adás sáv szélessége nem haladhatta meg a fekete-fehérét.

Mint az már a fénytani alapfogalmaknál tárgyalásra került, a különböző színinformációk a három alapszín (vörös, zöld, kék) segítségével az ún. additív színkeverés útján, közel teljes mértékben reprodukálhatók. Ez azonban azt is jelenti, hogy a természetben megtalálható összes szín nem állítható elő csak a három alapszín segítségével, ennek megvalósításához végtelen sok alapszínre lenne szükség.

A televíziós technikában három alapszínnek a vörös ($\lambda=700$ nm), a zöld ($\lambda=546,1$ nm) és a kék ($\lambda=435,8$ nm) színeket választották⁴, melyekkel a **22. ábrán** lévő háromszög területén belül lévő színek reprodukálhatók. E jellegzetes ábra, az ún. CIE⁵ színdiagram. Képzeljünk el egy háromdimenziós térbeli koordinátarendszert, melynek tengelyei a három alapszínnek felelnek meg. Ekkor a különböző színeket térvektorokkal jól reprezentálhatjuk. Mivel azonban a háromdimenziós ábrázolás kissé nehézkes, így a térgörbéből kétszeres transzformációval hozták létre a CIE színdiagramot. Az ábrán a W-vel (white) jelölt pontban található az egyenlő energiájú alapszínnek által létrehozott referencia fehéret. A patkóalak három sarkától egy egyenes mentén a W pont felé a szín telítettsége csökken, de a színárnyalata nem változik. A W pont után pedig a komplementer szín következik igen kis telítettséggel.



22. ábra



23. ábra

Visszatérve az elejére, úgy tűnik, hogy egyszerűen csak a három alapszín kell továbbítani és máris megoldódott a színes képátvitel. Azonban a kompatibilitás feltétele azt jelenti, hogy a színes

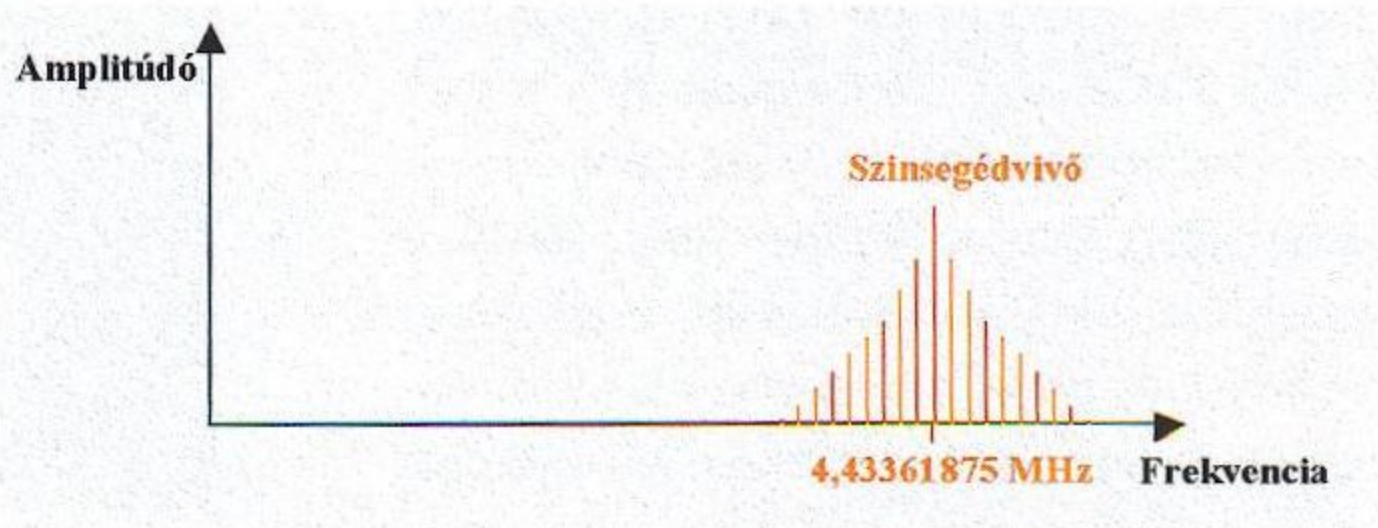
TV adást lehet venni fekete-fehér TV készülékkel és a fekete-fehér TV adást is lehessen nézni színes berendezéssel. (Természetesen mindkét esetben fekete-fehér kép adódik.) Mint azt már tárgyaltuk, a fekete-fehér televíziónál a képtartalmat hordozó jel a világosságjel (**Y**). Ezért célszerű ezt az információt továbbra is továbbítani. A másik követelmény, hogy az eredeti sáv szélesség megtartása mellett kell a színinformációt is átvenni. Látszólag megoldhatatlan feladat, azonban az alapsávi jelet megvizsgálva mérésrel, és számolással is igazolható, hogy a jel spektruma a **23. ábra** szerint néz ki.

A jel spektrumában üres helyek, szabad frekvenciasávok találhatóak. Ide akár további jeleket is elhelyezhetünk, mely praktikusán lehet a színinformációt hordozó jelcsomag.

⁴ Több változtatás után ma: vörös ($\lambda=610$ nm), a zöld ($\lambda=550$ nm) és a kék ($\lambda=470$ nm)

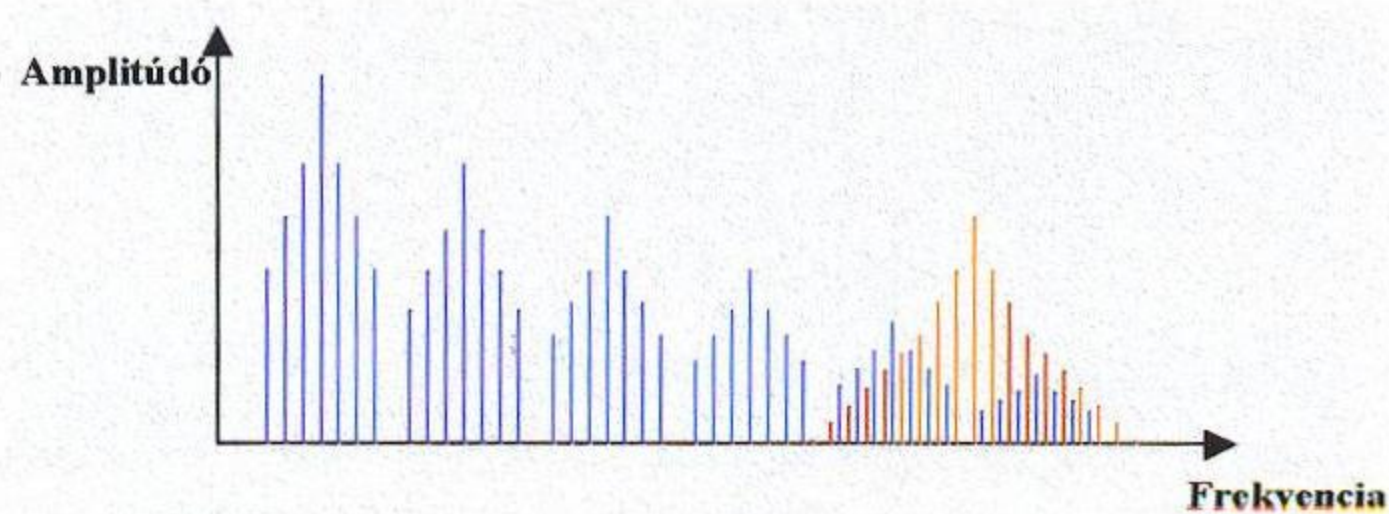
⁵ CIE: Commission Internationale de L'Eclairage (Nemzetközi Világítási Bizottság)

További fontos tényező még, hogy a színinformációt hordozó vivőjel (színsegédvivő jel) értékének nagyon pontosnak kell lenni, hiszen ha frekvenciájában változás következik be, akkor spektruma már egybe eshet a világosság jelével és így a képben már jelentős zavart okozna (**24. ábra**). A vivőfrekvenciát modulálva a keletkezett oldalfrekvenciák is a szabadfrekvencia helyekre esnek, mivel ez a jel is a világosságjellel megegyező sor és félképfrekvenciás megszakításokat kapja. A két vivőfrekvenciát összefésülve kapjuk a **25. ábra** szerinti spektrum eloszlást.



24. ábra

Most, hogy már a színsegédvivőnek sikerült helyet találni, vizsgáljuk meg a világosságjelet. A kompatibilitást figyelembe véve lényeges szempont, hogy a színes adás a fekete-fehér televízió is nézhető legyen, azaz a különböző szín információknak valamilyen szürke értéket kell jelenteni. A szem spektrális érzékenységét valamint az állandó fénysűrűség elvét is figyelembe véve a színeket a következő súlyozás szerint összegezzük: 30% vörös, 59% zöld és 11% kék (**26. ábra**).

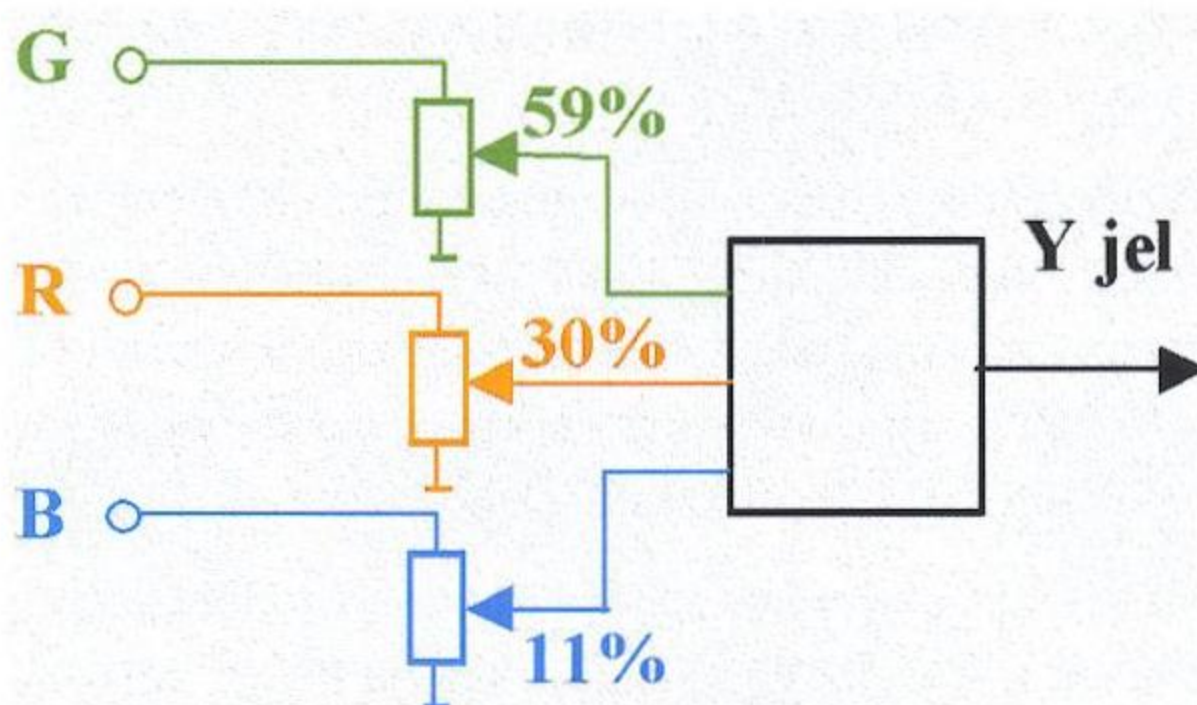


25. ábra

$$Y = 0,3R + 0,59G + 0,11B$$

Mivel a világosságjel tartalmazza a három színjelet is, így átvinni a három színinformációt teljességgel felesleges, hiszen kettő ismeretében a harmadik már a világosságjel segítségével számítható. A kérdés most már csupán az, hogy melyik két színjelet továbbítsuk.

Nézzük meg mi történik akkor, ha a vöröset és a zöldet továbbítjuk, míg a kék szín kiszámolását a vevőkészülék mátrixáramkörére bízjuk. Ebben az esetben nem teljesül a kompatibilitás feltétele, mivel fekete-fehér adás sugárzása esetén a színes televízió kékes árnyalatú képet hozna létre, mivel a kék szín értékét az alábbi képlet szerint kaphatjuk meg:



26. ábra

$$B = \frac{Y - 0,3R - 0,59G}{0,11}$$

Tekintettel arra, hogy fekete-fehér adás esetén az $R=0$ és $G=0$, így az áramkör $Y/0,11$ értéket számol ki, azaz ekkora értékkel vezérli folyamatosan a kék színt előállító áramkört. Ebből kifolyólag nem a színjeleket, hanem az ún. színkülönbségi jeleket továbbítjuk. Most már csak az a kérdés, hogy a három színkülönbségi jelből ($R-Y$, $B-Y$, $G-Y$) melyiket? Figyelembe véve, hogy a világosságjel legnagyobb alkotóeleme a zöld jel, így ennek a jelnek a színkülönbsége lenne a legkisebb, azaz ennek lenne a legrosszabb jel/zaj viszonya. Így praktikusán az $R-Y$ és $B-Y$ jelek kerülnek továbbításra, amiből az Y jel hozzáadása után visszanyerhető a tiszta színjel. ($R=(R-Y)+Y$ és $B=(B-Y)+Y$) A jelek egyenletei:

$$R - Y = 1R - (0,3R + 0,59G + 0,11B) \Rightarrow R - Y = 1R - 0,3R - 0,59G - 0,11B \Rightarrow$$

$$\underline{\underline{R - Y = 0,7R - 0,59G - 0,11B}}$$

$$B - Y = 1B - (0,3R + 0,59G + 0,11B) \Rightarrow B - Y = 1B - 0,3R - 0,59G - 0,11B \Rightarrow$$

$$\underline{\underline{B - Y = 0,3R - 0,59G - 0,89B}}$$

Ellenőrzésképpen nézzük meg, hogyan teljesül a kompatibilitás elve. Fekete-fehér adás esetén a három alapszínt előállító áramkört egyforma nagyságú jellel vezérelve, a vezérlés nagyságától függően a feketétől a fehérig tartó szürke skálát tudunk létrehozni. Az egyszerű számolás kedvéért vegyük az amplitúdót 1-nek. Ekkor:

$$Y = 0,3 \cdot 1 + 0,59 \cdot 1 + 0,11 \cdot 1$$

Így Y értékére is 1-gyet kapunk, azaz $Y=R=G=B$.

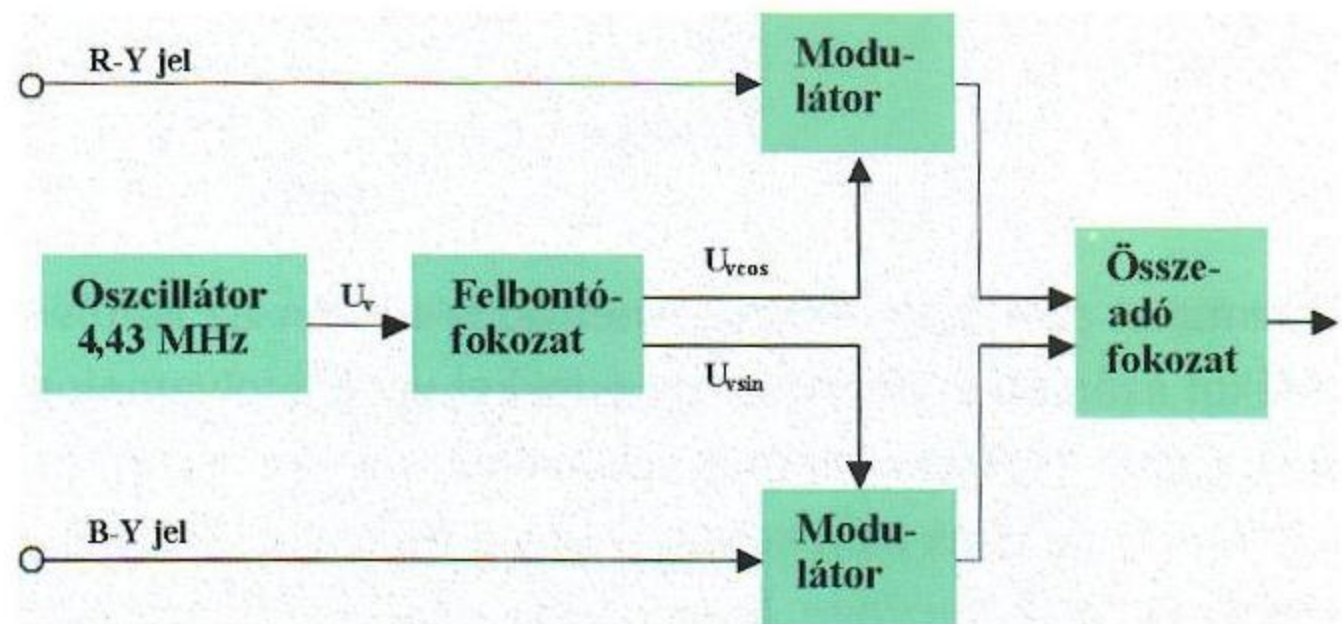
Ennek következtében a színkülönbségi jelek 0-val lesznek egyenlők, így színjel nem jelenik meg a képcsövön.

A teljességhez hozzátartozik, hogy a természetben ritkán találkozhatunk 100%-os telítettségű színekkel. A maximális értékű világosságjel és színkülönbségi jel összege az adót túlmodulálná, ezért 75%-os telítettségű színeket figyelembe véve súlytényezőkkel módosítják a színkülönbségi jeleket. A módosított kék színkülönbségi jel $C_b=0,493(B-Y)$ és a vörös $C_r=0,877(R-Y)$ értékre adódik.

Ezen $Y C_b C_r$ betűjelekkel találkozhatunk a különböző digitális videózásról szóló szakirodalmakban. (Mj: használatosak még az $Y P_b P_r$ az analóg videotechnikában, az $Y C C$ a Kodak FotoCD formátumánál, továbbá gyűjtőfogalomként az $Y U V$ betűjelek is.)

2.6 Az NTSC rendszer

Az NTSC rendszer az amerikai színes tv-rendszer (National Television System Committee), mely a világon elsőként került bevezetésre. Itt – maradjunk az egyszerűség kedvéért az ismertetett formulánál⁶ – az R-Y és B-Y



27. ábra

jeleket egyidejűleg modulálják a színsegédvívőre. Ezt az ún. kvadratúramodulációval (vagy más néven kettős amplitúdómodulációval) oldják meg (27. ábra).

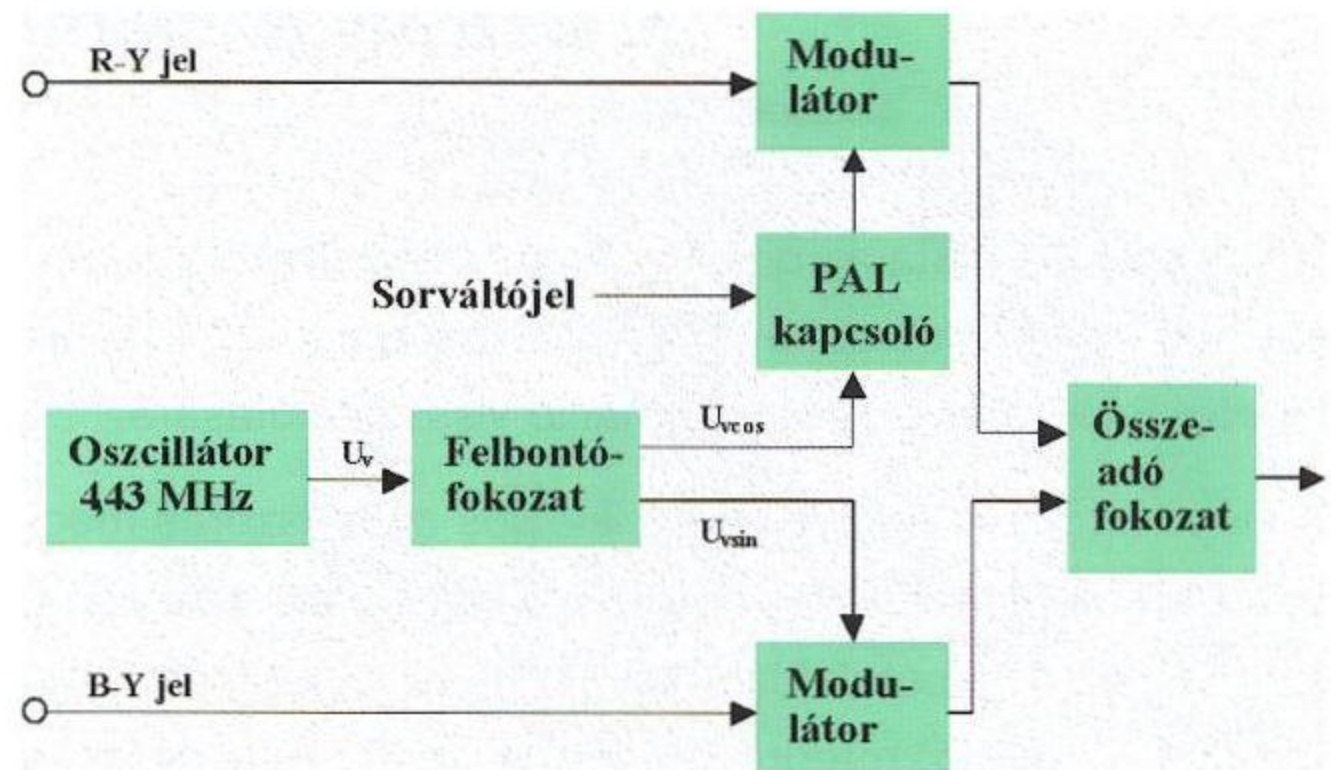
Az oszcillátor által előállított színsegédvívő frekvenciát egy fázisfordító fokozat két, egymáshoz képest 90° -os fáziseltérésű rezgésre bontja. Ezek alkotják az $U_{v\sin}$ és $U_{v\cos}$ jeleket. Az $U_{v\sin}$ vivőrezgést a B-Y jel, míg az $U_{v\cos}$ jelet az R-Y jel amplitúdómodulálja. Az amplitúdómodulációk elnyomott vivővel történnek. A modulált jeleket egy összeadó fokozat egyesíti. A színsegédvívő későbbi fázishelyes visszanyerése érdekében néhány vivőrezgést a két sor közötti kioltás ideje alatt, az ún. kioltóvállban továbbítanak. Ezt a jelet nevezzük burst jelnek, mely a színjelhez tartozik. Jól látszódik, hogy egyetlen vivőfrekvenciával két információt továbbítunk.

⁶ A valóságban Q és I jelet visznek át, kihasználva azt, hogy a szem színelbontó képessége a CIE görbét alapul véve nem minden irányba egyforma. A min. színelbontó képességét kijelölő irányt Q tengelynek, míg a max. színelbontó képesség irányt I tengelynek nevezték el, a két jel átviteli sáv szélességének a viszonyát pedig 1:3 arányban állapították meg.

2.7 A PAL rendszer

A Walter Bruch⁷-féle PAL rendszer (Phase Alternation Line) az NTSC rendszer továbbfejlesztése, amelyet 1962-ben szabadalmaztattak. Kifejlesztésével az NTSC-nél jelentkező ún. differenciál fázistorzítást csökkentették. Ezt azzal érték el, hogy az $U_{V\cos}$ jel fázisát soronként

180°-kal váltogatják. Így az egyik sorban pozitív fázishiba a következő sorban negatív hibaként jelentkezik, amelyek így kioltják egymást. E megoldás nélkül a fázishibák szintorzítást eredményeznének (28. ábra).



28. ábra

2.8 A SECAM rendszer

A SECAM rendszer 1957-ben Franciaországban került kidolgozásra Henry de France mérnök vezetésével. Nevét az átvitel módjáról kapta, azaz: Sequentiel Couleurs Avec Memoire, ami annyit jelent, hogy egymás utáni színek memóriával. A rendszer létrehozásánál kihasználták azt a tényt, hogy a szem színelbontó képessége rosszabb, mint a világosságjel felbontó képessége. Így a színjel sávszélességét 1 MHz körüli értékre szorították le. A két színelkülönbségi jelet csak egymás után (szekvenciálisan) váltakozva viszik át. Ahhoz azonban, hogy az alapszíneket előállítsák, szükség van mindkét színelkülönbségi jelre, így az egyiket mindig tárolják míg a másik megérkezik, azaz az egyik jel 64 μ s-mal korábbi jel, ez azonban nem okoz hamis színinformációt. A jelek frekvenciamodulációval kerülnek átvitelre, hiszen most jelenleg egy időben csak egy jelet kell átvenni. A frekvenciamoduláció előnyére írható, hogy a színcsatornában jobb jel/zaj viszonyt lehet elérni.

⁷ Telefunken cég mérnöke

3. Csöves kamerák

A kamerák feladata az objektív által leképzett kép (fényeloszlás) átalakítása elektromos jelekké. Az átalakítást követően lehetőségünk van az elektromos jel átvitelére, tárolására, rögzítésére és a képi információ visszaalakítására.

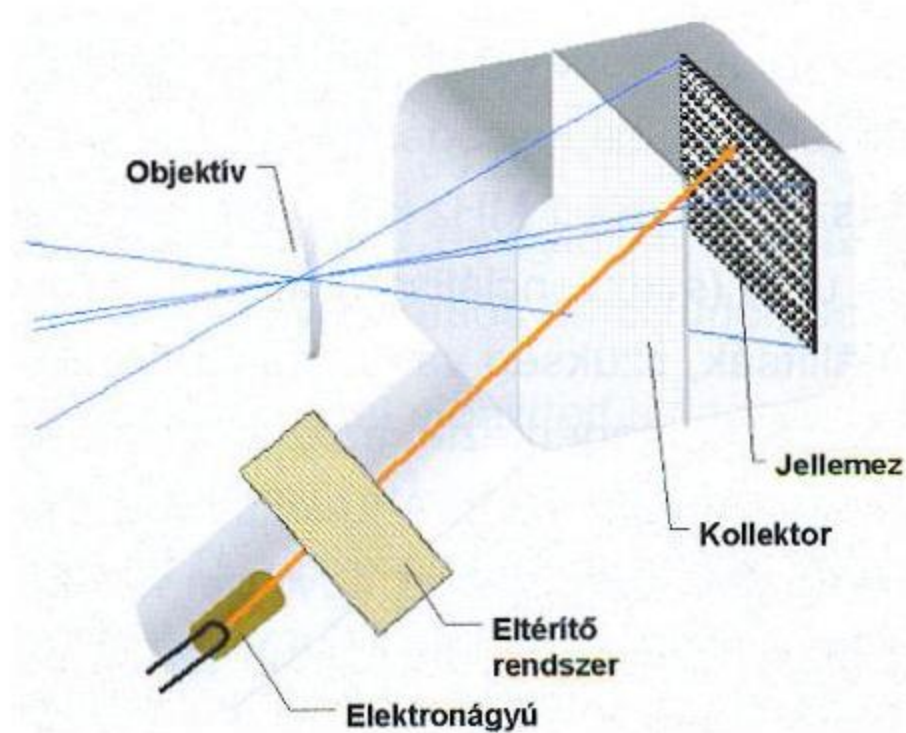
A videó kamerák fejlődése a televíziós műsorszórás megindulásával, azaz a II. világháborút követően kezdődött meg. A fejlődés első állomása az ún. csöves kamerák megalakítása volt. Itt az átalakítani kívánt képet egy megfelelően kialakított (későbbiekben ismertetésre kerülő) rétegre vetítjük. A bejövő fény hatására (a fényeloszlásnak megfelelően) megváltozik ezen érzékelő réteg töltéseloszlása, amit megfelelően irányított és vezérelt elektronsugár segítségével ki tudunk olvasni.

3.1 Fotoemissziós elven működő kamerák

Az ún. első és második generációs csöves képfelvevő eszközök (vagyis az ikonoszóp- és orthikon-rendszerű képbontók) a fényenergiát fotókatód segítségével alakítják át elektromos jelekké, amely fény hatására elektronokat bocsát ki. Az emittált töltések

mennyisége a fotókatódra eső fényenergiával arányos. A töltések tárolását egy elemi kondenzátorok sokaságaként felfogható tárolólemez végzi.

Az ikonoszóp (29. ábra) fotókatódja és tárolólemeze egy síkban van. Mivel az eszköz erős nagyításban mozaikszerű képet ad, az ikonoszóp fotókatódját a jellemezzel együtt mozaik-katódnak nevezik. A beeső fény hatására a mozaik-katód szigetecskéiből elektronok lépnek ki, ezeket összegyűjtve a megvilá-



29. ábra

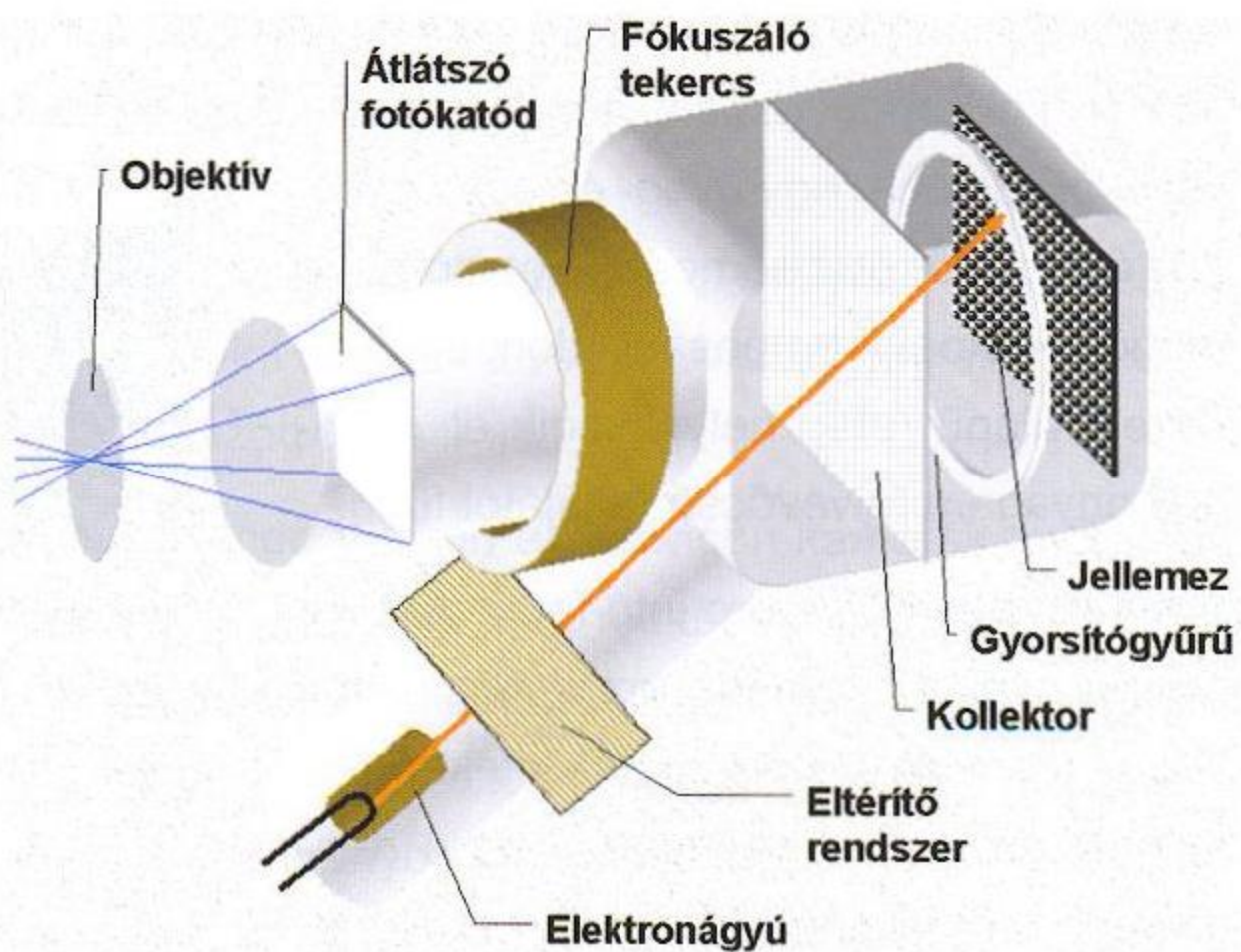
gított helyeken elektronhiány alakul ki. A pozitív töltéseket egy elektronágyúból kilépő elektronsugár süti ki, így a mozaik-katód kimenetén az éppen „letapogatott” töltéssel arányos áram fog folyni. Az ikonoszóp hibája, hogy az egy síkban elhelyezett fotókatód és jellemez miatt a fotoemisszió nem telített, így a megfelelő működéshez nagy beeső fény-mennyiség szükséges (érzéketlenség).

További problémát okoz az, hogy a nagy sebességgel becsapódó letapogató elektronsugár szekunder elektron-emissziót hoz létre, az így elszabaduló elektronok egy része a jel-lemezre visszahullik, s ennek eredményeként a kép foltos lesz.

Ezen hátrányai miatt az ikonoszkópot ma már a gyakorlatban nem alkalmazzák.

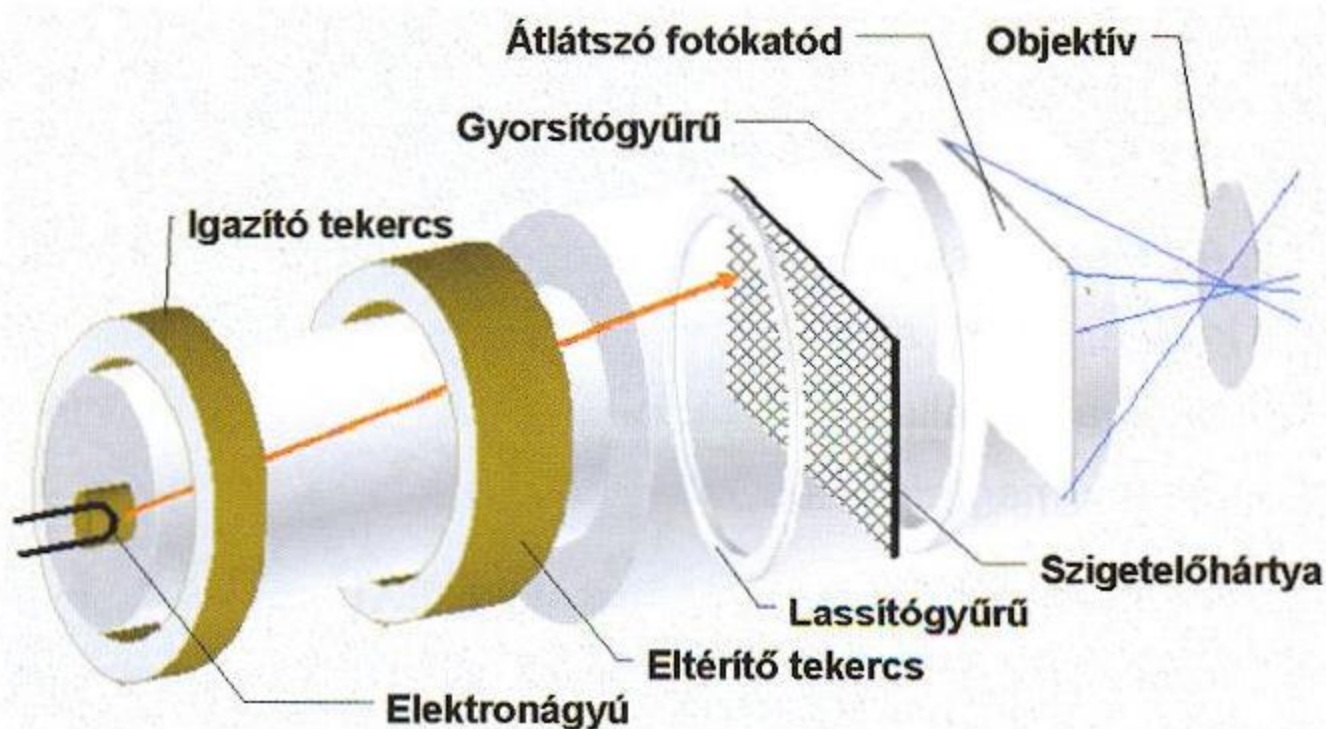
A szuperikonoszkóp (30. ábra) – az ikonoszkóp továbbfejlesztett változata – már szétválasztott fotókatódot és tárolólemezt tartalmaz.

A beeső fény hatására a fotókatódból kilépő elektronokat a cső belső bevonata, és a fotókatód közé kapcsolt 1000 V körüli gyorsítófeszültség elektromos erőtere felgyorsítja, a nagy sebességű elektronok fókuszáltan csapódnak a jel-lemezbe. A töltéskép letapogatását itt is elektronsugár hajtja végre, a letapogató sugár által emittált szekunder elektronok és a letapogató ferde iránya miatt fellépő problémák a szuperikonoszkópnál is megmaradtak.



30. ábra

A töltéskép letapogatását itt is elektronsugár hajtja végre, a letapogató sugár által emittált szekunder elektronok és a letapogató ferde iránya miatt fellépő problémák a szuperikonoszkópnál is megmaradtak.



31. ábra

Az ikonoszkóp-rendszerű eszközök hibáinak kiküszöbölésére fejlesztették ki az **orthikon**-rendszerű képbontókat (31. ábra). Ezekben, a fotókatódból megvilágítás hatására kilépő elektronok gyorsító elektrosztatikus tér hatása alá kerülve, a cső tengelyével párhuzamosan haladnak a távolabb elhelyezett jellemez felé. A töltésképet az ikonoszkóp-rendszerű eszközökkel ellentétben itt lassú elektronsugárral tapogatóják le, így elkerülhető a szekunder emisszió okozta nemkívánatos elkenődés.

A töltésképet az ikonoszkóp-rendszerű eszközökkel ellentétben itt lassú elektronsugárral tapogatóják le, így elkerülhető a szekunder emisszió okozta nemkívánatos elkenődés.

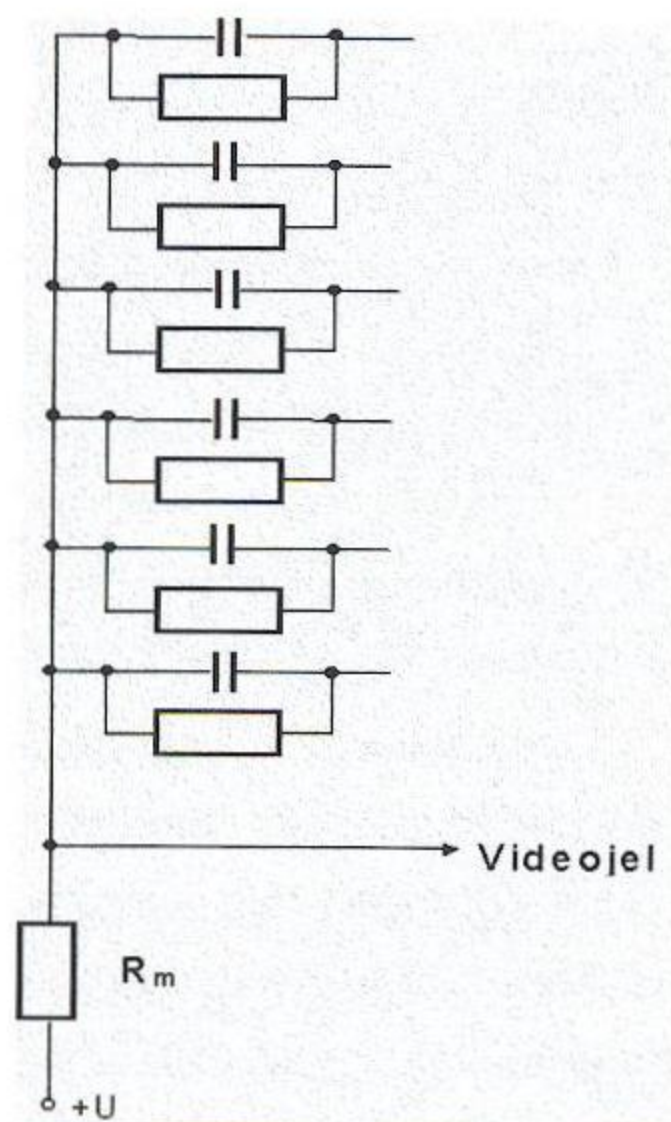
3.2 Fotokondukció elvén működő kamerák

A harmadik generációs csöves képfelvevők (32. ábra) működésének alapja – szemben az eddig elmondottakkal – a belső fotoelektromos hatás. Ezekben az eszközökben a felvevőcső elején – egy üveg- és egy optikailag áteresztő, elektromosan vezető réteg mögött – fotoelektromos tulajdonságú, félvezető alapú réteg helyezkedik el, melynek anyaga a felvevőcső fajtájától függ.

A fényérzékeny rétegre jutó fotonok – vagyis az optika által létrehozott kicsinyített kép – megváltoztatják annak elektromos töltéseloszlását. Amennyiben ezt a réteget egy megfelelően fókuszált és gyorsított elektronsugárral pásztázzuk, akkor a félvezető lemez erre a célra kialakított kimenetén az elektronsugár által éppen „megvilágított” pont töltöttségére jellemző elektromos jel jelenik meg. Leegyszerűsítve, az érzékelő pontokat a 33. ábrán feltüntetett párhuzamosan kapcsolt RC tagok adják. Az R tag



32. ábra



33. ábra

a beeső fény hatására – azzal arányosan – csökkenti ellenállását és így kisüti valamilyen szintre a vele párhuzamosan kapcsolt kondenzátort. A kisütés mértéke a megvilágítás erősségétől függ.

Az elektronsugár végigpásztázva az elemi kondenzátorokon, feltölti azokat. A töltés során a töltőáram az R_m munkaellenálláson az adott ponthoz tartozó megvilágításnak megfelelő feszültséget hoz létre.

Az ilyen fényvezető (photoconductive) rétegű csövek igen kis kimenőjelét erősítőfokozatok növelik meg a további feldolgozáshoz szükséges mértékben. Előnyük, hogy a fotovezetés jóval nagyobb érzékenységet biztosít, mint a fotoemisszió, s így az elektronsokszorozó alkalmazása feleslegessé válik. Ennek következtében az ilyen csövek méretei kisebbek, mint elődeiké.

Fotokonduktív elven működő képfelvevő csövet számos kémiai alapanyagból gyártottak. Ilyen volt pl. a **Plumbikon**, mely Ólom-dioxid tárolóréteggel rendelkezett, ami folytonos eloszlásban felvitt, záróirányban előfeszített PIN-diódák sokaságának tekinthető.

Ebből kifolyólag a cső igen kis sötétárammal, jó lineáris transzfer karakterisztikával, nagy érzékenységgel, kis utánhúzási hajlammal és kiváló felbontóképességgel rendelkezett. Ezen tulajdonságai alapján alkalmas volt színes képfelvevőcsőnek. Alkalmazási területe főként a televíziós stúdiótechnika volt.

Kadmium-szelenid target-réteggel rendelkezett a **Chalnikon**, melynek viszonylagos nagy érzékenysége, kis sötétárama, valamint a kéktől a vörösre viszonylag állandó spektrális érzékenysége miatt gyakran alkalmazott típus volt.

Végezetül a szintén fényvezető elvén működő Vidikon és Newicon kamerák, melyekből Magyarországon a XX. század végén is találhattunk még működőképes, (ugyan szinte értékelhetetlen képet adó) telepített darabokat. Az előbbinek a félvezető rétege antimon-triszulfidból készül, míg az utóbbi tárolólemeze cink-szelenid vagy kadmium-tellurid. Főleg fekete-fehér kamerákban alkalmazták. Hátrányos tulajdonságaik a nemlinearitás, valamint hajlam az utánhúzásra és a beégésre.



34. ábra

Az utánhúzás lényege, hogy a letapogatási intervallumok alatt – főleg gyors változások felvétele során – a töltéskép átrendeződése nem tökéletes, vagyis a vidikon „emlékszik”, a felvett kép elkenődik. Ez főként az igen nagy fényerejű mozgó tárgyaknál (mint pl. az autó fényszórója) figyelhető meg. Ilyenkor a monitoron a mozgás irányával ellentétes irányba mutató fénycsóva figyelhető meg. A csóva alakja miatt ezt a jelenséget nevezik még üstökös jelenségnek is. A jelenség magyarázata igen egyszerű. A nagy fényerősségű pontok az elemi kondenzátorokat mélyen kisütik, így ezeket az elektronsugár csak több pásztázási ciklust követően képes teljes mértékben feltölteni, így ezek a képpontok néhány letapogatási ciklus alatt is egyre kisebb értékű, de folyamatos képi információt közölnek.

Ezen a jelenségen túlmenően a csöves kamerák – fokozatos fejlődésük ellenére is – további számos hátrányos tulajdonsággal rendelkeztek. Ilyen pl. a nagy geometriai méret (**34. ábra**), érzékenység az ütésre, rázásra, geometriai torzítás, és talán a legfontosabb a rövid élettartam és a beégésre való hajlam.

Mit is jelent ez? Ez azt jelenti, hogyha egy kamera állandóan ugyanarra a célobjektumra van irányítva, akkor ennek a képe egy idő múlva „beég” a képcsőbe, azaz a céltárgyról elfordítva a kamerát továbbra is halványan látszik a tárgy kontúrja. Intenzívebb „beégésnél” ez akár azt is jelentheti, hogy egy sötétebb másik tárgy melyről kevesebb fény verődik vissza, már a beégett képpontokat nem tudja mélyebbre kisütni, így egyszerűen átlátszóvá válik.

Annak érzékeltetésére, hogy ez mennyire komoly problémákat is okozhat álljon itt egy rövid példa, mely a nyolcvanas években történt Iowa államban. Az esemény egy mélygarázzsal is rendelkező hatalmas lakóépület-komplexumban játszódott le. Az objektumban az akkori kor követelményeihez képest magas szinten kiépített biztonsági rendszerek működtek. A lakók a garázsba saját belépőkártyával mehettek be, majd a parkolást követően a garázs hátsó részében lévő liftekkel érhatték el a különböző szinteken lévő lakásukat. A beléptető rendszert csöves kamerákból felépített videó rendszer egészítette ki, melynek felügyeletét 24 órás őrszolgálat végezte. A videó rendszer a garázsszintet és a lifteket tartotta megfigyelés alatt. Ami pedig történt, az a következő. Egy éjszaka fiatal nő jött haza a munkából, leparkolta az autóját, odament a liftekhez, beszállt, majd ezt követően a liftben brutálisan megverték és megerőszakolták. Az eset után a hölgy beperelte az örököt, továbbá azt a céget is aki a videó rendszert telepítette. Meg is nyerte a pert annak ellenére, hogy a videofelvételek kétségtelenül bebizonyították, hogy nem is volt a liftben. Hogyan történhetett ez? A tárgyalásra elment a biztonsági cég képviselője és lejátszotta az akkor készült videofelvételt, s ezáltal bebizonyította, hogy a hölgy nem volt a liftben. Ezt követően a bíró magával vitte ezt a szalagot, a saját szobájában megnézte, majd visszajött néhány kérdéssel.

- Hány ember jön itt ki és be egy nap alatt?
- Néhány száz – volt a válasz.
- És óránként ez hány embert jelent?
- Úgy négyet, ötöt.
- Akkor hogy lehet az – kérdezte a bíró –, hogy én végignéztem a videofelvételt és a kérdéses liftben egy teremtetett lelket sem láttam az esetet megelőző és az utána következő két napban a filmen.

Ezt követően kimentek a helyszínre és beszállítottak egy embert rádió adó-vevővel a liftbe. Végig kapcsolták az összes lift kameraképét, azonban egyikben sem látták. Az történt ugyanis, hogy a lift a többi helyszínhez képest igen erős, konzisztens fénnnyel volt megvilágítva, így képe annyira beleégett a kamerákba, hogy azon semmi egyebet nem lehetett látni, csak magát a lift beégett képét.

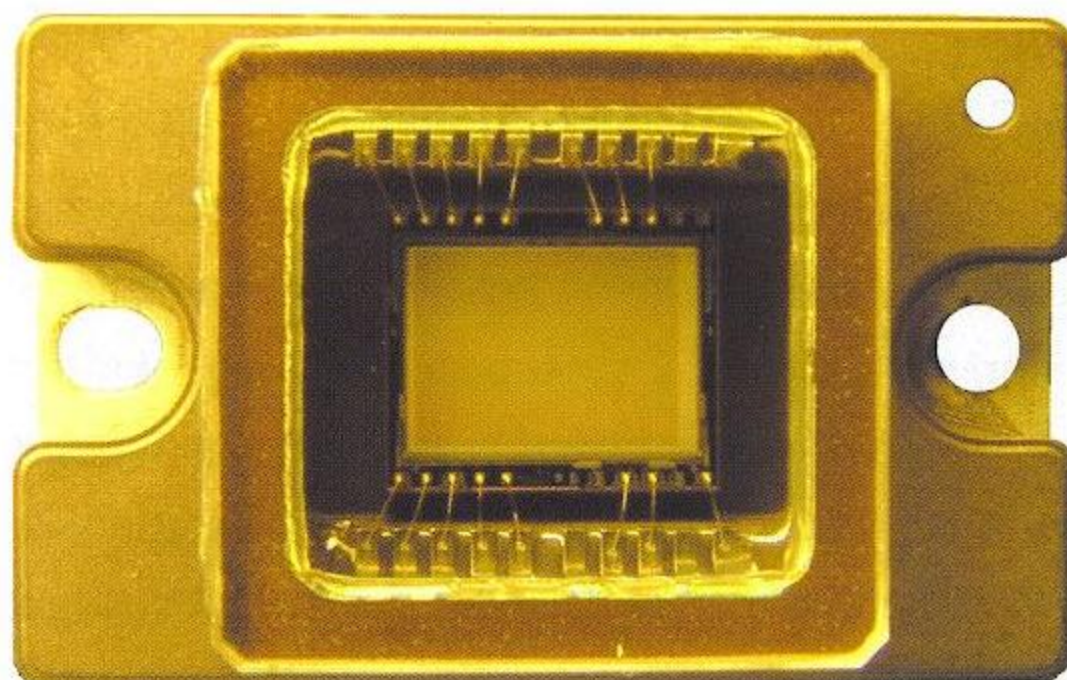
Ehhez képest a beszálló személyekről már csak lényegesen kevesebb fény verődött vissza, ami már kevés volt a látható kép megjelenítéséhez.

Az eset természetesen egy kicsit ki lett „hegyezve”, de jól érzékelteti, hogy bizony nem elég a monitorokat nézni, hanem látni is tudni kell, továbbá érződik, hogy itt nem csak az örök felelősségét kell boncolgatni, hanem a karbantartó cégét is, hiszen a képcső öregedését számos jelenség jelzi. Egy átlagos vidikon képcső élettartamát számos tényező determinálja. Átlagosan egy vidikon képbontó kettőtől öt évig működik átlagos üzemi körülmények között. Egy képcső öregedésnek a következők a jelei: megjelenik a késleltetés effektus, a kép beég, a harmadik pedig egy villódzási jelenség. Ilyenkor azt tapasztalhatjuk, hogy a kép ködös, felismerhetetlen, aztán egy idő múlva éles és tökéletes. Ez főként fényviszonyok hirtelen változásakor tapasztalható, mert erősebb megvilágításkor az elemi kondenzátorok már nem képesek az elektronsugár letapogatását követően a töltést felvenni, illetve a „teljesen” feltöltött kondenzátorok is különböző töltöttségi értéket mutatnak.

Bármennyire is hihetetlen az Iowa állami esemény megtörténte, a hadiipar már rég használta az ún. CCD kamerákat, hiszen az első félvezető eszközzel felépített kamerát már 1970-ben kifejlesztették a Fairchild Co. laboratóriumában.

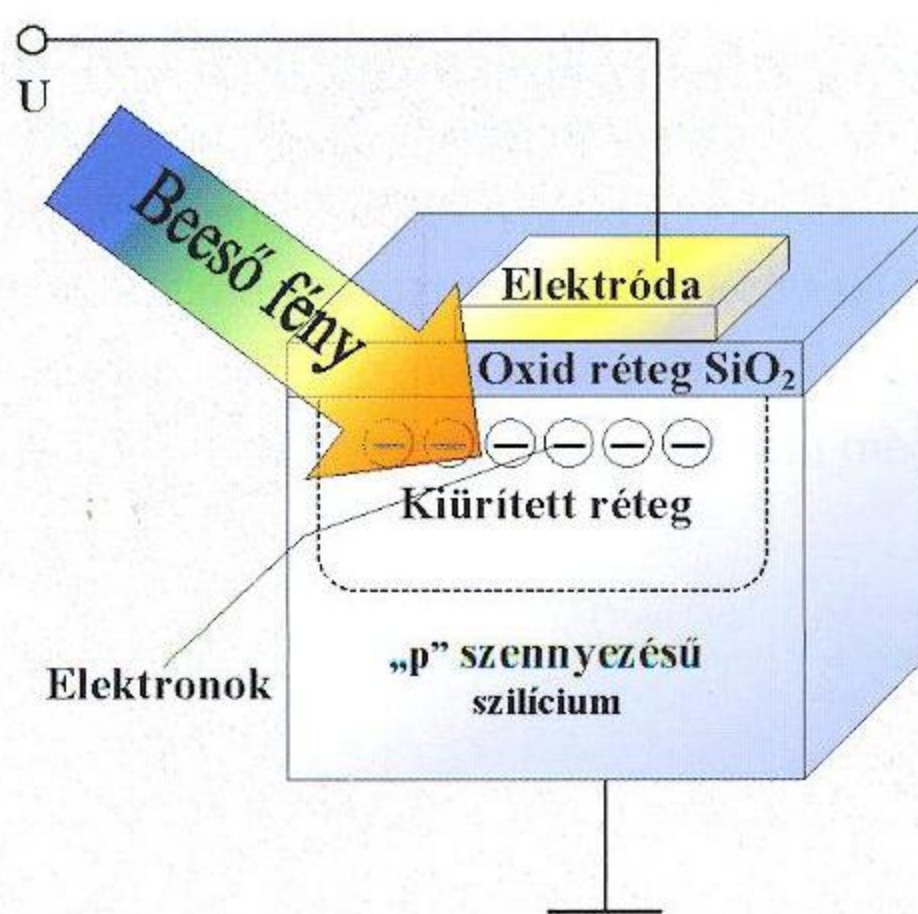
4. CCD Kamerák

A CCD-elem (**35. ábra**) az angol Charge Coupled Device azaz (töltéscsatolt elem) szóösszetétel kezdőbetűiből kapta a nevét. Néhány szóval jellemezve, ez tulajdonképpen egy félvezető eszköz, amelyet vonalas, vagy mátrix formában elrendezett MOS (Metal-Oxid-Semiconductor) elemek építenek fel. Az elem alapja egy „p” szennyezésű szilícium egykristály, a felületén elhelyezkedő szilícium-oxid (SiO_2) réteggel. Az elemi MOS-cellák elektródjai az oxidréteghez kapcsolódnak, ahogyan azt a **36. ábra** mutatja. Kialakítása révén a CCD elem alkalmas arra, hogy – megfelelően kialakított vezérlés hatására – analóg információt továbbítson. A továbbiakban ismertetésre kerülő képérzékelőn kívül, számos egyéb alkalmazása is ismeretes ennek az eszköznek. Így megtalálhatók video- és audio- kiegészítő művonalaknál, analóg és digitális tárolókban, illetve változtatható karakterisztikájú szűrőkben egyaránt.



35. ábra

Az elemi MOS-cellák elektródjai az oxidréteghez kapcsolódnak, ahogyan azt a **36. ábra** mutatja. Kialakítása révén a CCD elem alkalmas arra, hogy – megfelelően kialakított vezérlés hatására – analóg információt továbbítson. A továbbiakban ismertetésre kerülő képérzékelőn kívül, számos egyéb alkalmazása is ismeretes ennek az eszköznek. Így megtalálhatók video- és audio- kiegészítő művonalaknál, analóg és digitális tárolókban, illetve változtatható karakterisztikájú szűrőkben egyaránt.



36. ábra

Az előzőekben tárgyalt csöves képbontókkal szemben a CCD-nek számos előnye van. Ezek közül a fontosabbak a következők:

- ↳ Kis mérete miatt lehetőség van a rejtett szerelésekre,
- ↳ Nagy érzékenység,
- ↳ Kevésbé érzékeny a mechanikai behatásokra,
- ↳ Lényegesen kisebb az utánhúzási jelensége,
- ↳ Kicsi a fogyasztása és a disszipációs hője,
- ↳ Nagy a fényintenzitás-átfogása.

Visszaemlékezve az 1. fejezetre ahol is a fény fizikai jellemzőit elevenítettük fel, utalás történt a fény kettős természetére azaz, hogy a fény elektromágneses hullám és energiacsomókban (energiakvantumokban) terjedő részecskék sokasága is egyben. Einstein ezeket a részecskéket fotonoknak nevezte el. Ezen foton-elmélettel magyarázható meg a (csöves és szilárdtestű) képfelvevő eszközök működése ugyanis, ha a foton a megvilágított anyag atomjával ütközik, energiáját teljes egészében átadja az atom egy elektronjának, és ezt követően megszűnik létezni. Az így felszabadított elektronok most már a beeső fényenergiával arányos elektromos információt közölnek, amelyet megfelelő áramkörökkel átalakítva a képalkotáshoz használhatunk fel.

4.1 A CCD működésének fizikai elve

Vizsgáljuk meg a CCD egy elemi részét (**36. ábra**)! Nézzük meg, hogy az elektródra kapcsolt vezérlőfeszültség hatására kialakuló villamos tér hogyan hat a töltéshordozókra az elemi CCD-ben.

Első esetben, ha U negatív értéket vesz fel, akkor a SiO_2 és a p-típusú szubsztrát határfelületéhez szabad töltéshordozók (lyukak), áramlanak. Pontosan annyi töltéshordozó, hogy az így kialakult pozitív tér egyensúlyt tud tartani a kapun keresztül ható ellentétes irányú villamos térrel. Ezt a határfelület közelében kialakult pozitív töltéskonzentrációs folyamatot, akkumulációs üzemmódnak nevezzük.

Ha U pozitív, de az ún. küszöbszintnél kisebb, akkor a kapun keresztül ható pozitív irányú villamos tér eltaszítja a pozitív töltéshordozókat a határfelület közeléből a szubsztrát belseje felé. Ekkor kialakul az ún. „kiürített sáv”, vagy más néven pozitív lyuk kiürülési régió. Ebben a sávban negatív ionok (akceptorionok) maradnak vissza. Most a negatív akceptorionok erőtere tart egyensúlyt a kapun keresztül ható, ismételten ellentétes villamos térrel.

Amennyiben a feszültséget a küszöbszint fölé növeljük, akkor megfordul a vezetés típusa és térindukált n-típusú réteg alakul ki. Ebben az állapotban a kiürített rétegben megnövekedik a negatív ionok (akceptorionok) töltéssűrűsége, azaz nő a kristály belső potenciálja, mivel a kristály belső potenciáljának változása összefüggésben van a kristályban lévő töltéshordozók eloszlásával. A potenciál változás eredményeképp megváltozik a kristály energiasáv szerkezete, és egy ún. energiagödör jön létre. Az ily módon képződő „energiagödör” (szokásos elnevezés még az inverziós réteg) felé áramolnak az elektronok addig, amíg energiájuk a gödröt be nem töltik.

Jogosan merül fel a kérdés, hogy hogyan keletkeznek szabad elektronok. Normál esetben a beeső fényt alkotó fotonok energiája a kristályban lévő kötéseket szakítja fel, és az így szabaddá váló elektronokat a kialakult energiagödrökben gyűjtjük össze.

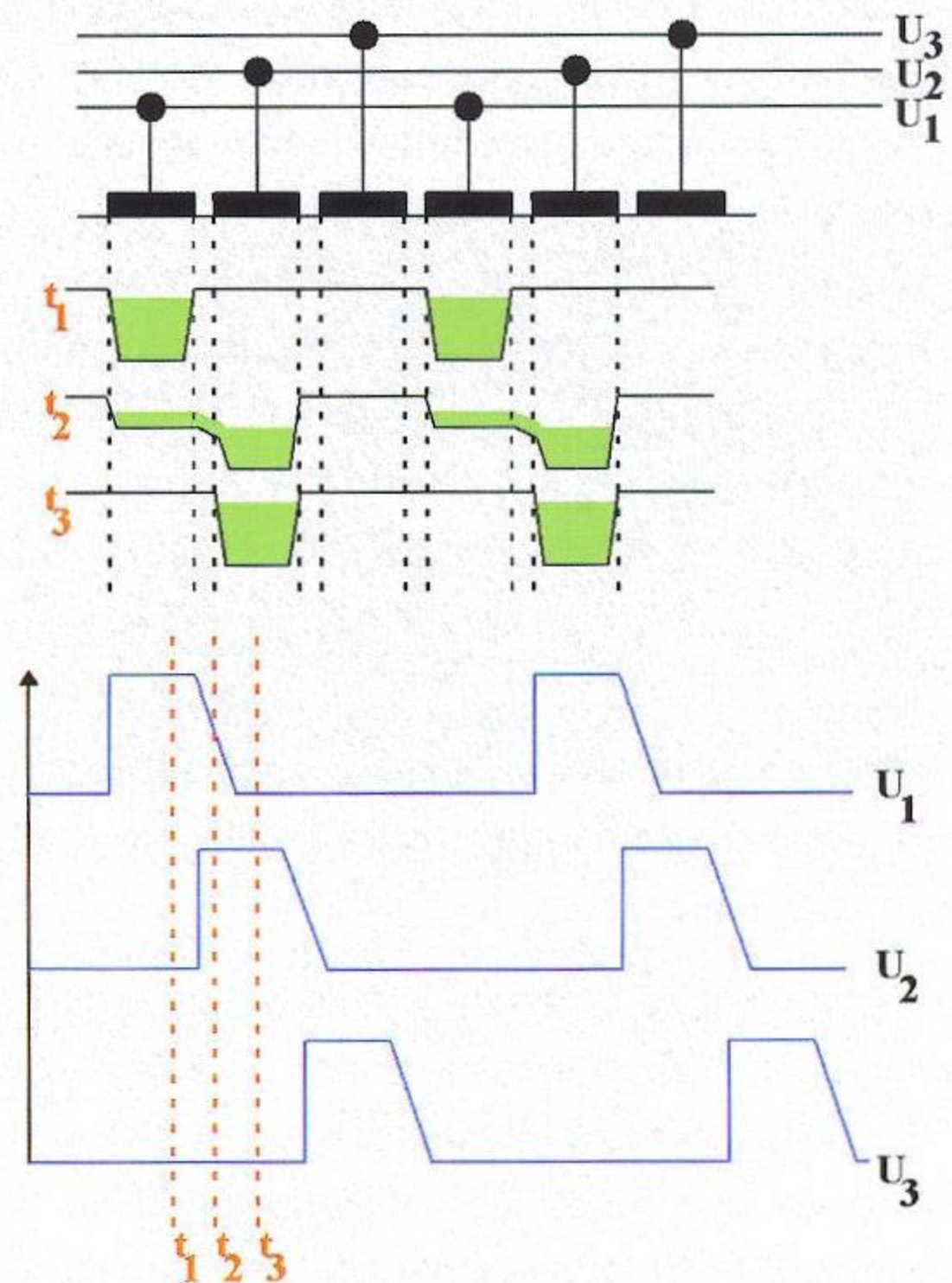
Sajnálatos módon azonban a kristályban kovalens kötésben lévő elektronok is szabaddá válhatnak az egymással történő ütközéseik következtében keletkező plusz energiával. Minél magasabb a hőmérséklet, annál több ütközés következik be, így a felszabadult elektronok száma is ezzel arányosan változik. Már normál szobahőmérsékleten is néhány másodperc alatt megfelelő számú töltés telíti meg az inverziós réteget. Ezt a jelenséget nevezzük sötétáramnak. Ez csökkenthető a chip hűtésével. A hűtést végtelenségig nem érdemes fokozni, mert kb. $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt töltéstovábbítást gátló jelenségek lépnek fel a határréteg közelében.

CCTV kameráknál termoelektromos hűtést alkalmaznak. Ez az ún.

Peltier-elem, mely két vékony porcelánlap között lévő félvezető lapokból áll. Megfelelő feszültség hatására a két oldal közt állandó a hőmérsékletkülönbség. Ez típustól függően elérheti a 30-60 Celsius fokot is.

Az eddigiek alapján most már könnyebben megérthető, hogy hogyan történik a töltések vándoroltatása egyik elemből a másikba. Nézzük meg a **37. ábrát**. A CCD elemek vezérlőelektrodáit 3-asával csoportosítjuk, majd ezeket ún. háromfázisú vezérlőfeszültségekkel működtetjük. A vezérlőfeszültség által létrehozott villamos tér az előzőek szerint az egyes elektródok alatti területen energiaminimumot (energiagödört) hoz létre. Az elektronok ebben az energiagödörben halmozódnak fel.

A vezérlőjelek fázisa egymáshoz képest időben eltolt, így az energiagödör helye is ennek megfelelően változik, azaz a bejövő fény által létrehozott analóg információ áramlása követni fogja a U_1 , U_2 és U_3 impulzusok által meghatározott irányt. Részletesebben megvizsgálva, t_1 időpillanatban U_1 amplitúdója maximális, U_2 és U_3 pedig nulla, azaz energiagödör csak az első elektród alatt alakul ki. A következő időpillanatban (t_2), U_2 lesz maximális, miközben U_1 amplitúdója az előzőekhez képest csökken. Az energiagödör most a második elektróda alatt alakul ki.



37. ábra

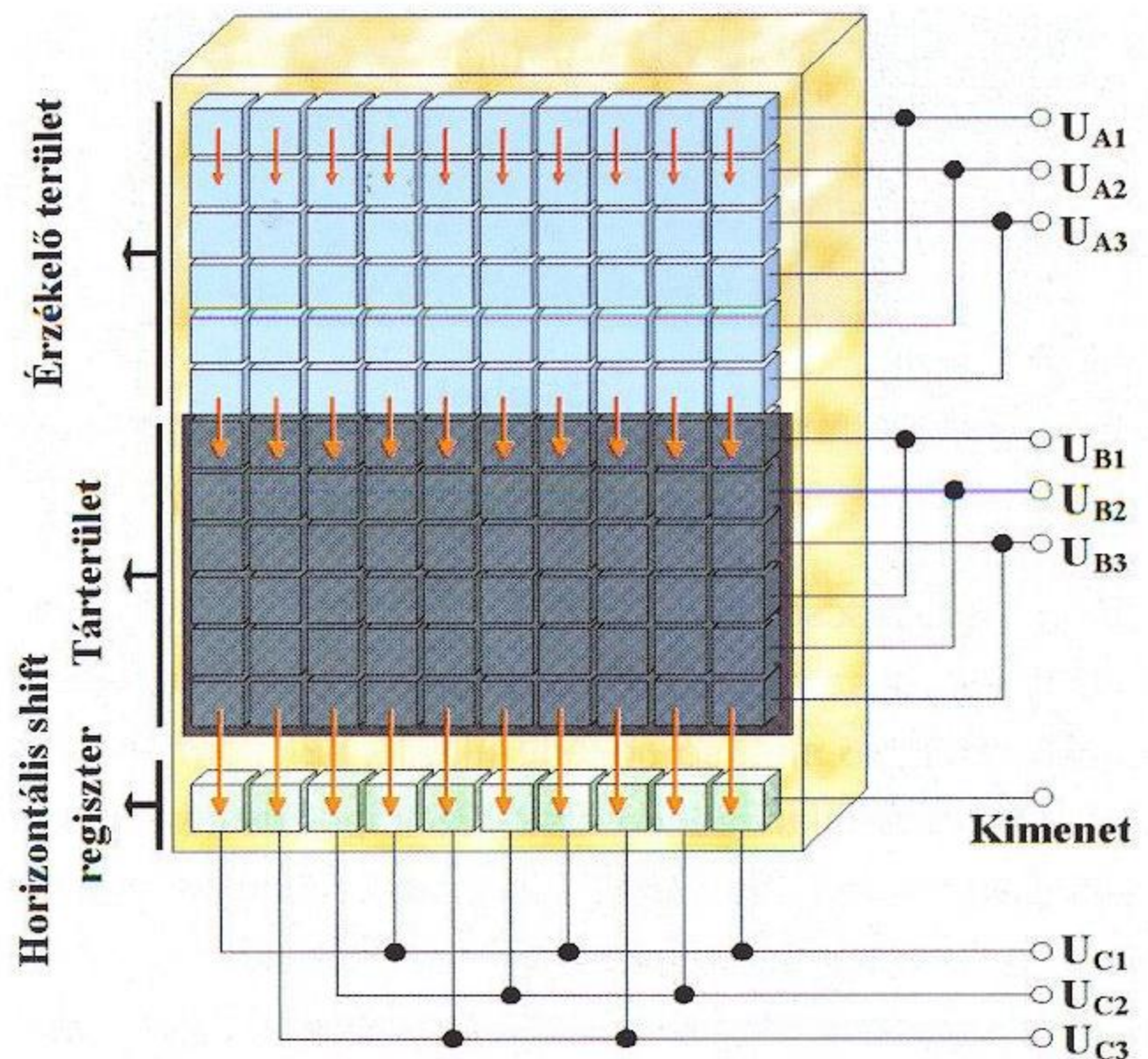
Tekintettel arra, hogy az 1-es elektróda alatt lévő energiagödört az elektronok energiája folyamatosan betölti, így ennek energiaszintje folyamatosan növekszik, míg a másodiknál pedig csökken. Ennek okán a töltéshordozók kezdenek áttöltődni a második elektróda által létrehozott „gödörbe”. Végül t_3 időpillanatban a teljes töltésmennyiség átíródik. Ezzel a vezérlési módszerrel elérhető, hogy a töltéseket a megfelelő irányba vándoroltassuk.

Meg kell jegyezni, hogy a töltésvándoroltatás megfelelő CCD struktúra kialakításával, kétfázisú vezérléssel is megoldható. Ekkor a szilícium CCD elem energiasztruktúráját pozitív ionimplantációval aszimmetrizálják. Erre azért van szükség, mert különben amikor a vezérlő feszültségek értéke nulla vagy negatív a vezérlő elektródákon, akkor – az azonos energiaszint miatt – nem történne töltés áttöltődés. Az aszimmetrizált elemeknél viszont, egyező vezérlőfeszültségeknél az energiaszintek különbözőek. A leírtak alapján látható, hogy a CCD-elem feladata kettős; egyrészt a bejövő fényinformációt elektromos töltéscsomaggá alakítja, másrészt ezt tárolja egészen addig, amíg megfelelő vezérléssel ki nem olvassuk a töltésállapotot. A CCD elemekből kialakított képérzékelőket kialakításuk és működésük szerint három nagy csoportba sorolhatjuk:

- ↳ Frame transfer
- ↳ Interline transfer
- ↳ Frame Interline transfer

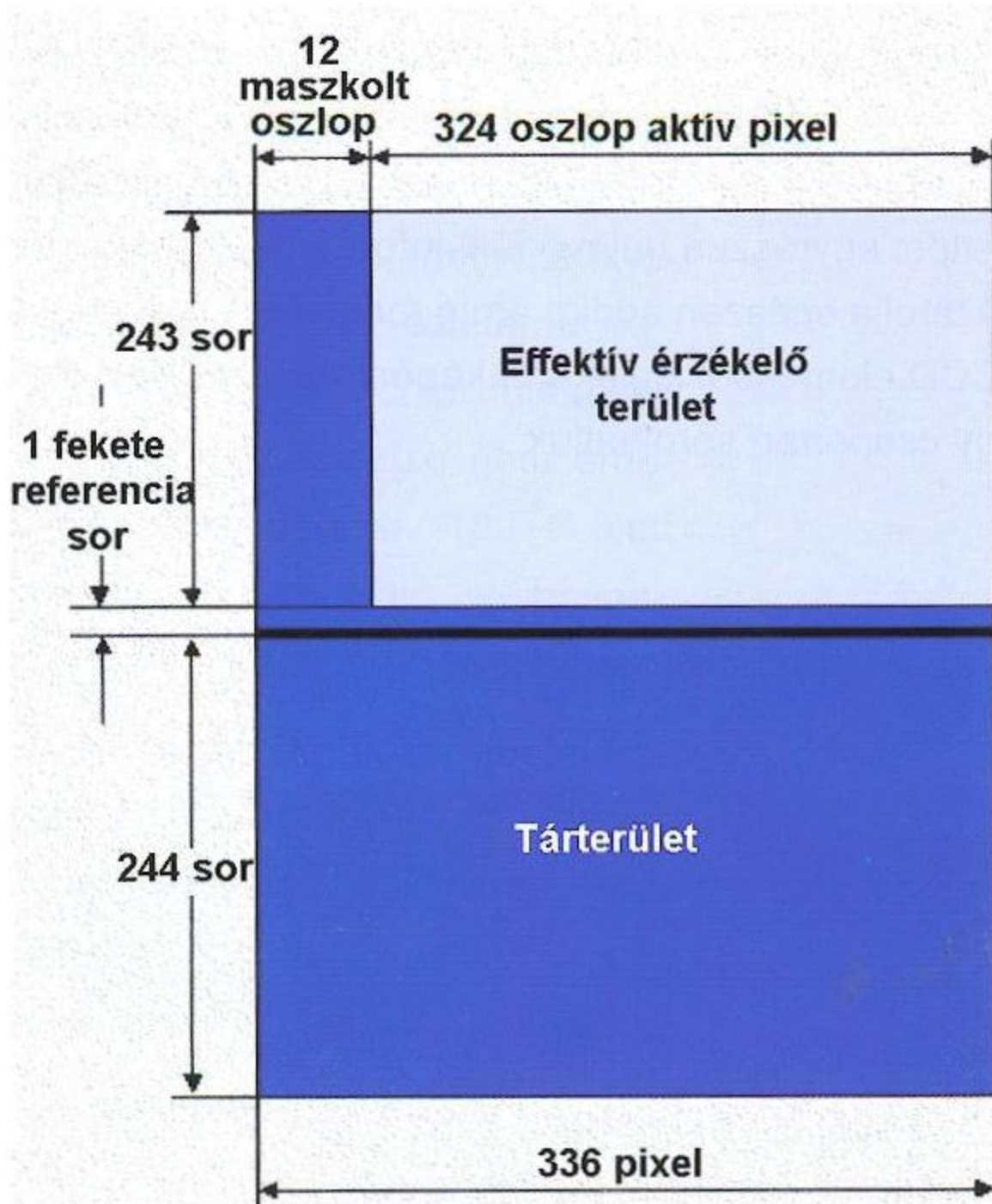
4.2 Frame transfer

A CCD képérzékelők első generációja az ún. Frame transfer chip volt. Több hátrányos tulajdonságai miatt ma már kevésbé használatos. Ennél a kialakításnál a chip felületén a CCD elemek (pixelek) mátrix formában helyezkednek el, két önálló területet alkotva (38. ábra). Az első terület a képérzékelő rész, melyre az objektív a képet leképezi. A második – az előző méretével megegyező – terület az ún. tárterület, amelyet a bejövő fénytől optikailag eltakarnak.



38. ábra

A MOS-elemeket horizontálisan csatorna közök választják el egymástól, hogy ezzel is elkerüljék az elemek kölcsönös egymásra hatását. A chip működése röviden a következő: a függőleges kioltás ideje alatt a vezérlőjelek hatására a fényérzékelő területről a töltések átvándorolnak a tároló területre. Az átírást követően az érzékelő terület ismét kész arra, hogy egy félképnyi idő alatt a bejövő fényinformációt töltéscsomagokká alakítsa. Eközben minden sorkioltási időben ($12\mu\text{s}$ alatt) a tárterületről megkezdődik a sorok kiléptetése a horizontális shift regiszterbe. Innen egy aktív soridő ($52\mu\text{s}$) alatt kerül a jel a kimeneti jelfeldolgozó áramkörbe, amely a videojelet állítja elő.



39. ábra

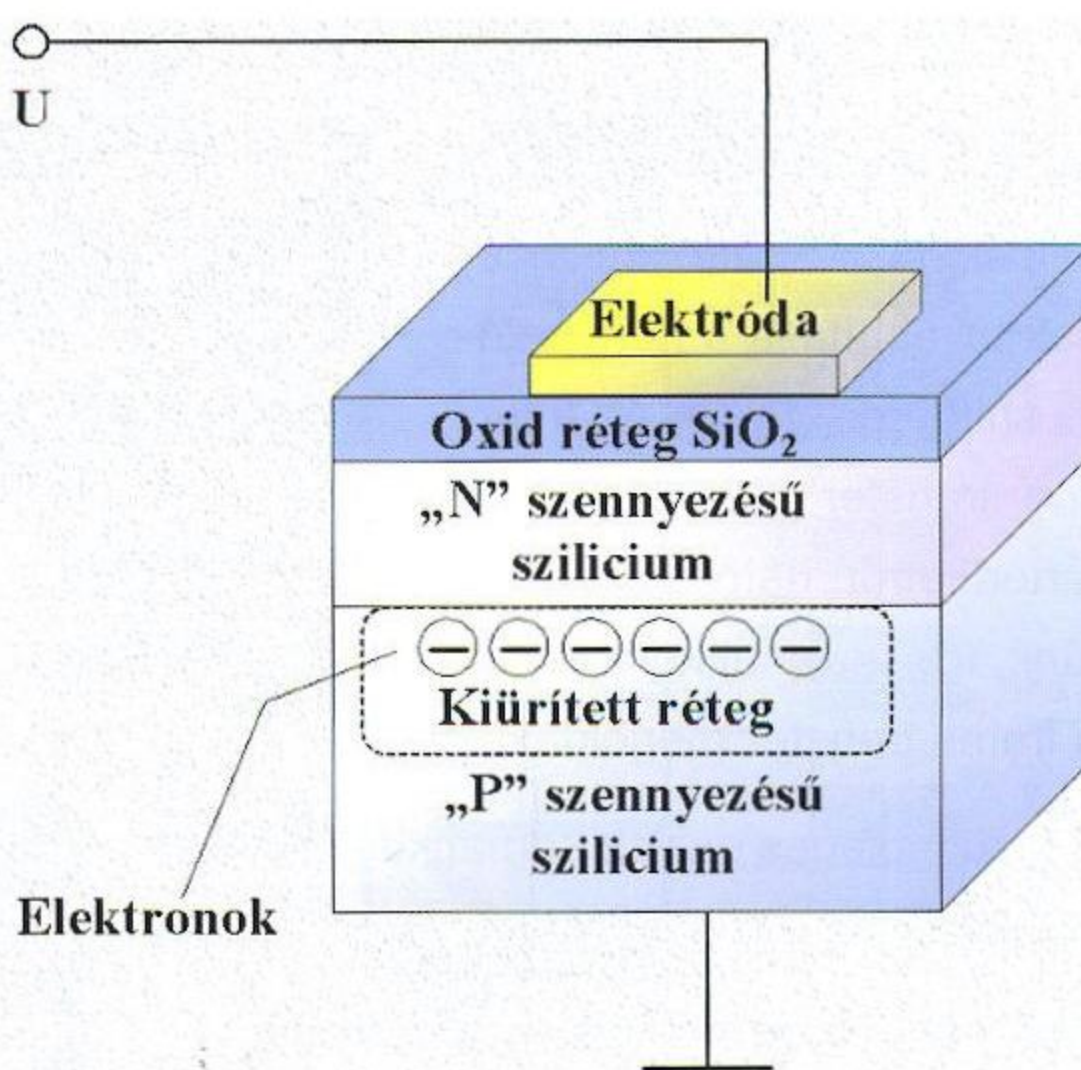
Konkrét példaként nézzük meg a Motorola TC 255P típusú frame transfer CCD-jének elvi rajzát (39. ábra). A chip 2 egyforma érzékelő-, és tárterületre van felosztva. A pixelek $10\mu\text{m}$ oldalméretű szabályos négyzetek, melyekből egy sorban 336 db található. Minden sorban az első 12 elem optikailag takart (maszkolt). Ezen kitakart elemek referencia értéket szolgáltatnak a kimeneti erősítő videojel fekete szintjének szintentartásához. A sorok száma 2×244 . Mint ahogy azt az ábra is mutatja, az érzékelő terület 244. sora szintén maszkolt. Az érzékelő terület töltésfelhalmozása után – a vertikális kioltási idő alatt – 244 vezérlőjellel meg-

történik a töltéscsomagok tárterületre történő átmozgatása. Az átírást követően az érzékelő terület kész az újabb töltésfelhalmozásra, miközben a tárterületről 244 impulzussal a sorkioltási idő alatt soronként átíródik az információ a horizontális shift regiszterbe. A regiszterből az aktív soridő alatt 336 impulzussal továbbítódnak a töltéscsomagok a jelfeldolgozó áramkörbe. (Meg kell jegyezni, hogy a horizontális shift regiszter is tartalmaz plusz 3 járulékos elemet, így a teljes kiolvasáshoz 339 impulzus szükséges.) Látható, hogy a kiolvasási idő szempontjából a szűk keresztmetszetet, a horizontális shift regiszterből történő átírást jelent. Jelen esetben $52\mu\text{s}$ alatt kell 339 léptetést elvégezni, ami kb. 6,5 MHz-es vezérlőfrekvenciát jelent.

Eddig nem esett szó arról, hogy a töltéscsatolás közben lépnek-e fel veszteségek, és ha igen, akkor milyenek. Természetesen a perpetuum mobile-t sajnos CCD-vel sem lehet megalkotni, így az elektronok vándoroltatásakor a kiolvasott elemekben töltések maradnak vissza. Ezt a jelenséget transzfer veszteségnek nevezünk.

A veszteséget számos tényező determinálja, mint pl. a vezérlő feszültség frekvenciájának nagysága, az elemek közötti távolság, a Si szubsztrát vezetőképessége stb. Ezek közül a leglényegesebb a veszteségi tényező vezérlőfrekvencia függősége. Sajnálatos módon a CCD elem transzfer vesztesége 10 MHz felett rohamosan növekszik, ami újabb kutatásokra ösztönözte a fejlesztőket.

Ennek eredményeként létrehozták az ún. betemetett csatornás (Buried channel) BCCD-t. **(40. ábra)** Itt egy újabb „n” típusú járulékos réteg került kialakításra, melynek hatására az energiaminimum áttevődik az „n” és „p” rétegek közös határfelületéhez. Így a szilíciumtömb belsejében lévő elektronok gyors vezérlésekor közülük kevesebb marad vissza, mint a hagyományos CCD elemnél, ahol az energiaváltozás a felülethez közel történik.



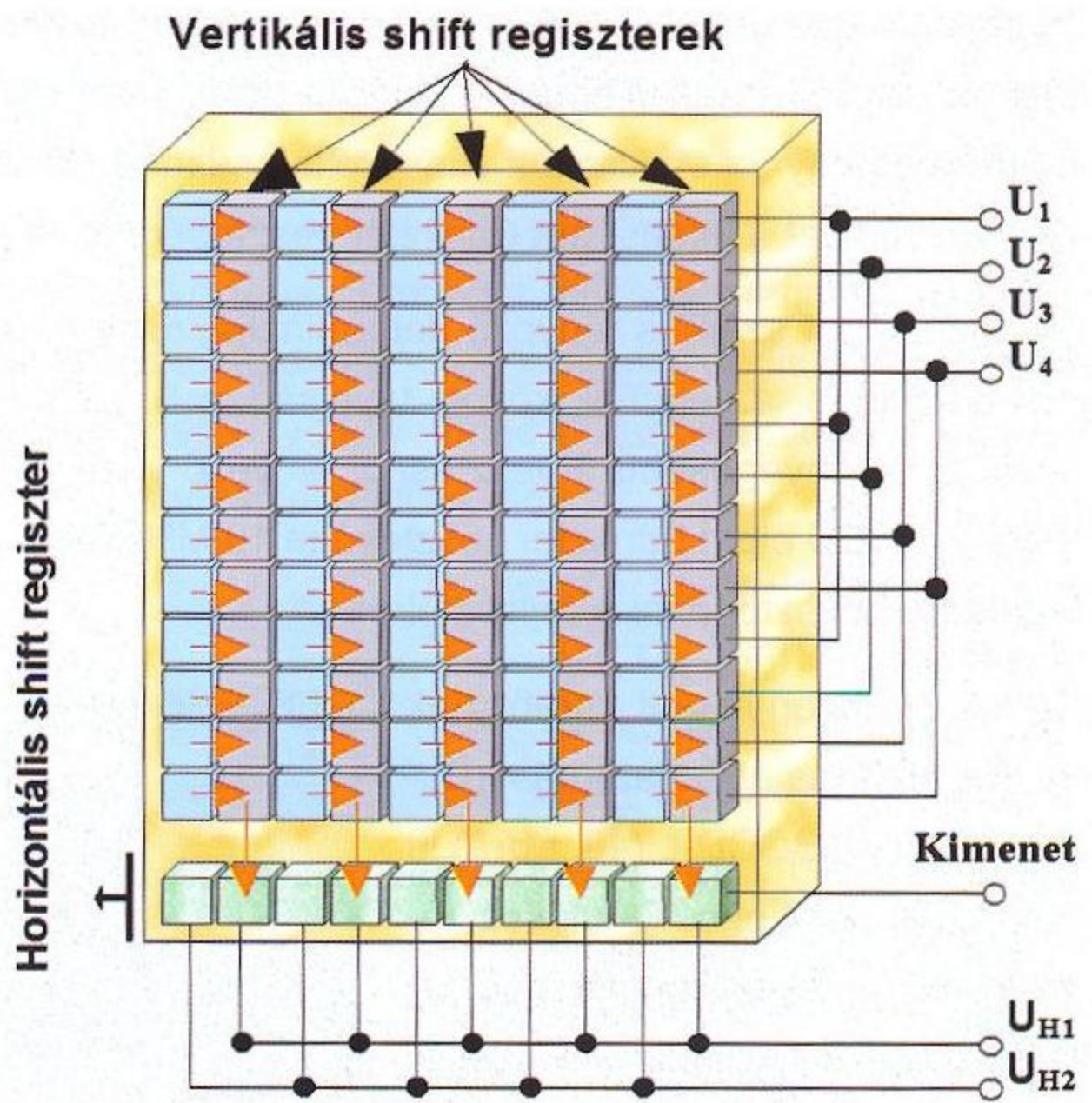
40. ábra

Ezzel a kialakítással a BCCD elem kapcsolási sebessége akár egy nagyságrenddel is magasabb lehet. Hátránya viszont, hogy az elem dinamika tartománya (töltésfelhalmozó képessége) 2-3-szor rosszabb, mint a hagyományos CCD-é, így a képalkotó eszközöknél az érzékelő területet többnyire hagyományos CCD-k, míg a regisztereket BCCD-k alkotják.

Itt érdemes még megjegyezni, hogy léteznek ún. „Full Frame transfer” CCD-k is, melyek nem rendelkeznek tároló területtel, így a kiolvasás közvetlenül a horizontális shift regiszterbe történik. Természetesen ezen eszközökkel nagy felbontást nem lehet elérni, mivel a teljes pixelmennyiséget ki kell olvasni a képkioltási idő alatt. Ott azonban, ahol a nagy felbontás nem kifejezetten követelmény a fele akkora méret, és így a kisebb gyártási költség miatt előszeretettel alkalmazzák. Többnyire ilyen elem kerül beépítésre például az orvosi területen használatos elektronikus endoszkópokba.

4.3 Interline transfer

Az Interline transfer chip-nél az érzékelőelemek elhelyezése szintén mátrix alakban történik. A CCD elemeket függőleges irányban csatornaközök választják el egymástól (41. ábra). Mindegyik függőleges sáv mellett egy-egy vertikális shift regiszter található. E vertikális shift regiszterek feladata, az érzékelőelemekből áttöltött töltések továbbítása a horizontális shift regiszterbe. Az Interline transfer chip-nél külön tárterületről nem beszélhetünk, így ugyanakkora felület mellett jóval több (vagy nagyobb) pixel helyezhető el, mint a frame transfer megoldásnál.

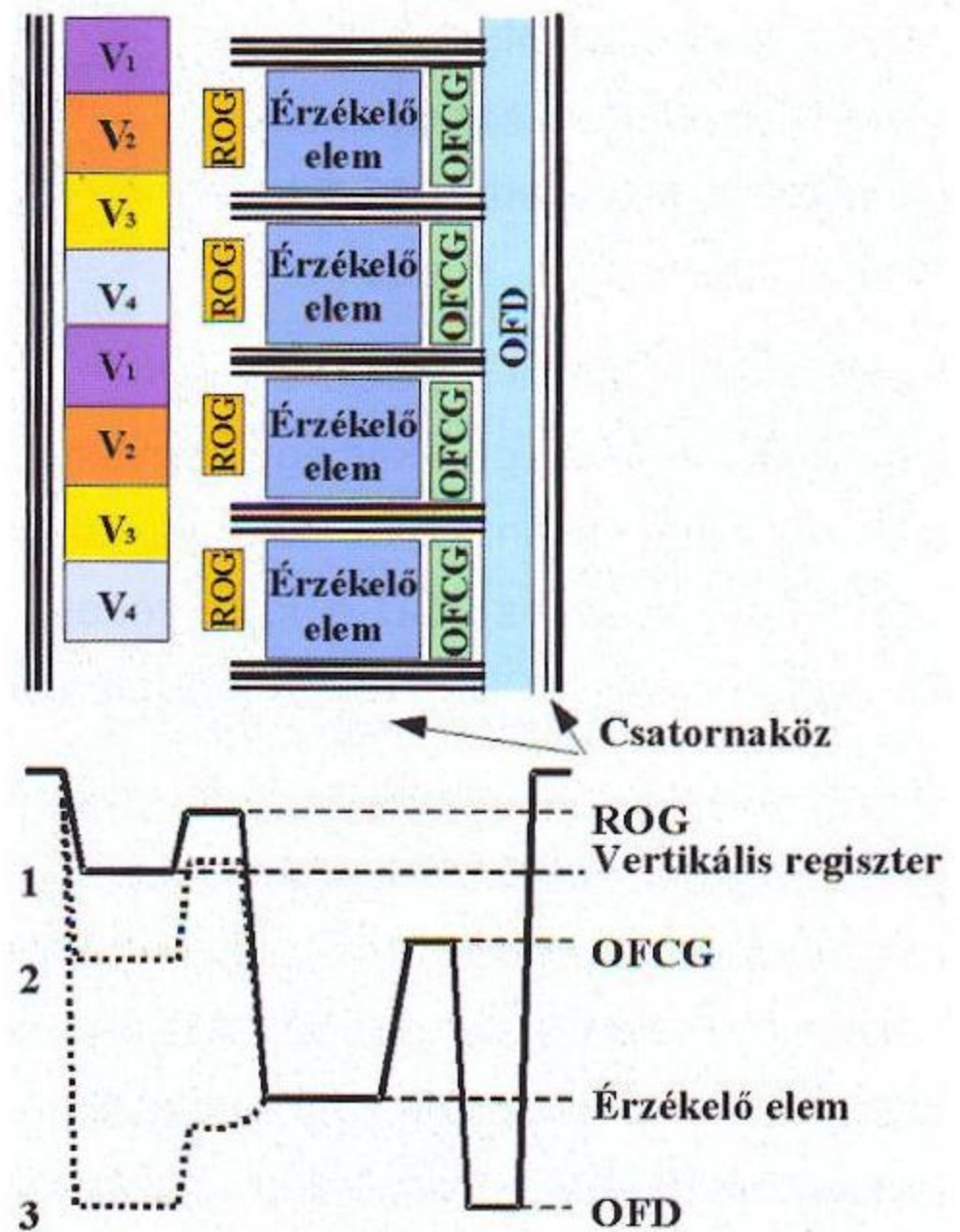


41. ábra

Egy függőleges oszlop sematikus felülnézeti képe látható a 42. ábrán.

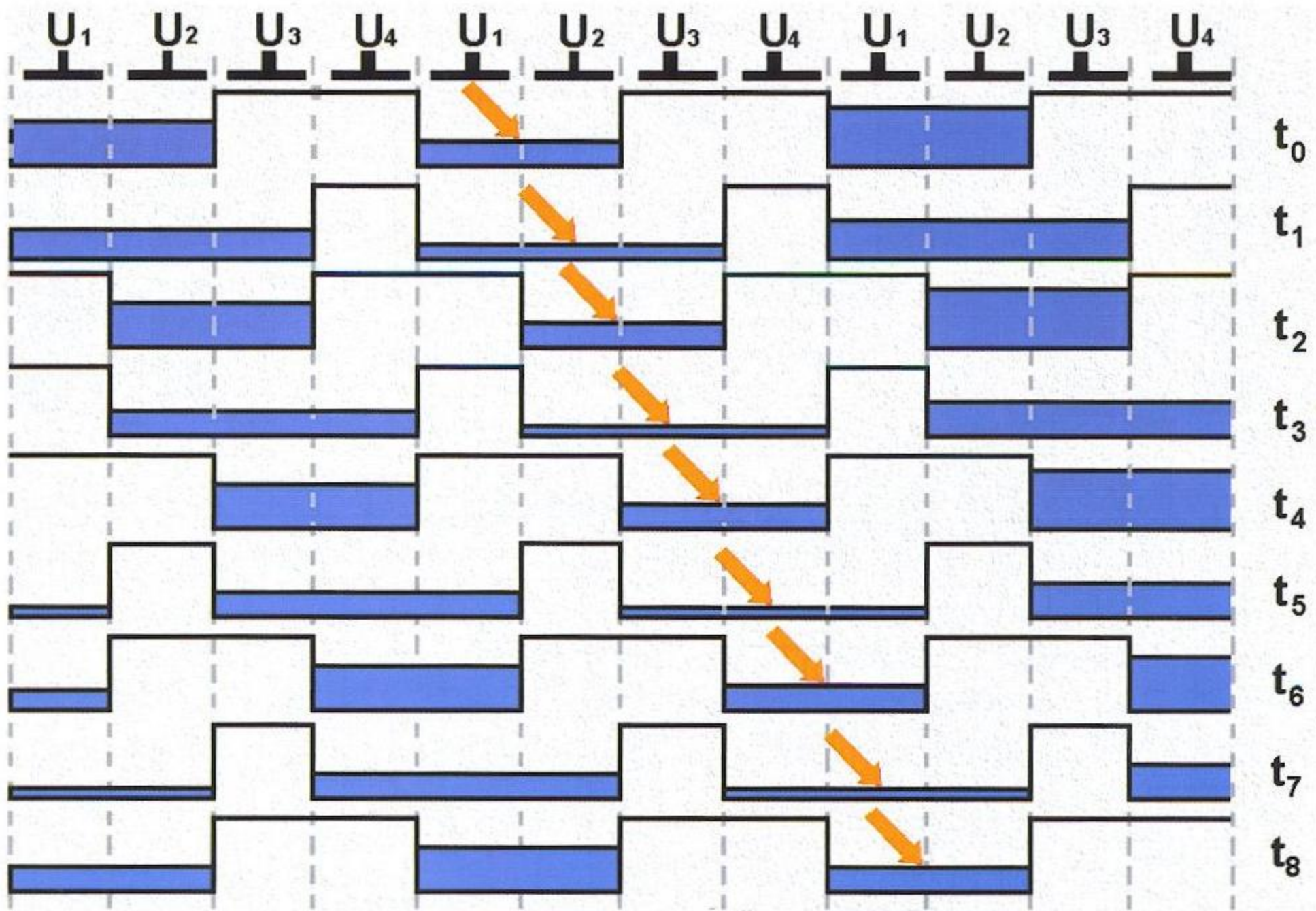
Az érzékelőelemek és a vertikális shift regiszterek között egy külső jellel vezérelt kiolvasó kapu (ROG) teremt kapcsolatot. A túltöltődés megakadályozására az érzékelő másik felén is található egy feszültséggel vezérelt kapu (OFCG). E kapu segítségével a töltések a túltöltés levezető csatornában (OFD) rekombinálódnak.

A vertikális shift regisztereket egy 3 értékű négyfázisú jellel vezéreljük. A 3 feszültségértékből 1 szolgál a meghatározott időben történő kiolvasásra, míg a maradék kettő a töltéstovábbításra.



42. ábra

A **42. ábra** alsó része a kiragadott oszloprészlet különböző potenciálszintjeit ábrázolja. Az érzékelő szenzor félképnyi töltésfelhalmozását követően a ROG kaput vezérelve, (néhány mikroszekundomos impulzussal) megtörténik a V_2 és V_4 vertikális shift regiszterekbe történő töltéscsomag átírás (3-as potenciálszint).



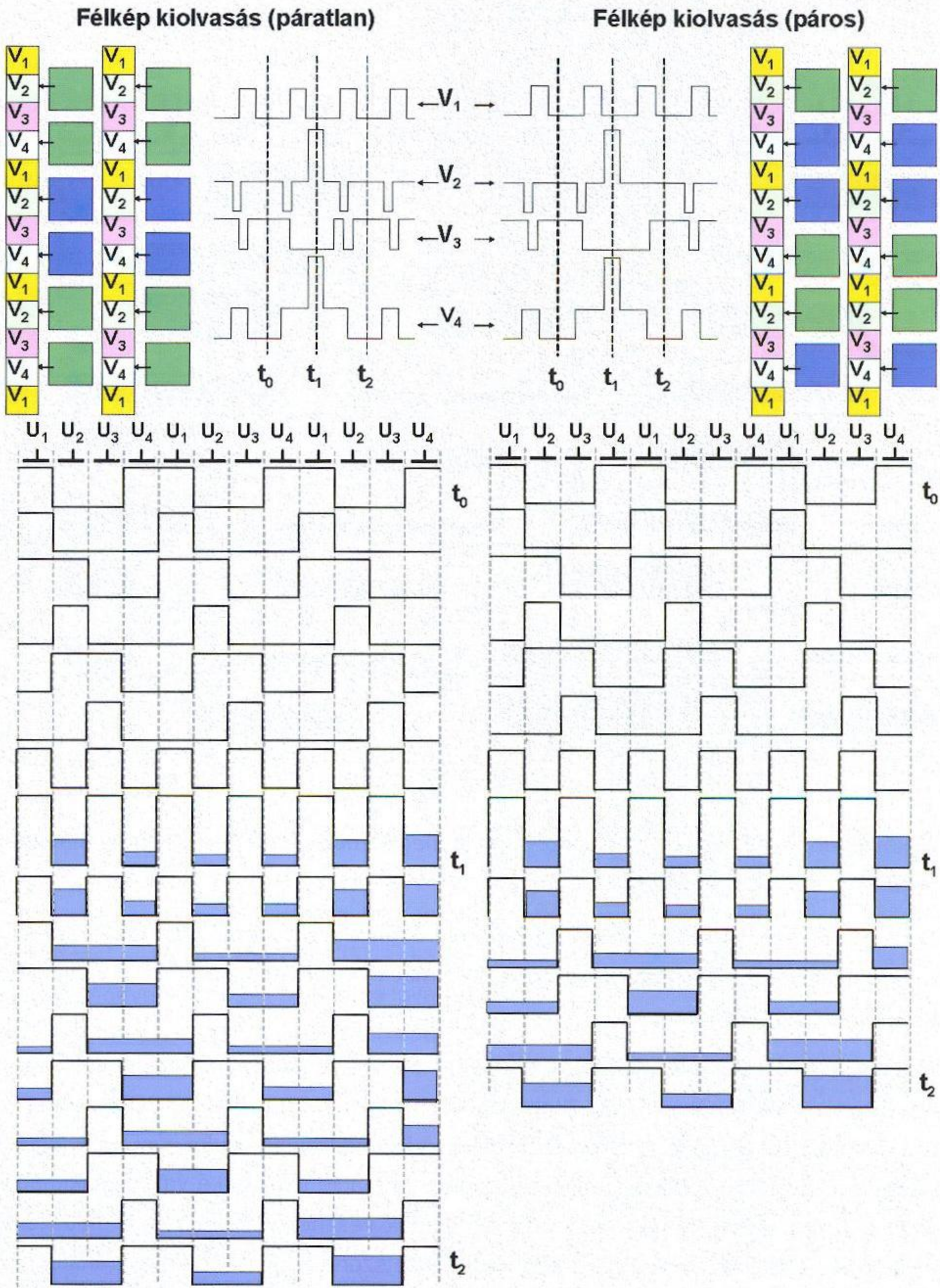
43. ábra

Ezt követően, a **43. ábra** szerinti vezérléssel megkezdődik a töltések vándoroltatása a horizontális shift regiszter felé.

A vezérlés hatására egymás mellett lévő elektródák alatt, egymás után alakulnak ki a megfelelő mélységű energiagödrök, így az információs csomagot hol kettő, hol pedig három CCD elem hordozza.

A vertikális és horizontális shift regiszterekre itt is érvényes a Frame transfer chippeknél már tárgyalt követelmény. Ebből kifolyólag ezen regiszterek szintén BCCD elemekből épülnek fel a jobb transfer hatásfok érdekében. A Frame transfer kialakítási módnál a teljesség kedvéért meg kell jegyezni, hogy a fényinformáció töltésekké való átalakításban hol az U_{A1} , hol pedig az U_{A2} által vezérelt elemek vesznek részt. Ezzel a módszerrel meggátolják a töltések vertikális irányba történő szétszóródását. Az Interline transfer chip kiolvasása többféleképpen történhet.

Az ún. **félkép kiolvasási módnál** (Field Read mode) melyet a **44. ábra** szemléltet, egy teljes kiolvasási folyamatot követhetünk végig.



44. ábra

Látható, hogy a V_2 és V_4 regiszterek csatlakoznak az érzékelő területhez. A kapcsolatot itt is ROG kapu biztosítja, de ez az ábra egyszerűsítése miatt most elhagyásra került.

A megfelelő vezérlőjel hatására az érzékelő elemekből a t_1 -es időpillanatban megtörténik a töltéscsomag átírása a vertikális shift regiszterekbe. Az átíró jelek feszültségértéke meghaladja a normál mozgathoz szükséges impulzusok nagyságát. Az előbbi -tí-pustól függő, de – kb. 14V, míg az utóbbi kb. 3V, a talppont pedig -4,5V-os feszültség-szinten van. A nagyobb feszültség a megfelelő „mélységű” energiagödör kialakításához szükséges.

Az átírást követően a páratlan kiolvasásnál a V_2 és V_4 regiszterek tartalma a közöttük lé-vő alacsonyabb potenciájú, V_3 regiszterekbe összetöltődik. Ezáltal az addig különböző világosságinformációval rendelkező szomszédos elemeket egymással „összemosztuk”.

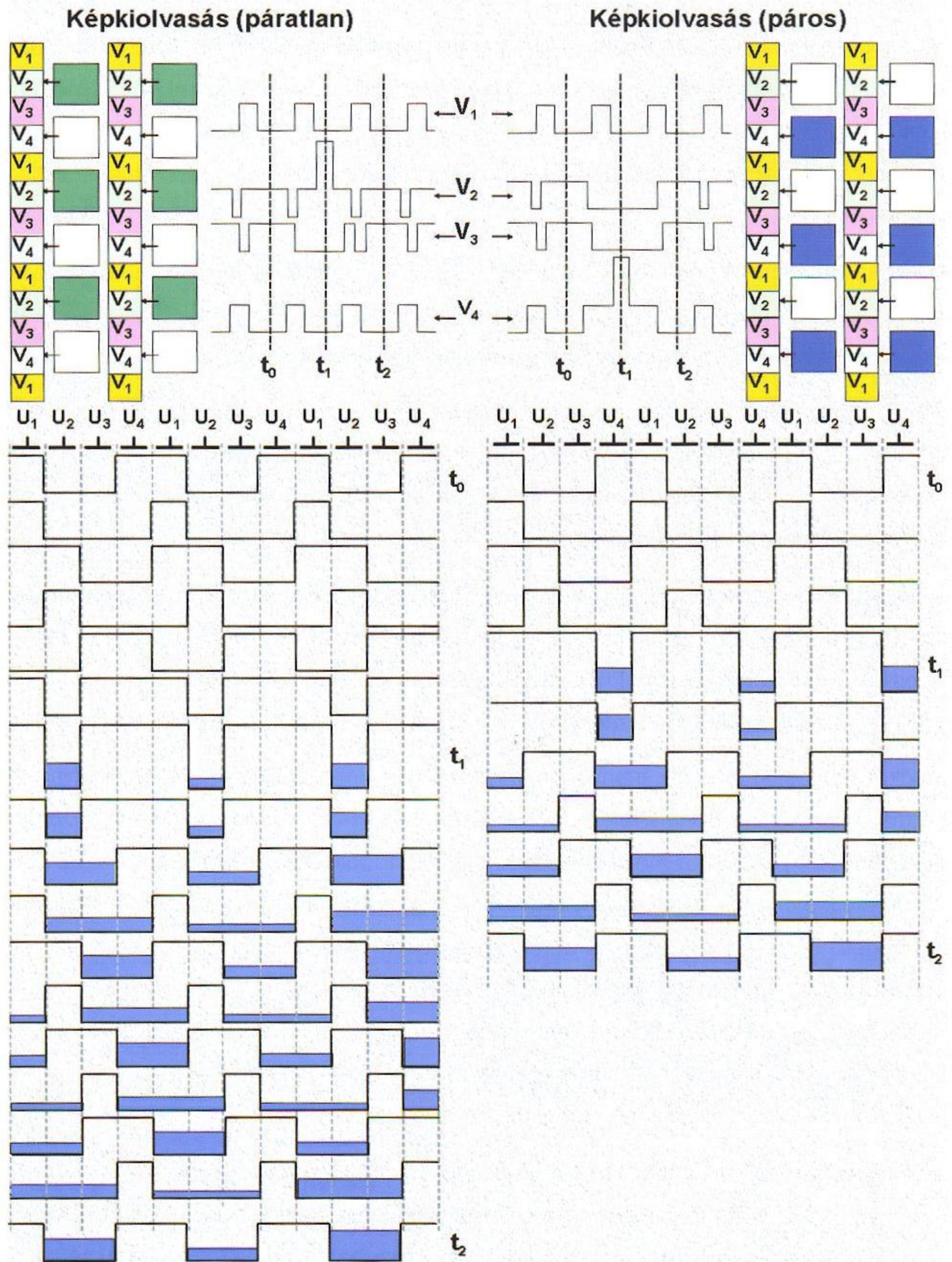
Páros félképeknél a töltésfelhalmozást követően szintén az érzékelőkhöz csatlakoztatott V_2 és V_4 regiszterekbe történik az átírás, azonban most a közöttük lévő V_1 regiszterek-be töltődnek össze a töltéscsomagok. Ezt követően a **43. ábra** szerinti vezérléssel meg-kezdődik a töltések vándoroltatása.

A **Képkiolevási mód** (Frame read mode) szemlélteti a **45. ábra**. Páratlan képkiolevási módnál a felhalmozott töltések a V_2 -es regiszterbe íródnak át, míg páros képnél a V_4 -es be. Ennél a kiolvasásnál hiányzik az összeolvasáshoz szükséges impulzus, így a regiszterek megtartják a CCD elem által közölt töltéscsomagok eredeti nagyságát.

Mindkét kiolvasási módnak megvan a maga előnye, illetve hátránya. Félkép kiolvasási módnál a vertikális felbontás felére csökken, azonban megnő az érzékelő elem ún. dina-mikai tartománya, azaz a maximálisan felhalmozható töltések mennyisége. Ehhez per-sze megfelelő dinamika tartománnyal bíró BCCD vertikális shift regiszterek alkalmazása szükséges. Ugyanilyen fontos az ábrán az egyszerűsítés szempontjából szintén nem szereplő OFCG kapu megfelelő szintbeállítása. Ugyanis, ha a két CCD elem által felhal-mozott töltésmennyiség az összetöltéskor meghaladja a vertikális shift regiszterek kapa-citását, akkor függőleges irányban megindul egy ún. töltésszóródás. Ez a képben a vi-lágos részek környezetében, egy függőleges csíkként jelentkezik.

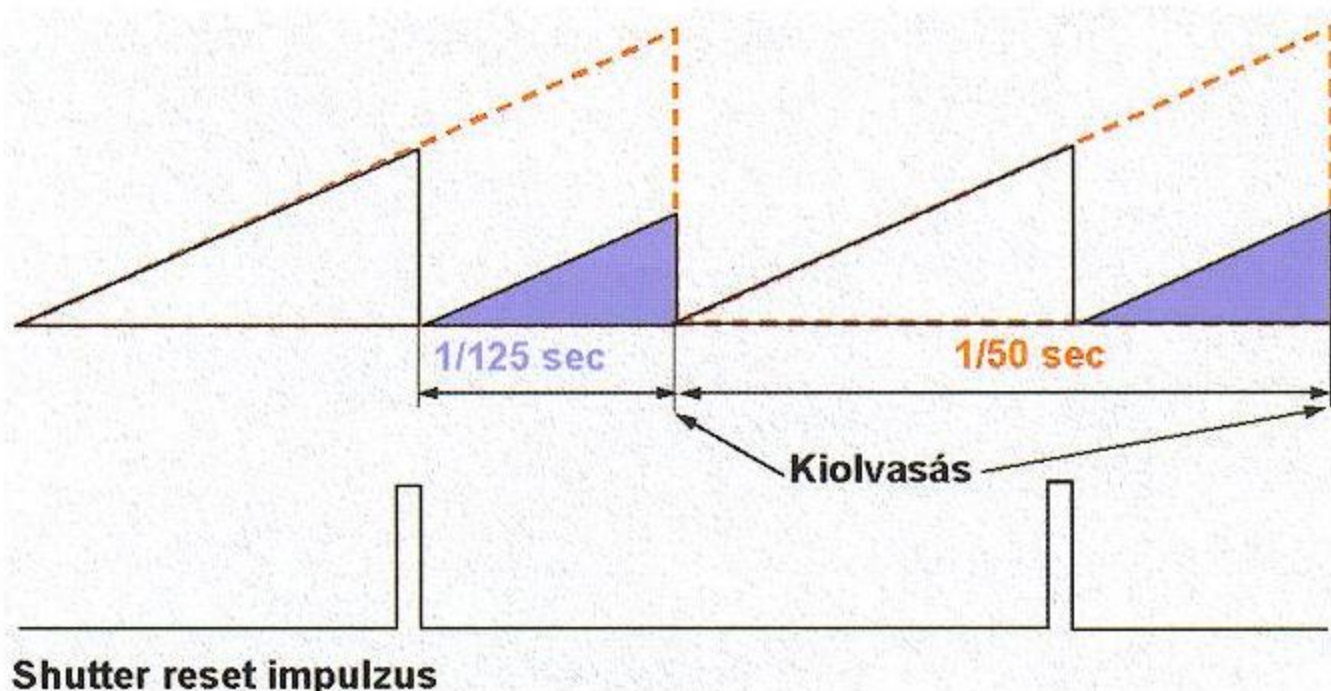
Képkiolevási módnál a vertikális felbontás megkétszereződik és csökken az ún. villódzá-si (flickering) jelenség, ez a mód azonban csak lassan mozgó események követésére al-kalmas. A kiolvasási módokat a normál CCTV rendszerben alkalmazott kameráknál nem lehet állítani. Használata a stúdió technikában alkalmazott képfelvevőknél indokolt.

Azonban e funkció megismerése segít az interline transfer CCD elem képalkotásának megértésében.



45. ábra

Annak érdekében, hogy a nagyobb vertikális felbontást alkalmazni lehessen gyorsan mozgó tárgyak felvételénél, megalkották a harmadik kiolvasási módot is, melyet „Kép Reszet módnak” (Frame Reset Mode) nevezünk.



46. ábra

Ez tulajdonképpen a későbbiekben ismertetésre kerülő Shutter Speed kialakítás egyszerűsített megoldása.

Megértéséhez nézzük a **46. ábrát**. Normál képkiolvasásnál a piros szaggatott vonallal jelzett módon, $1/50$ másodpercenként történik meg az elemek kiolvasása. Kép Reszet módnál azonban egy ún. shutter reset impulzussal vezéreljük az OFCG-t, melynek hatására a képérzékelőkben már felhalmozódott töltéseket a kiolvasási időt megelőzően elvezetjük az erre a célra kialakított OFD csatorna segítségével. Az így „kisütött” elemek ezt követően ismét megkezdik a feltöltődésüket. Látható, hogy a felhalmozott töltések mennyisége (kék háromszög), lényegesen kisebb a normál kiolvasáshoz képest. Az érzékenység ennél a megoldásnál az $1/125$ és $1/50$ értékek hányadosával csökken.

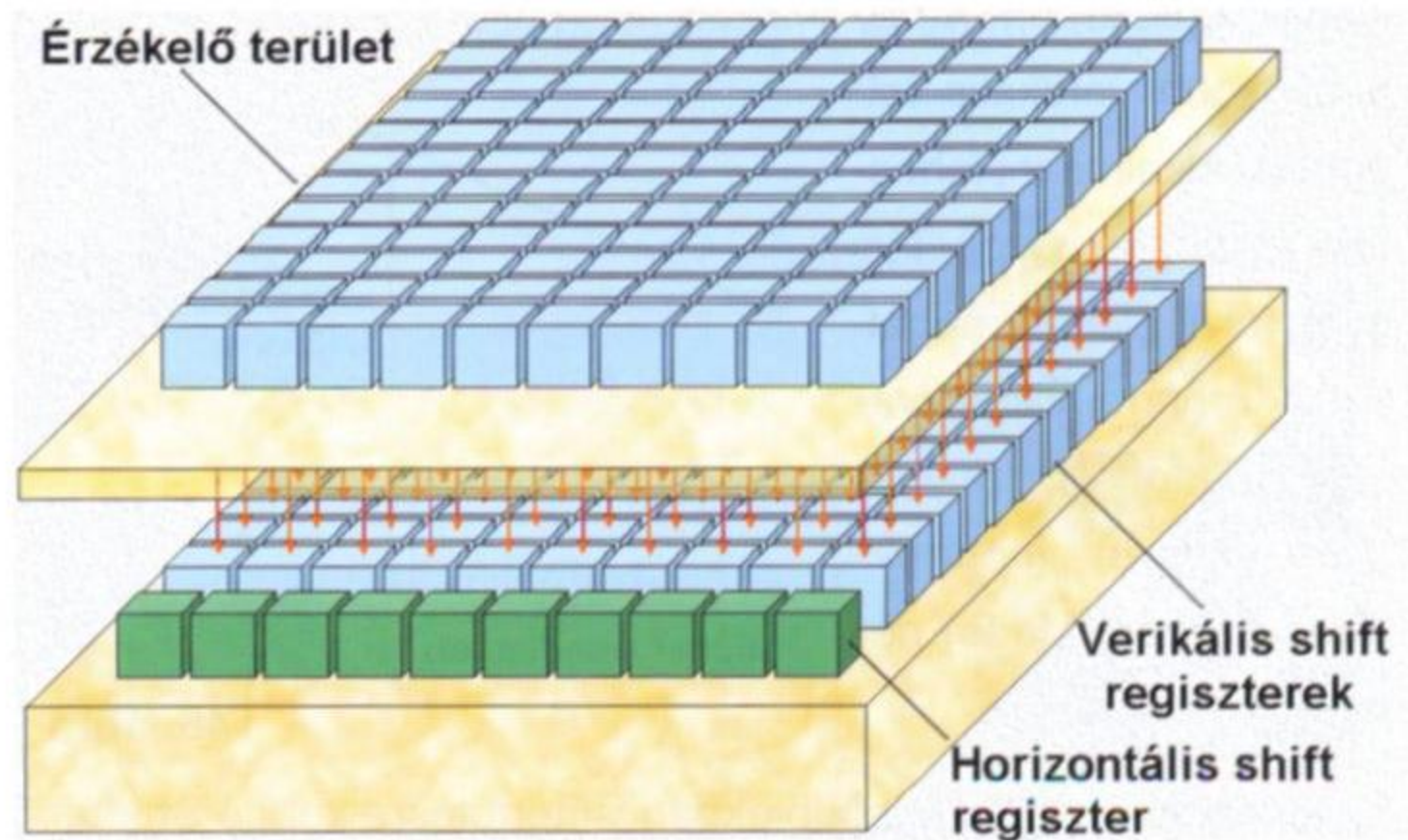
4.4 Frame Interline transfer

Számos hazai szakirodalom foglalkozott már a CCD-k rövid ismertetésével, azonban egyik sem tesz említést a harmadik csoportról, a Frame Interline Transfer (FIT) chipekről. Tekintettel a jelenleg is folyó folyamatos fejlesztésre a külföldi szakirodalom is csínján bánik az ismertetéssel, pedig bátran kijelenthetjük, hogy a másik két CCD típushoz képest lényegesen jobb paraméterekkel rendelkező eszközről van szó.

A kifejlesztésénél a Frame és Interline transfer típusok hátrányainak kiküszöbölése és az előnyeik kiaknázása, és egyesítése volt a cél.

Említésre került, hogy a Frame transfer típusok egyik hátránya, hogy a képkioltási idő alatt a töltés információ kétszer akkora területen áramlik át, így transzfer vesztesége is számottevő. Egyszerű felépítése ellenére ennek a típusnak a mérete közel kétszer nagyobb az Interline-hoz képest. A foton-elektron átalakítás szempontjából felesleges tárterület miatt a hasznos apertúra mérete viszont csekély.

A 47. ábra a Frame Interline transfer chip-et szemlélteti. Jól megkülönböztethető az érzékelő terület (réteg) és az alatta elhelyezkedő tárterület. Az érzékelő réteg a Frame transfer kialakításhoz hasonló elven, a bejövő fényinformáció töltésképpé történő átalakításban vesz részt.



47. ábra

Tekintettel arra, hogy ebben az esetben a tárterület geometriailag nem ebben a síkban került kialakításra, továbbá a felső rétegen vertikális shift regiszterek és kiolvasó kapuk nem foglalják a képérzékelő felületet, így a képérzékelő elem ún. hasznos apertúra mérete számottevően nagyobb, mint a Frame vagy Interline transfer kialakításnál. Ez utóbbiaknál ez az érték kb. 30%-körüli, azaz a CCD katalógusokban szereplő geometriai méretének csupán 25-35%-a vesz részt a töltésfelhalmozásban.

A Frame Interline transfer elemmel így lényegesen nagyobb érzékenységet, illetve felbontást érhetünk el. A második réteggént kialakított tárolóterületre az átírás (a két réteg között elhelyezkedő Read Out kapu vezérlésének hatására) a félképváltási idő alatt történik. A tárolóterületet nagysebességű BCCD elemekből felépített vertikális shift regiszterek alkotják. A regiszterek vezérlése a már ismertetett módon történik. A töltéscsomagok minden egyes sorvisszafutási idő alatt soronként kerülnek kiléptetésre a horizontális shift regiszterbe.

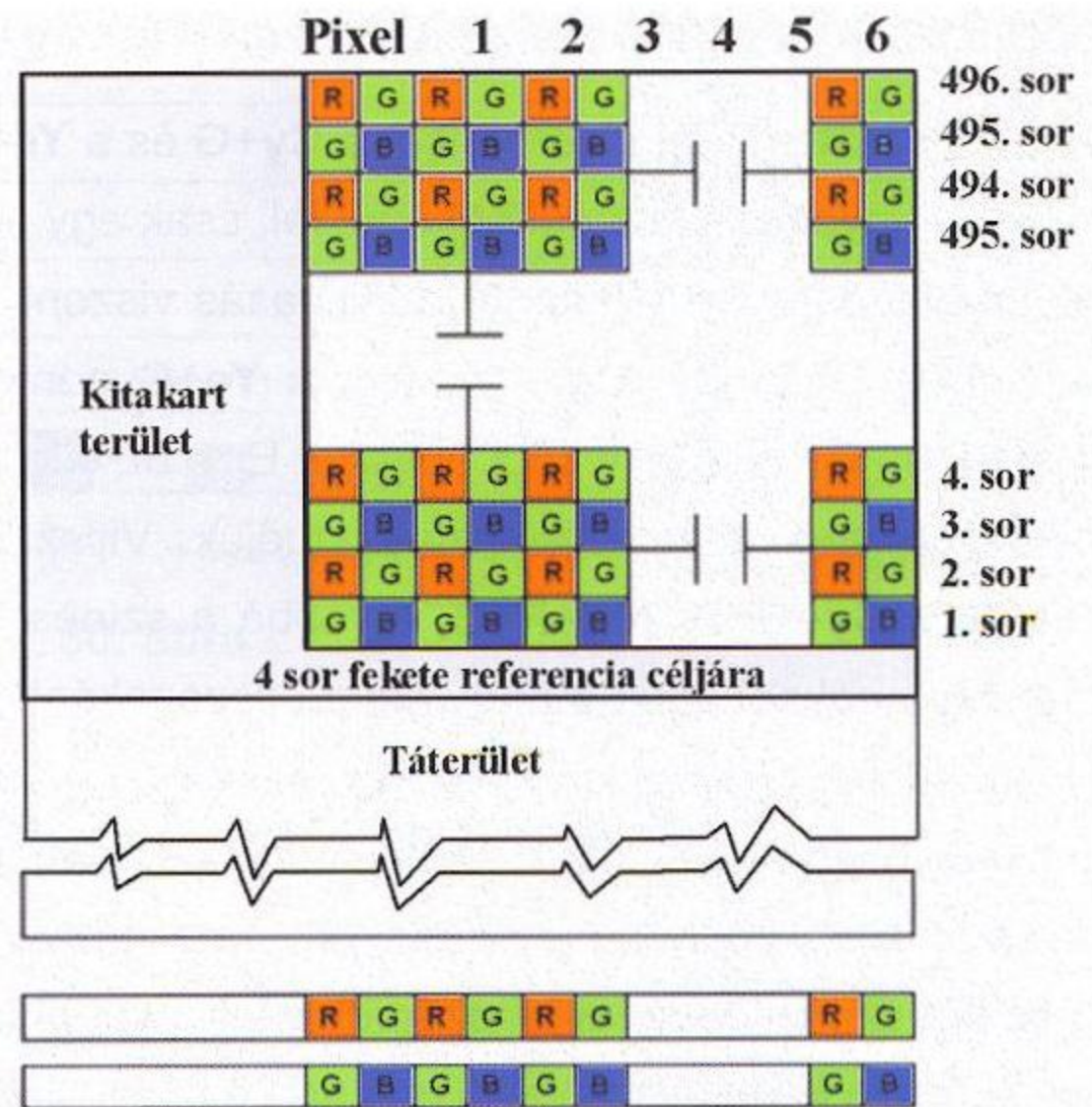
4.5 Színes CCD kamera

A fekete-fehér CCD-k után, ejtsünk néhány szót a színes kamerákról is. A színes kamerákban alkalmazott CCD elemek strukturális felépítése nem sok mindenben tér el a hagyományos fekete-fehér kamerák elemeinek felépítésétől. Az **1. fejezetben** említésre került, hogy az additív (összegző) színkeverés segítségével a három RGB (vörös, zöld, kék) alapszínnel lehetőség van számos más szín létrehozására. Utaltunk rá, hogy a színes televízió képcsövei is a három alapszínjel által vezérelt elektronagyúk segítségével rajzolják fel a megfelelő képet. A három szín különböző arányban történő keverése a szemünkben (agyunkban) valamilyen színérzetet generál.

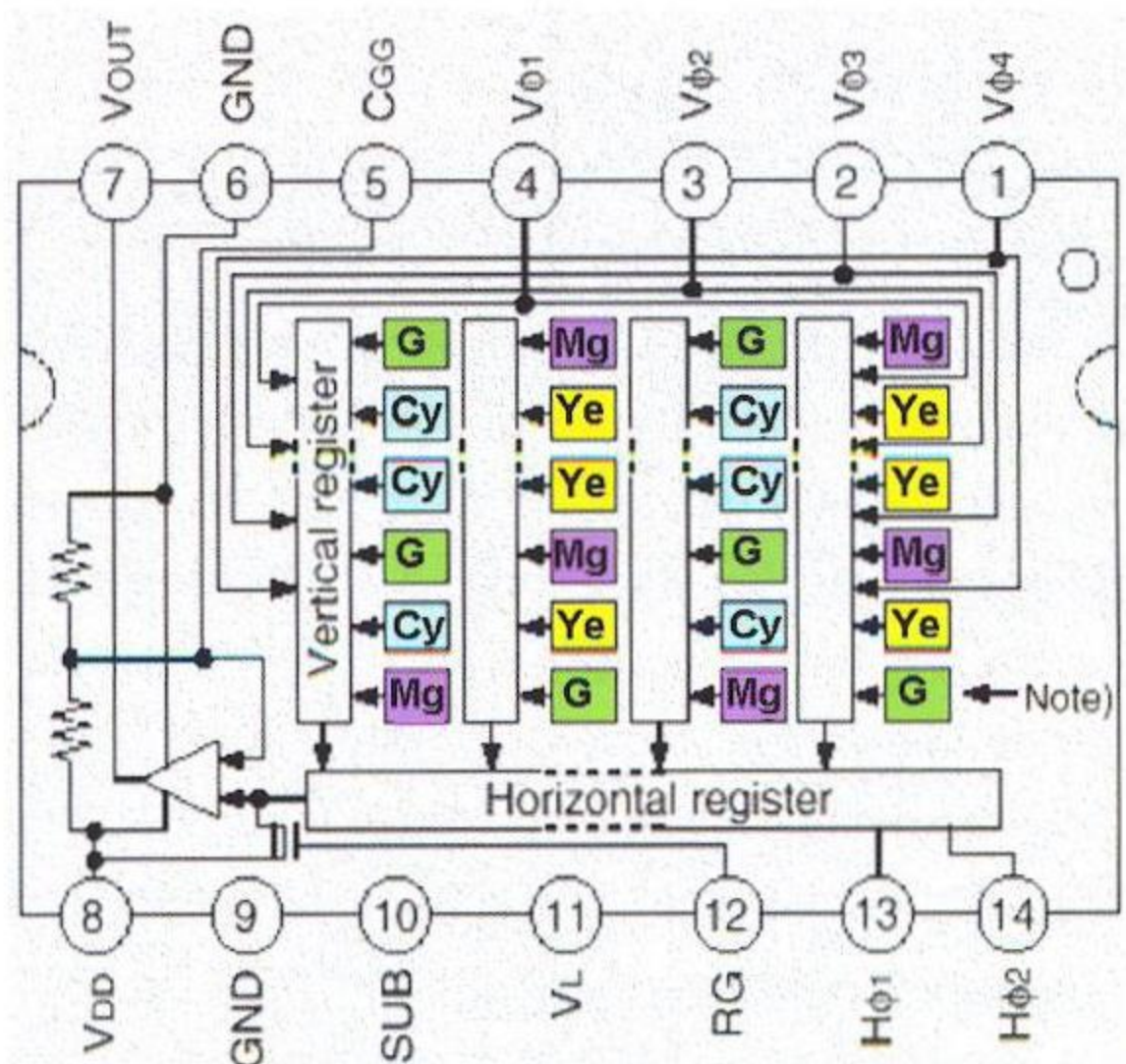
Ennek megfelelően a színes képbontó eszközöket is úgy kell kialakítani, hogy e három alapszint szolgáltatassák. Annak érdekében, hogy a színes képinformáció a fekete-fehér rendszerekkel is kompatibilis legyen, elő kell állítani az ún. világosságjelet (Y jelet). Ennek a jelnek hűen követni, és szürke skálán reprodukálni kell azt a világosság különbséget, amit érzünk, pl. egy kék és sárga szín különbségként (azaz két ugyanolyan energiatartalmú szín közül a sárgát világosabbnak érezzük mint a kék színt).

A színes jel előállítására több módszer is kínálkozik. A legkézenfekvőbb megoldás a színszűrők használata. A három alapszínnek megfelelően a CCD elemei felett színszűrő maszkréteget helyeznek el. Így a szűrők csak a saját színüknek megfelelő hullámhosszúságú fényt engedik át az elemi képpontokra. Ennek az ún. mozaik színszűrőnek az elnevezésére CFA (Color Filter Array) kifejezést találhatjuk a külföldi szakirodalmakban. Egy lehetséges színes Frame transfer chip kialakítást mutat a **48. ábra**.

A teljesség kedvéért meg kell említeni, hogy nemcsak a fenti ábra szerinti 3 színt komponenssel lehet színes képet létrehozni. Erre mutat példát a **49. ábra**, ahol egy Interline transfer elemet láthatunk. Alaposabban megvizsgálva látható, hogy az RGB színek helyett a sárga (Ye), a bíbor (Mg), a kékeszöld (Cy) és a zöld (G) színszűrők kerültek alkalmazásra.



48. ábra



49. ábra

Az ilyen jellegű elrendezést komplementer színmozaiknak nevezzük.

Megfelelő mátrix-áramköröket használva a világosságjel (**Y**) és az **RGB** színjelek így is előállíthatók. A páratlan és páros félképek két egymás alatt lévő sorból épülnek.

Az első páratlan kép első pontját a **Cy+G** és a **Ye+Mg** páros adja, míg a páros kép első pontja a ugyanezen színekből épül fel, csak egy sorral eltolva, azaz **G+Cy** és **Mg+Ye**. A következő páratlan félképnél a kiolvasás viszont két sorral shiftelődik, azaz a páratlan kép első pontja **Cy+Mg**, valamint a **Ye+G** pontokból, míg a pároskép első pontja a **Mg+Cy** és **G+Ye** elemekből épül fel. Erre az eltolásra azért van szükség, hogy mindkét színkülönbségi jelet származtatni tudjuk. Visszaemlékezve az additív színkeverésre: **Ye=R+G**, **Cy=G+B**, **Mg=R+B**, továbbá a színes képalkotásnál említettekre, a világosságjelet megkaphatjuk a négy elem összegeként:

$$Y = \frac{(G + Cy) + (Mg + Ye)}{2} \text{ és } Y = \frac{(G + Ye) + (Mg + Cy)}{2}$$

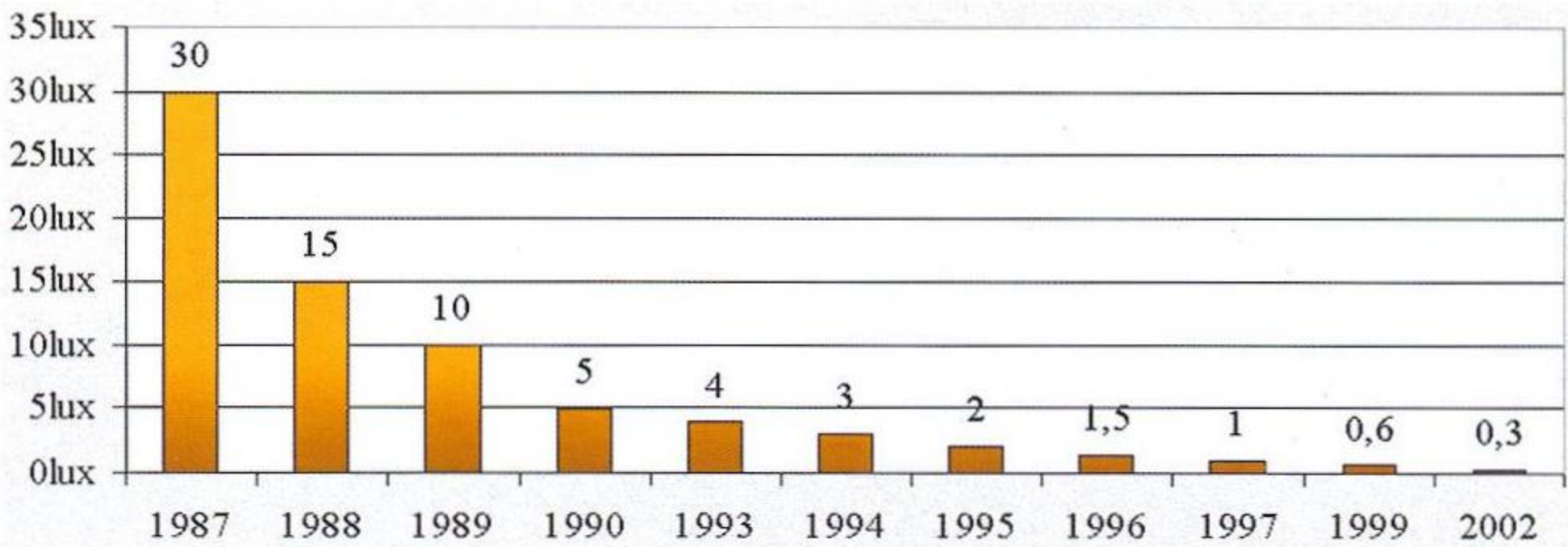
Így a két színkülönbségi jelet számítható az alábbi módon:

$$B - Y = [(G + Ye) - (Mg + Cy)] \text{ és } R - Y = [(Mg + Ye) - (G + Cy)]$$

Nem beszéltünk eddig az így kialakított színes CCD óriási hátrányáról. Mivel a monitor 1 képpontjához a CCD elem 3-4 pixele adja a színes információt, így jelentősen leromlik a felbontás az ugyanilyen struktúrájú fekete-fehér kamerához képest.

A felbontás megtartása érdekében meg kell többszörözni a pixelek számát, amit adott formátumon belül csak úgy tudunk létrehozni, ha csökkentjük ezek elemi méretét. A pixel méretének a redukálása viszont az érzékenység csökkenéséhez vezet. További érzékenység veszteséget okoz, hogy a színes kamerákba a CCD elem elé egy infraszűrőt (IR cut filter) építenek be. Ennek oka, hogy infravörös megvilágításnál nem értelmezhető a színes képalkotás, hiszen egy 950 nm-es fényforrás által kibocsátott fényhullámok a tárgyról a kamerába visszaverődve nem okozhatnak a látható tartományba eső színérzetet. A szűrő alkalmazásával viszont a fekete-fehér kamerákhoz képest jelentősen megsűrjűk a kamerába jutó fény mennyiségét, hiszen ne felejtsük el, hogy mind a természetes, mind pedig a mesterséges fényforrások valamilyen mértékben infravörös tartományban is bocsátanak ki fényhullámokat. Ezeket a fényhullámokat a fekete-fehér kamerák felhasználják a képalkotásban, míg a színesek nem. Nagy általánosságban elmondható, hogy a színes kamerák érzékenysége több mint 1 nagyságrenddel (azaz 10-szer) rosszabb, mint az ugyanolyan felbontással és formátummal rendelkező fekete-fehér kameráké.

A színes kamerák érzékenységének fokozatos javulását szemlélteti az **50. ábra**.

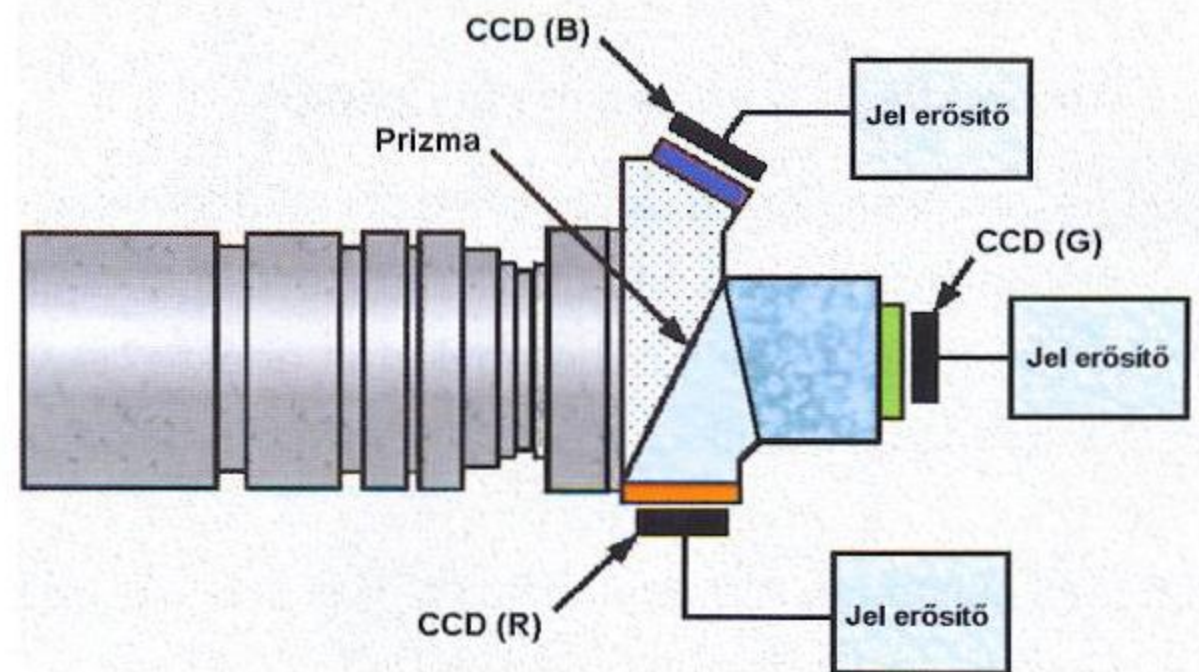


50. ábra

4.6 3 CCD-s kamera

Az érzékenység növelésére több módszer is kínálkozik. Az egyik megoldás lehet az ún. több csöves, vagy CCD-s kamerák alkalmazása. Itt a belépő fénysugarat egy tükör-rendszer, vagy prizma segítségével kettő, három, vagy négy irányba eltérítjük. Kezdetben óriási előrelépést jelentett a két csöves kamera kifejlesztése, ahol is az egyik cső a világosságjel előállítására, míg a másik színelvevő cső 2 alapszín leképzésére szolgált. A harmadik színt a világosságjelből

és a két alapszínből mátrix-áramkörök állították elő. 3 CCD-s (csöves) kameráknál a hullámhosszuk szerint három részre osztott fény legtöbbször az **51. ábra** szerinti elrendezésben a három alapszínnek megfelelő jeleket hozza létre. Ekkor a világosságjelet a három alapszínből szintén mátrixáramkörök állítják elő. Ritkább esetben itt is alkalmaztak olyan megoldást, ahol az egyik CCD a világosságjelet, míg a másik kettő egy-egy alapszínjelet állított elő. További tökéletesítést jelent a négy CCD-s (csöves) kamera alkalmazása, ahol a 3 alapszínen kívül külön elem állítja elő a világosságjelet. Ezzel a megoldással a színtől teljesen elszeparáltan történik a világosságjel előállítása és további feldolgozása. 3 CCD-s kamerákat alkalmaznak a televíziós technikában, de megtalálhatók a biztonságtechnikai rendszereknél is.

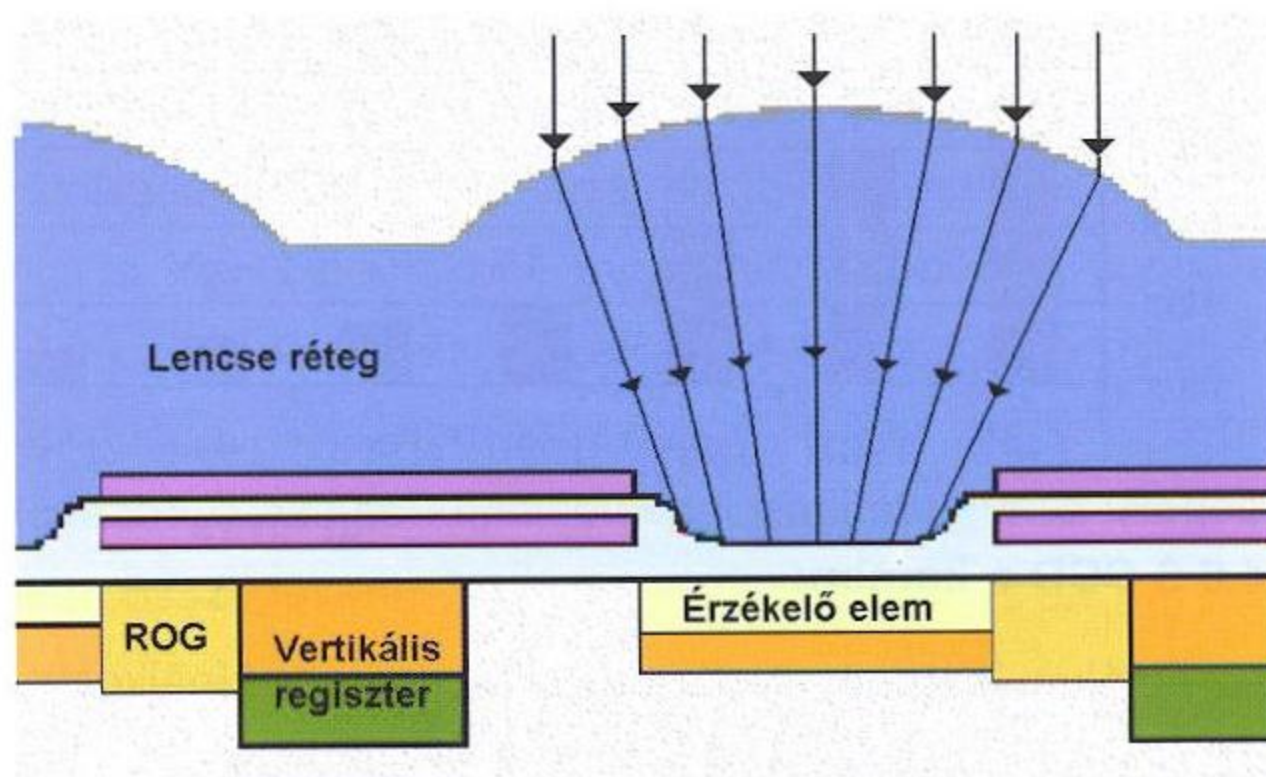


51. ábra

5. Kamera paraméterek

5.1 OCL (OCML)

Műszakilag és technikailag érdekes érzékenység növelő megoldás egy ún. mikrolencse réteg elhelyezése a CCD elemek fölé. Az ilyen réteggel ellátott CCD-s kamerákat a katalógusok OCL (on chip lens), vagy OCML (on chip microlens) felirattal látják el. Egy ilyen chip sematikus rajzát szemlélteti az



52. ábra

52. ábra. Ezzel a megoldással növelni tudják a hasznos érzékelő felületre jutó fénymenyiséget, és így az elem érzékenységét.

5.2 Automatikus fehér egyensúly (AWB)

Mint az említésre került, a színes kamerákban a színinformációk külön csatornában kerülnek feldolgozásra. A csatornák erősítése külön-külön állítható. Miért van erre szükség, miért nem gyárilag állítják be egyforma értékre? A válasz nagyon egyszerű. Az 1. fejezetben megállapítottuk, hogy egy fényforrás jellemezhető a színhőmérsékletével. Azaz különböző színhőmérsékletű fényforrások eltérő energia nagysággal tartalmazzák a különböző hullámhosszúságú színösszetevőket. Az emberi szem bizonyos határokon belül elég jól tud alkalmazkodni a színhőmérséklet változáshoz. Azaz egy izzólámpás szobai megvilágításnál (kb. 2500 K) egy tiszta fehér papírlapot a szemünk ugyan olyan fehérnek lát, mint amikor délben, napsütésben a szabadban nézzük, holott ott a színhőmérséklet kb. 6000 K.

A kamera ilyen alkalmazkodásra nem képes. A szobai megvilágításhoz beállított színhelyes kép eltolódik a kékesebb irányba, ha a kamerát kivisszük a szabadba. A kb. 6000 K színhőmérsékletű megvilágítás ugyanis jóval nagyobb energiával tartalmazza a kékesebb összetevőket, ami a kamera kék jelcsatornáját aránytalanul túlvezérli a többihez képest.

Ennek kiküszöbölésére a színes kamerák általában tartalmaznak egy ún. AWB (Automatic White Balance), vagy AWC (Automatic White Balance Control) automatikus fehér egyensúly beállítási lehetőséget (**53. ábra**).

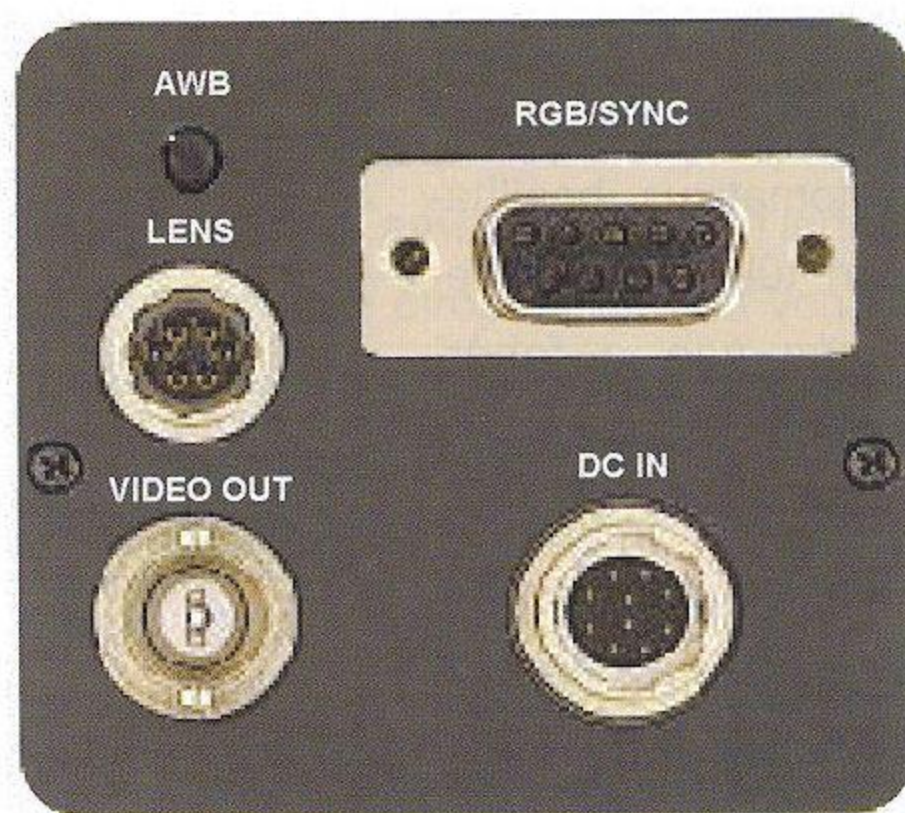
A beállítógomb néhány másodperces működtetésével lehetőség van a 3 színjel erősítő csatorna kimenetét automatikusan egy szintre hozni. Nem kell semmi mást tenni, mint egy nagyobb méretű (pl. A4-es) papírlapot úgy a kamera elé tenni, hogy a papírról alkotott kép a teljes látómező min. 80%-át lefedje. A papír helyzetét úgy kell megválasztani, hogy a fényforrás által kibocsátott fénysugarak a papírról visszaverődve a kamerába jussanak (54. ábra).

Ez a látszólag egyszerű feladat időnként mégis okozhat problémát, ugyanis széles látószögű objektívek használatakor egy A4-es lapot már olyan közel kell rakni a kamerához, hogy legtöbbször magát a bejövő fényt teljesen eltakarjuk vele, vagy a kamera elhelyezése miatt a kamerához nem tudjuk kellően közel rakni, így nem érjük el az említett 80%-os lefedettséget. Ilyenkor javasolt a beállítás idejére az optikát nagyobb fókusztávolságúra cserélni, vagy a kamerát is kézben tartva elvégezni a beállítást. Fontos,

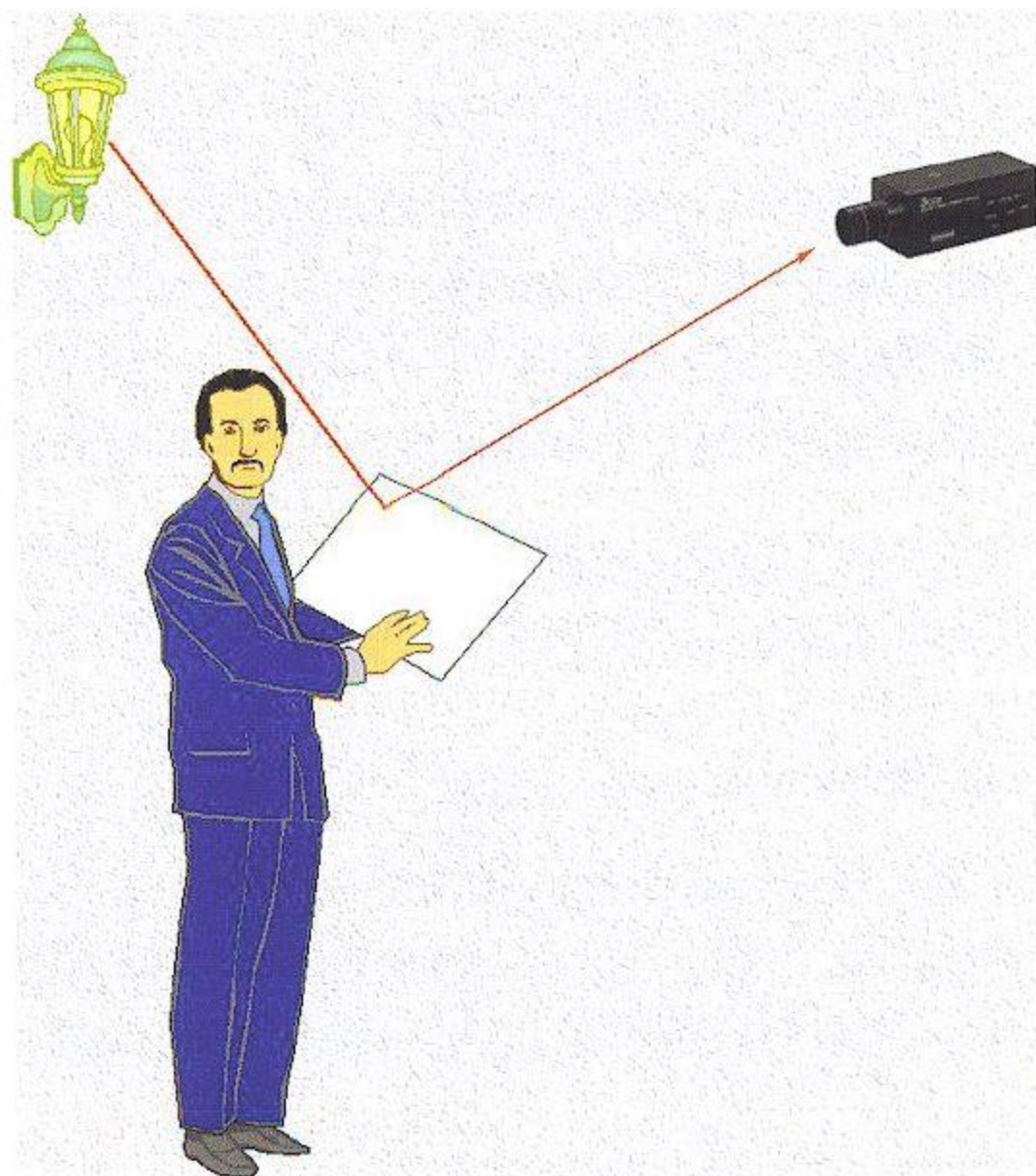
hogy a papírlapra a domináns fényforrás fénye essen. Ha sikerült a fehér papírlapot megfelelően elhelyezni, akkor az AWB gomb néhány másodperces működtetésével a fehér-egyensúly automatikusan beállítódik.

Léteznek olyan kamerák, melyek nem rendelkeznek fehér-egyensúly állító kapcsolóval. Ezek általában a tápfeszültség ráadásakor állítják be a megfelelő értéket. Az installálás megkönnyítése érdekében néhány kamera-gyártó gyárilag beállított (előre definiált) színhőmérsékleteket alakít ki a kamerán, melyek egyszerűen, egy kapcsoló segítségével kiválaszthatók.

Ezek a definiált értékek általában 2800 K és 5600 K, azaz egy átlagos beltéri és kültéri megvilágítás színhőmérsékleteinek felelnek meg.

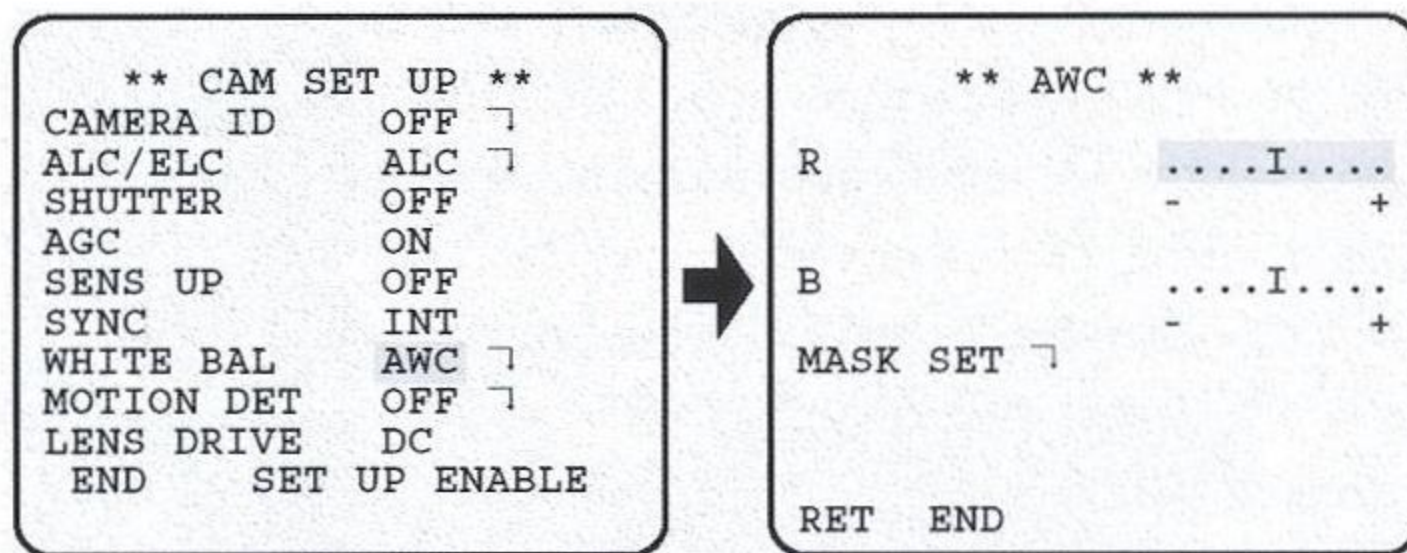


53. ábra



54. ábra

Digitális, menüvezérelt kameráknál az automatikus beállításon túlmenően lehetőség van a fehér-egyensúly manuális beállítására oly módon, hogy valamelyik színösszetevő irányába



55. ábra

ba toljuk el a képet. Ezzel a megoldással lehetőség van pl. kékesebb, azaz hidegebb, vagy pirosabb, azaz melegebb kép előállítására is (55. ábra).

5.3 Auto Shutter

A 4.5-ös fejezetben tárgyaltuk a Frame Reset Mód szerinti kiolvasást, és ott említésre került, hogy ez tulajdonképpen az Auto Shutter „elődje”. Mit jelent pontosan ez a kifejezés?

Az angol nyelvben a shutter szó a fényképezőgépek zárját jelenti, vagyis azt a fényelzáró mechanikus szerkezetet, amelyik egy előre beállított időtartamra (általában 1 s-től 1/1000-ed s-ig) nyit, és szabaddá teszi a fény útját a filmig. A sebességgel a bejövő fény-mennyiség nagyságát tudjuk szabályozni.

A CCD-s kamerákban alkalmazott elektronikus shutter tulajdonképpen ugyanazt eredményezi, mint a fényképezőgép zár. Mivel azonban technikailag elég nehéz lenne mozgó képek felvételénél másodpercenkénti 50-szer ilyen mechanikus szerkezettel szabályozni a bejövő fény útját, ezért ezt egy igen szellemes elektronikus megoldással helyettesítik.

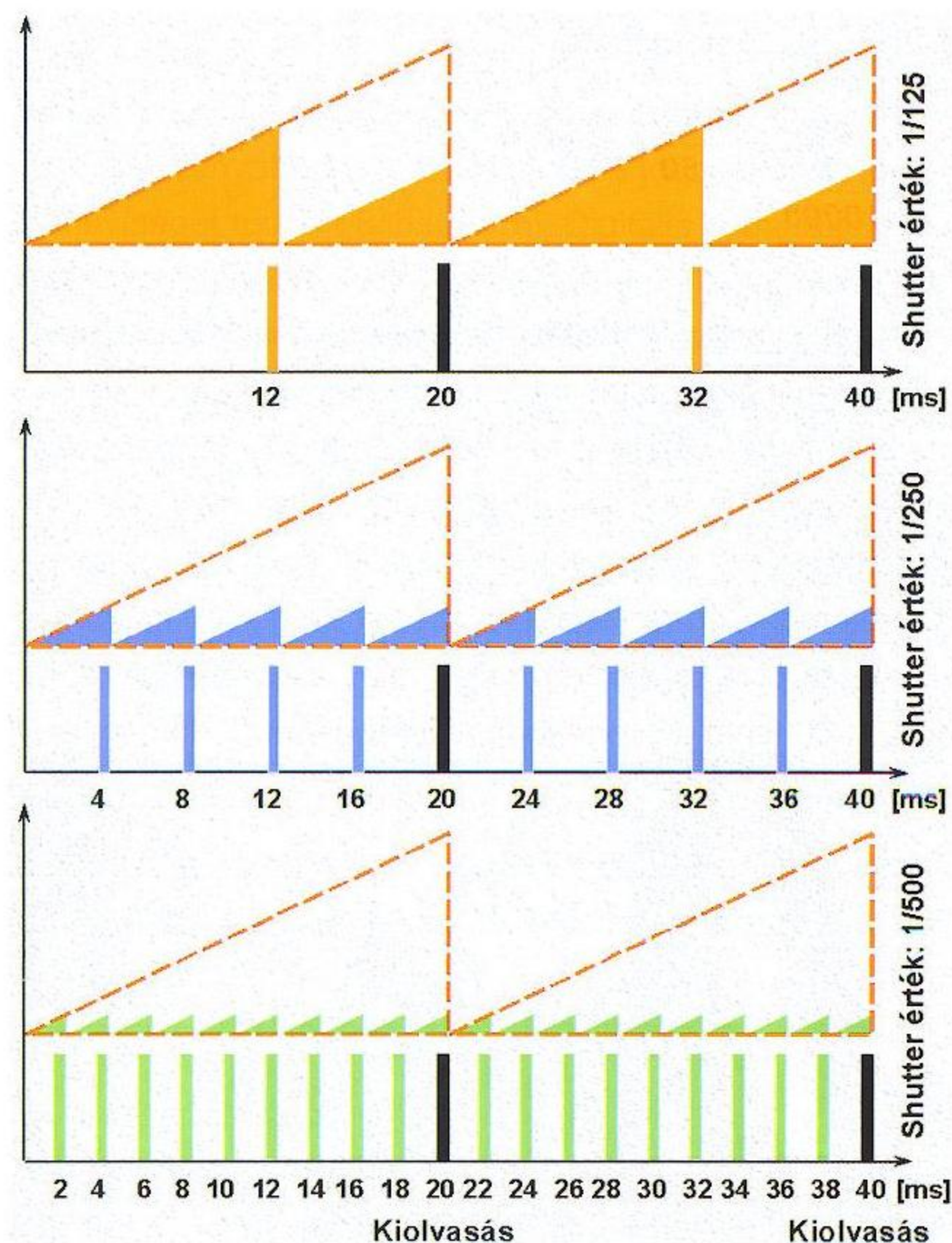
A fénynek kitett érzékelő elemeket egy szabályozható frekvenciájú négyszögjel sorozat „kisüti” (azaz az elemekben felhalmozódott töltések a szubsztrát belseje felé elvezetődnek). Minél nagyobb frekvenciájú a négyszögjel, annál kevesebb töltés tud az elemekben felhalmozódni.

A működés szempontjából lényeges szó a kisütés. Ugyanis jó néhány publikációban előfordul az, hogy a shutter speed magyarázataként a gyorsított képkiolvasás „hangzik” el. Ha visszaemlékezünk a Frame transfer chip működésére, akkor ott már leírásra került, hogy az igazi szűk keresztmetszet a horizontális shift regiszter kiolvasása, hiszen itt a teljes sornyi információt kell – az 50 félképes képalkotást feltételezve – 52 μ s (aktív soridő) alatt kiléptetni. Ez természetesen egyaránt igaz az interline és a Frame interline típusokra.

Gondoljunk bele, hogy ha tízezredes zársebességet akarnánk elérni, akkor ezt a sebességet meg kellene kétszázszorozni.

Az ennek során jelentősen megnövekvő transzferveszteség miatt ez az út nem járható. E helyett a CCD elemekhez kapcsolódó OFCG kaput szabályozzuk a megfelelő órajellel.

Könnyebb megértést a **56. ábra** segíti. A félképek kiolvasásánál amennyiben nem lenne shutter impulzus az elemek töltődése $1/50$ másodpercig, azaz a piros szaggatott vonallal jelzett háromszögig történne. A kiolvasás előtti $1/125$ másodperces (8 ms) impulzussal vezérelve a CCD-t, a töltődés csak kisebb mértékig fog megtörténni, mivel az elemet töltődés közben „kisütöttük”. A shutter frekvenciáját megduplázva, a töltés mennyiségét tovább tudjuk felezni. A shutter impulzus értékeit úgy választották meg, hogy a felhalmozott töltésmennyiséget mindig felezzék. Így a szabványos shutter értékek a következők: $1/125$, $1/250$, $1/500$, $1/1000$, $1/2000$, $1/4000$, stb.



56. ábra

Shutter Control), vagy egy ennél is találóbb EI, vagyis elektronikus írisz elnevezés. Ezek a kifejezések műszakilag közel azonos megoldást takarnak. Az Auto Shutteres (EI-s) kamerák kiválóan alkalmasak a környezeti megvilágítás bizonyos mértékű változásának a „kezelésére”.

Lényeges még egyszer kiemelni, hogy a kiolvasás csak a feketével jelzett (20 milliszekundumonkénti) időpontokban történik meg.

Mire lehet használni ezt a funkciót? Először is, ha a CCD kimenetén egy megfelelően kialakított áramkörrel mérnénk a töltésmennyiségek nagyságát, és a mért értékek alapján befolyásolnánk a shutter frekvenciát, akkor már meg is valósítottuk az elektronikus íriszt. Ezt az automatikus töltésmennyiség szabályozást nevezük Auto Shutter-nek. Léteznek más megnevezések is, mint pl. AESC (Automatic Electronic

Azzal azonban tisztában kell lenni, hogy ez a változás elég szűk keretek között mozoghat. A szükséges fényátfogás kültéren extrém esetekben elérheti az 1:10.000.000-t. Az Auto Shutterrel megvalósítható fényátfogást – amennyiben a katalógus nem közli, egyszerűen számolhatjuk a

$$\frac{1/50}{1/S_{max}}$$

képlettel, ahol S_{max} a leggyorsabb Shutter sebesség. Azaz egy max. 1/10.000-es Shutter sebességre képes kamera fényátfogása:

$$\frac{\frac{1}{50}}{\frac{1}{10000}} = \frac{10000}{50} = 200$$

Ebből jól látszik, hogy kültéren a fényviszonyok változásának korigálását nem bízhatjuk csak erre az áramkörre. Bizonyos alkalmazásoknál kifejezetten hátránya lehet egy kamerának, ha a telepítő helyett az automatika választja ki a sebességet. Ez különösen akkor lehet kritikus, ha gyors lefolyású eseményeket kell megfigyelni, illetve rögzíteni. Ilyen alkalmazás lehet pl. a rendszámfelismerésre telepített kamera, ahol automatikus sebességnél, megfelelően nagy környezeti megvilágítás esetén a shutter sebesség annyira lelassulhat, hogy az azonosítani kívánt tárgy a képen 1/50 másodperc alatt igen jelentősen bemozdul. Érzékeltetésképpen egy 120 km/h-s sebességgel mozgó jármű 1/50 sec alatt közel 67 cm-t halad.

Általános elvként elmondható, hogy az Auto Shutterrel rendelkező kamerákat beltéri alkalmazásoknál használhatjuk ki előnyösen, ahol a fényviszonyok közel állandók, vagy csak kismértékben változnak.

5.4 Ellenfény kompenzáció (BLC)

A BLC (Back Light Compensation), azaz ellenfény (háttérfény) kompenzációs kamerák alapvetően két csoportra oszthatók. Az egyszerűbb (analóg) kialakításnál a kép egy előre definiált területén kívülről jövő fény mennyiséget elektronikus úton „elnyomják” a kép többi részéhez képest. Ennek a megvalósítására két módszer kínálkozik.

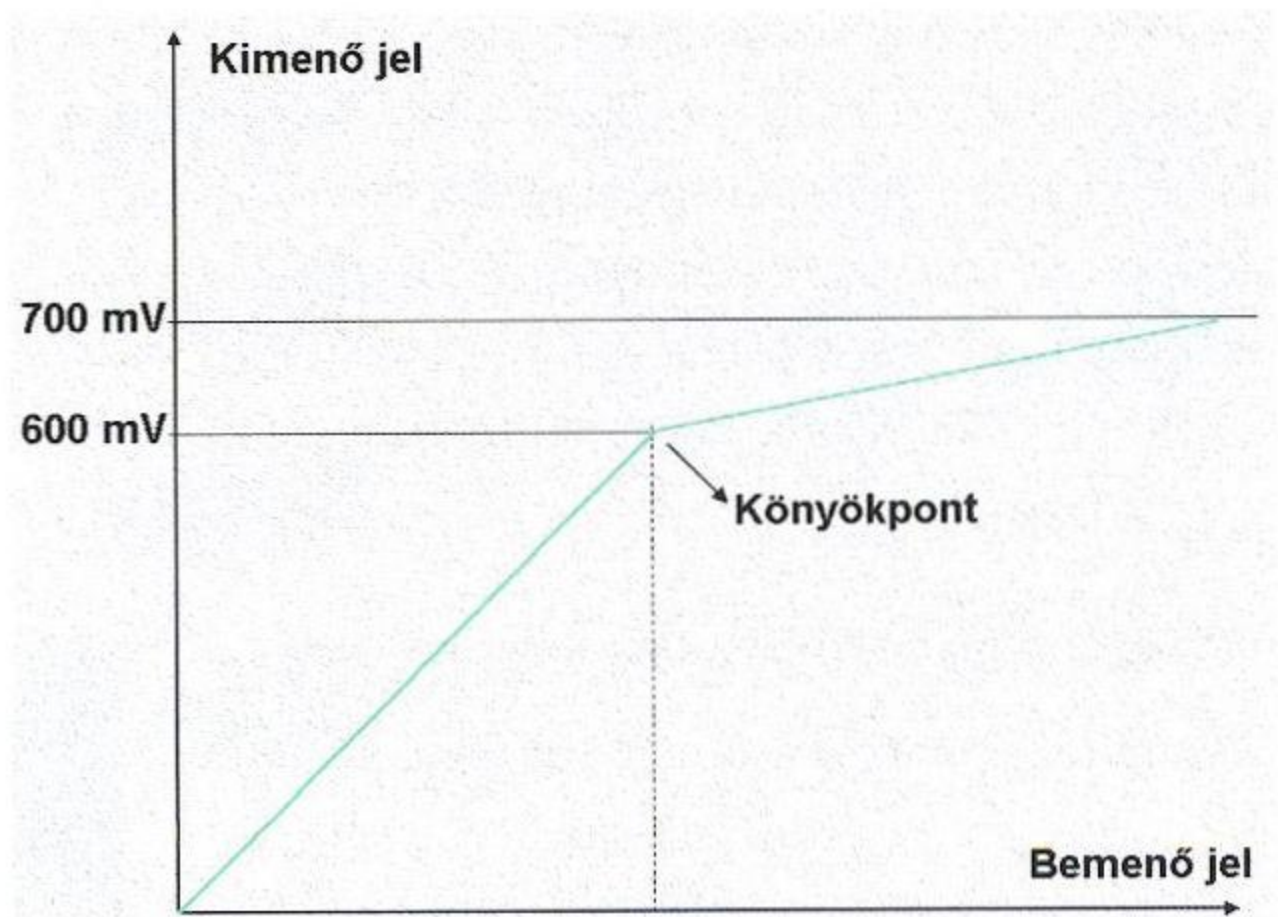
Egyszerűbb esetben egy ún. könyök-áramkörrel korigálják a bejövő fény és a kialakított kép közötti linearitást (**57. ábra**). Ezzel a más néven Dynamic Contrast Control-nak nevezett áramkörrel biztosítják a CCD kamerák nagy fényátfogását.

Az ábrán látható, hogy a fehérszint közelében a linearításban törés keletkezik, és a kimenőjel a bemenő fényhez képest a túlvezérlés elkerülése érdekében „összenyomódik”.

A másik megoldásnál már CCD szinten megtörténik a beavatkozás. Itt az előre meghatározott területre eső CCD elemek ún. OFCG feszültség szintjét (lásd előző

rész) alacsonyabbra választják mint a többi elemét, így ezek az elemek kevesebb töltésmennyiséget tudnak felhalmozni. Digitális kameráknál általában a képmező több zónára van osztva. Ezen zónák egymástól függetlenül be és kikapcsolhatók annak függvényében, hogy a kép mely részében számottevő a háttérfény.

Általánosságban elmondható, hogy az analóg kamerákban alkalmazott ellenfény kompenzáció legtöbbször nem éri el a telepítői/felhasználói kívánalmakat, mivel hatásossága ténylegesen csak egy viszonylag szűk képkompozícióban domináns. Ezt azért is érdemes hangsúlyozni, mert sokszor a tervezők nem veszik figyelembe az adott területen lévő ellenfény viszonyokat mondván; „majd a BLC-s kamera lekezeli ezeket”.



57. ábra



Ellenfény kompenzáció nélkül

Ellenfény kompenzációval

58. ábra

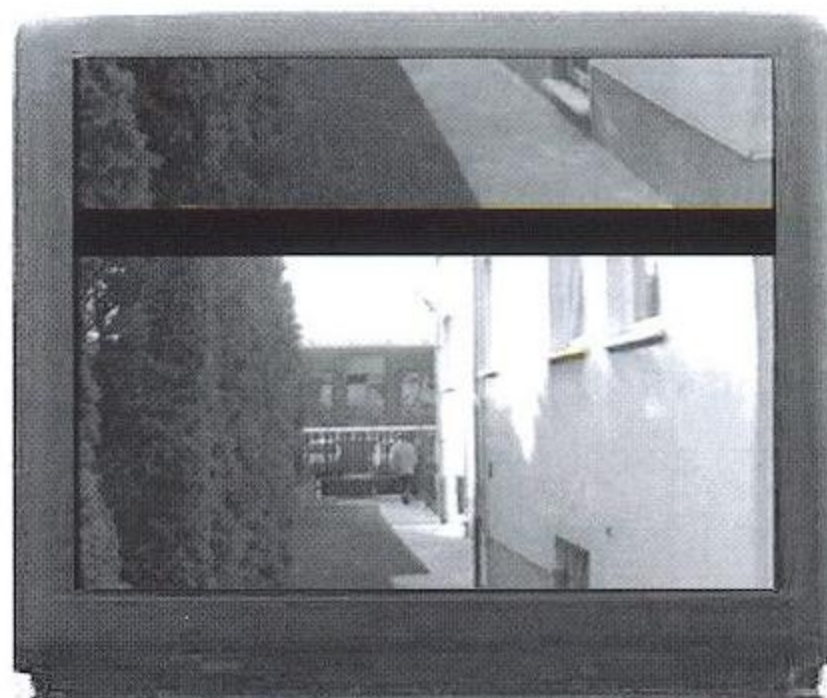
Lényeges arra figyelni, hogy abban az esetben, ha a megfigyelni kívánt célszemély vagy céltárgy már nem a gyárilag beállított téglalapon belül helyezkedik el, a BLC hatása kevésbé érvényesül. Tipikus ellenfény kompenzációs beállítást szemléltet az 58. ábra.

Érdekes ellenfény kompenzációs megoldás lehet az is, amikor normál BLC nélküli kamerát kiegészítünk egy fényforrással, mely megvilágítja a világos háttérben álló személy arcát. Ebben az esetben megvilágításra célszerűen infrafényt használunk, mely viszont néhány kompromisszumra kényszerít. Az egyik, hogy színes kameráknál ez a típusú megvilágítás nem megfelelő, a másik, hogy igen jó minőségű objektíveknél is előfordulhat enyhe defókuszáltság, melynek részletes magyarázatát később az objektíveknél találhatjuk meg.

5.5 Szinkronizáció (Synchronization)

A kamera paraméterek között sok esetben megtalálhatjuk ezt az angol feliratot. A szó magyar megfelelője a szinkronizáció, ami csúnyábban kifejezve „egyidejűvé tevés-t” jelent. Mikor és mire kell ezt használni?

Abban az esetben, ha szükség van egynél több kamera egy monitoron történő megjelenítésére, akkor a kameraképek váltogatására legtöbbször valamilyen szekvenciális videokapcsoló berendezést használhatunk. Ha a kamerák nincsenek egymáshoz szinkronizálva, akkor az **59. ábra** szerinti képet kaphatjuk abban a pillanatban, amikor a képváltó az egyik kameraképről átkapcsol a másikra. Ez nagymértékben megnehezíti a monitor – egyébként sem könnyű – folyamatos figyelését.



59. ábra

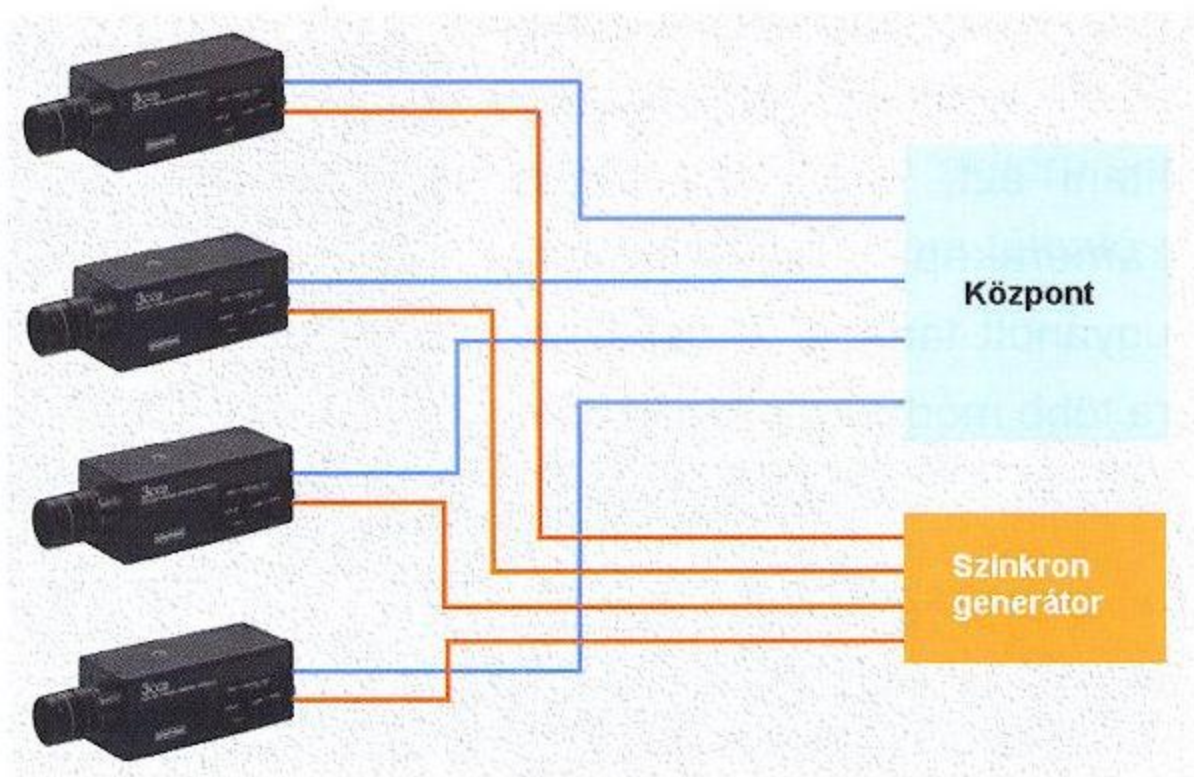
Abban az esetben, ha a kamerák nincsenek egymáshoz szinkronizálva, akkor az **59. ábra** szerinti képet kaphatjuk abban a pillanatban, amikor a képváltó az egyik kameraképről átkapcsol a másikra. Ez nagymértékben megnehezíti a monitor – egyébként sem könnyű – folyamatos figyelését.

A jelenség magyarázata egyszerű. A képváltóra csatlakoztatott kamerák képfelépítése egymáshoz képest „időeltolódásban” van, azaz pl. a megfigyelt kamerakép felrajzolása pontosan a képernyő tetején tart, miközben a soron következő kamerakép pontosan a kép felénél. Így a monitor a képváltás pillanatában az időkülönbség miatt „kiesik a szinkronból”, amíg az új kép szinkronjeleire rá nem szinkronizálódik. Ez a néhány tizedmásodperces „kiesés” okozza a kép függőleges elmozdulását. A kamerák szinkronizálására több módszer is kínálkozik.

A kamerák katalógus lapjain találkozhatunk a Genlock megnevezéssel. Ebben az esetben – legtöbbször BNC csatlakozón keresztül – lehetőség van arra, hogy egy külső szinkronjelet a kamerákba vezessünk, melynek hatására az összes kamera képváltása a szinkronjelet figyelembe véve egyszerre történik meg (**60. ábra**).

A külső szinkronjelet szinkrongenerátorból nyerhetjük. A szinkrongenerátor egy ún. *black burst* jelet állít elő. Ez a jel tulajdonképpen egy összetett videojel, amelyben a képtartalmat állandó fekete jelszint képviseli.

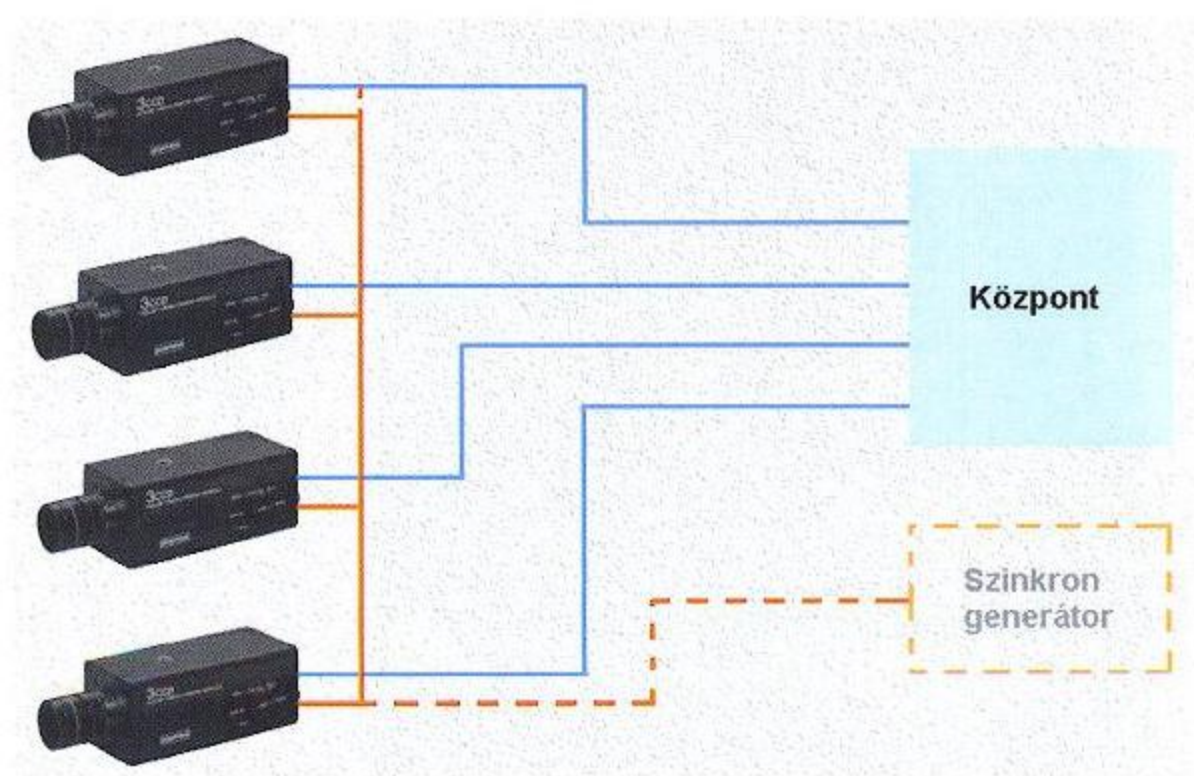
A kamerák szinkronbemenetei képesek a normál képtartalommal rendelkező összetett videojel fogadására is (**61. ábra**). Ebben az esetben a referencia elemnek kinevezett kamera normál videó kimenete, vagy szinkrongenerátor szolgáltatja az összes többi kamera számára a szinkronjelet.



60. ábra

Ennél a megoldásnál ügyelni kell arra, hogy a szinkronjel vezetéke a végén 75 Ω -os lezárásra kerüljön. Ezt a legtöbb kameránál egy beépített kapcsoló segítségével, egy egyszerű átkapcsolással érhetjük el. (A korszerűbb kameráknál ez menüvezérelten is történhet.) Az összes többi kamera szinkronlezárását ebben az esetben nem kell bekapcsolni.

Bármelyik Genlock-os megoldást is használjuk, az igen jelentős járulékos kábelezéssel jár együtt. Abban az esetben, ha a szinkronjelet nem valamelyik kamera videojel kimenete szolgáltatja, valamint a szinkrongenerátor és a kamerák közötti távolság nem számottevő, akkor lehetőség van a koaxiális kábel helyett olcsóbb, egyszerűbb vezetéket használni. Erre a célra

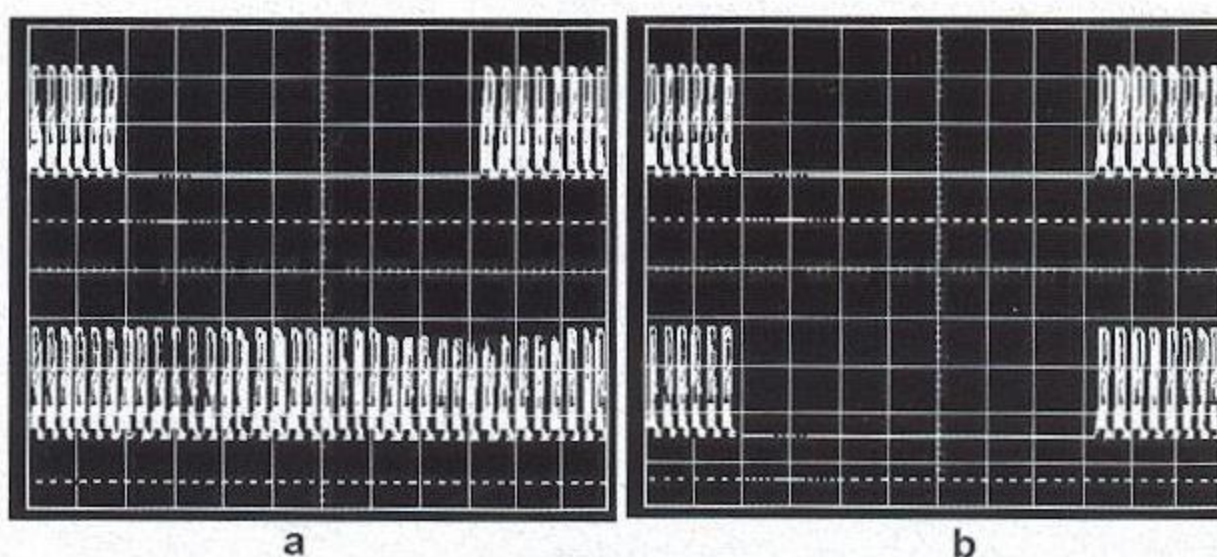


61. ábra

gyártanak olyan speciális kábelt is melyben megtalálható a videojel számára a 75 Ω -os hullámimpedanciájú koaxiális kábel, valamint 2x0,75mm-es érpár a tápfeszültség részére és további 2x0,22mm-es vezeték a szinkronjel számára. Érdeemes még megemlíteni, hogy kapható olyan viszonylag kisméretű áramkör is, mely a generátornál koaxiális kábelre ülteti a video- és a szinkronjelet, majd a kameránál ezt egy másik áramkör szétválasztja, azonban járulékos tápigénye, illetve viszonylag magas ára korlátot szab elterjedésének.

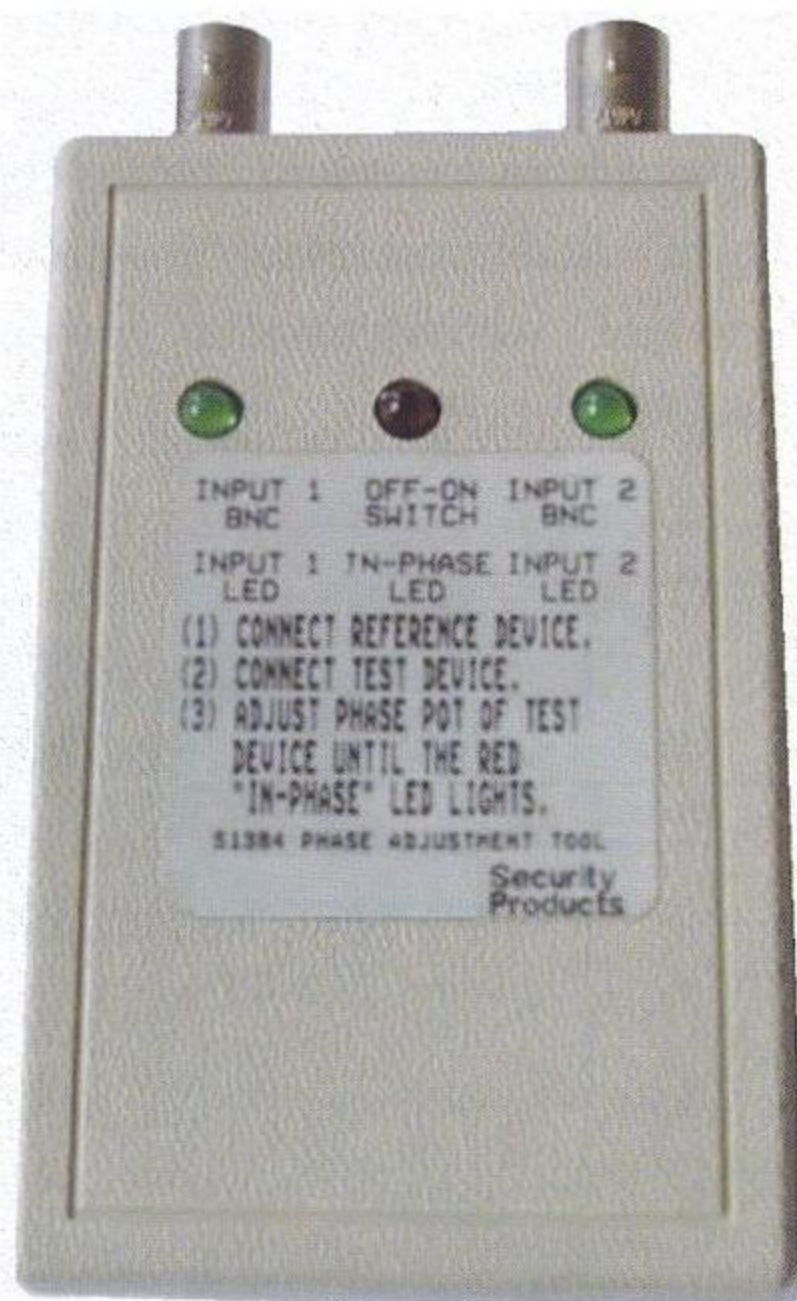
Egyszerűbb kábelezést, azonban jóval bonyolultabb beállítást igényel az ún. Line-Lock szinkronizálási lehetőség. Ebben az esetben a váltakozó áramú hálózatról működő kameráknál a referenciajelet a hálózati 50 Hz-es szinusz hullám nullátmenete adja.

Ehhez az időpillanathoz képest viszont nekünk kell beállítani azt, hogy az összes kamerakép képfelépítése ugyanott tartson. A beállításra több módszer is kínálkozik. A leglátványosabb, legszebb és legkorszerűbb megoldás az oszcilloszkópos beállítás.



62. ábra

A kétsugaras oszcilloszkóp egyik csatornájára a referencia kamerának kinevezett kamera jelét kötjük, míg a másikra a beállítani kívánt kameráét. A csatlakoztatást követően – amennyiben a két kamerakép nincs szinkronban, a **62/a ábra** szerinti képet kapjuk. Ekkor a beállítani kívánt kamerán lévő Phase, vagy Line-Lock feliratú potenciométerrel tudjuk a félkép felépítés kezdőpontját időben eltolni. Megfelelő beállítás esetén a **62/b ábra** szerinti állapotot kapjuk. Látható, hogy ekkor a két kamera félkép felépítése pontosan egyszerre történnek.



63. ábra

Lényegesen egyszerűbb beállítás alkalmazható a **63. ábra** szerinti célműszerrel. A műszer (Phaser) két szélén elhelyezkedő zöld LED-ek jelzik a videojelek meglétét, míg a közöttük lévő piros LED a helyes fázisbeállítást. Hátránya, hogy pontossága $\pm 5-7$ soridő. Ennek egy fejlet-

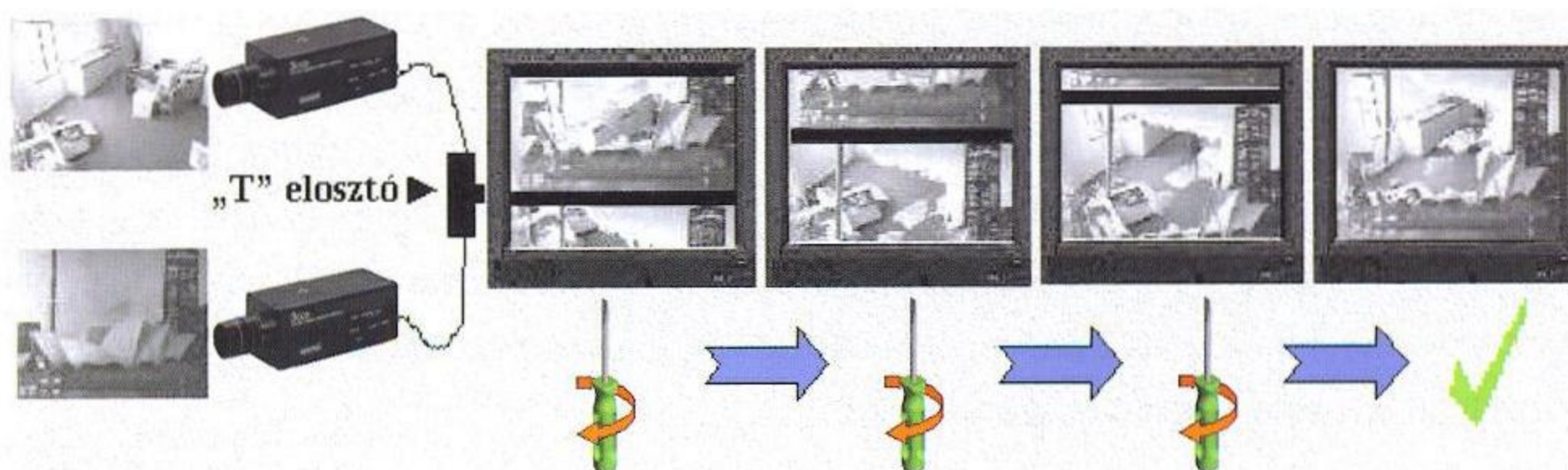
tebb, de természetesen drágább verziója, mikor a LED-eket LCD-s kijelző helyettesíti, melyről pontosan leolvasható a két kép közötti időeltérés.

Végezetül a legegyszerűbb beállítási módot teszi lehetővé a **64. ábrán** látható ún. „T” elosztó. A beállítás menete a következő. Csatlakoztassuk a „T” elosztó „szárát” a monitorhoz, az elosztó másik két végét pedig a két kamerához. Ekkor a monitoron jól láthatóan megjelenik egymáson mind a két kamerakép.



64. ábra

A monitor a nagyobb szinkronjelű kameraképre fog rászinkronizálódni, míg a kisebb jelű, valamilyen fáziskéséssel függőlegesen elmozdulva látható. Vastagabb fekete csík jelzi a képszinkront, ami alatt kezdődik a képfelépítés (65. ábra). A két kép akkor kerül szinkronba, ha tökéletesen fedik egymást. Ilyenkor egyik kameraképen sem látható a vastag fekete csík.



65. ábra

A szinkronizálással kapcsolatosan felmerül még egy fogalom, a Crystal-Lock. Ezzel a funkcióval azok a kamerák rendelkezhetnek, melyek nem váltakozó áramú hálózatról üzemelnek. Ekkor egy beépített kvarckristály gondoskodik a referenciajel biztosításáról, így ehhez képest tudjuk a szinkront állítani a Line-Lock állításhoz hasonlóan.

Amennyiben Line-Lock szinkronizációt alkalmazunk, törekedjünk arra, hogy a kamerák ugyanazon hálózati fázisról kapják a tápellátást. A beállító potenciométerhez a megfelelő csavarhúzózt válasszuk, mert igen kicsi szögelfordulásokkal már igen nagy soridót tudunk változtatni, így nagyon finom precíziós érzékre van szükség a helyes kalibráláshoz.

A katalóguslapok legtöbbször feltüntetik, hogy a beállítást milyen határok között tudjuk elvégezni. Általában a 0° - 360° -os tartományt jelölik meg, ami azt jelenti, hogy egy teljes félképnyi időt lehet állítani. A gyakorlat sajnos nem ezt tükrözi. Nagyon sokszor szükség van a referenciakamera szinkronizációs potenciométerén is egy kicsit korigálni, mert extrém esetben pont azt a tartományt nem tudjuk befogni a kalibrálni kívánt kamerán, ahol a képfelépítés tart a referenciakamerán. (Murphy szerint ez a 24 kamerás rendszer utolsó kamerájánál fordul elő.)

Általánosságban elmondható, hogy az oszcilloszkópos beállítás kicsit nehezkesebb, mivel asztali készülékről lévén szó, a létra tetején megtartása, kalibrálása, zsonglőri mutatványokat kíván. A kézi phaser beállítóval lényegesen egyszerűbb a kalibrálást elvégezni. Gyakorlati tanácsként érdemes megemlíteni, hogy a beállítást ilyenkor úgy tudjuk a legegyszerűbben elvégezni, hogy ha a referenciakamera jelét a központból egy toldón keresztül visszaküldjük annak a kamerának a koaxán keresztül, amelyiket éppen állítani kívánjuk.

Így a kalibrálást a kamera mellett tudjuk kényelmesen elvégezni.

Monitoros beállításnál törekedjünk arra, hogy a beállítani kívánt kamera videojel amplitúdója lehetőleg kisebb legyen, mint a referenciakameráé, így ebben az esetben ez utóbbi kamera képére fog a monitor rászinkronizálódni. Ne lepődjünk meg, hogy a csatlakoztatást követően pont az ellenkezőjét tapasztaljuk, azaz a beállítani kívánt kamerakép jele lesz a nagyobb, mivel a referenciakamera jelét megjárattuk a központon keresztül, így a kábel csillapításából adódóan jelveszteség lépett fel. Ennek analógiájára a csillapítást egy köteg koaxiális kábel közbeiktatásával mi is elvégezhetjük. A kábel hossza összemérhető kell, hogy legyen a referenciakamera kábelével. A monitoros beállításnál megkönnyíthetjük a kalibrálást, ha a kamerákat sötétebb, illetve homogénebb terület felé fordítjuk. Ilyenkor a két kamera által szolgáltatott közel egyforma világosságtartalmú jel nem okoz olyan jelentős sorszinkron problémát.

Praktikus megoldás lehet, ha a kamerákból – feszültségmentesítést követően – kitekerjük az optikákat, majd egy világosabb ronggyal letakarjuk és a tápfeszültség visszakapcsolását követően elvégezzük a beállítást. A beállítást mindig üzem-meleg kameráknál végezzük!

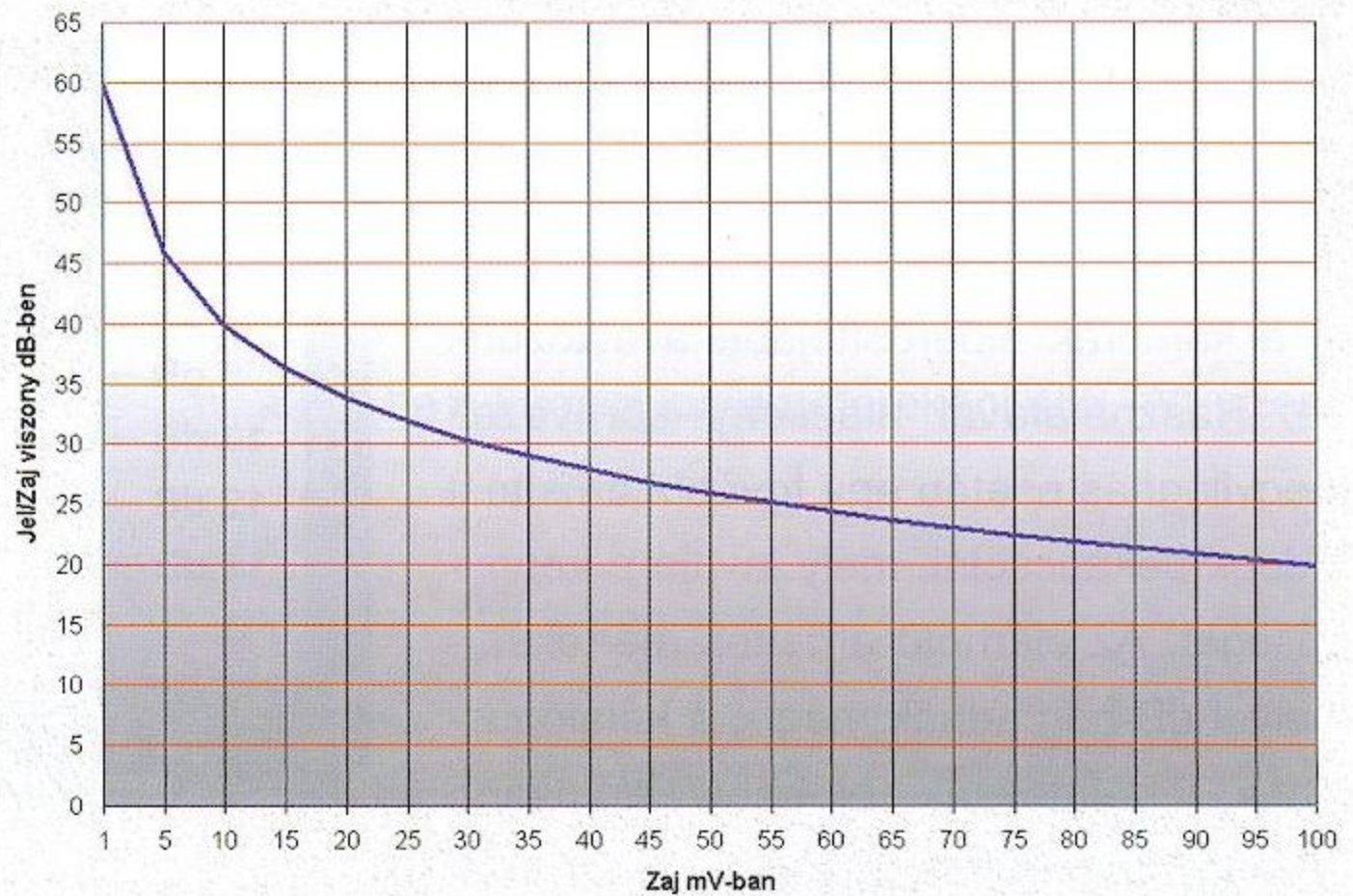
5.6 Jel/zaj viszony (S/N Ratio)

Signal to Noise Ratio, azaz jel/zaj viszony. Ezzel a viszonyszámmal a kamera jóságát jellemezhetjük, mert megmutatja, hogy a kamera elektronikus áramkörei a hasznos jelhez képest mennyi zajt termelnek. Az értéket általában decibelben [dB] fejezzük ki. Mérése igen drága célműszer segítségével történhet. Az ún. VNM (Video Noise Meter) célműszer ára több millió forint. Kevésbé költséges, de amatőr célra még mindig nem kifizetődő mérési megoldás lehet olyan speciális szűrő alkalmazása, mely képes a „tiszta” videojel kiszűrésére, és így a visszamaradt zaj már mérhető. A mért értékekből a jel/zaj viszony számolására több módszer is kínálkozik. Az egyszerűség miatt maradjunk a jól ismert számítási formula mellett, azaz a jel/zaj viszony számítása a

$$20 \lg \cdot \frac{U_{jel}}{U_{zaj}}$$

képlettel történik, ahol U_{jel} alatt a szinkronjel nélküli feszültséget kell érteni, míg U_{zaj} a zajfeszültséget jelenti. Mélyebb ismertetés nélkül a kapott értékhez adjunk hozzá 3 dB-t és így megkapjuk a gyártók által megadott ún. S/N ratio-t, azaz a jel/ zaj viszonyt.

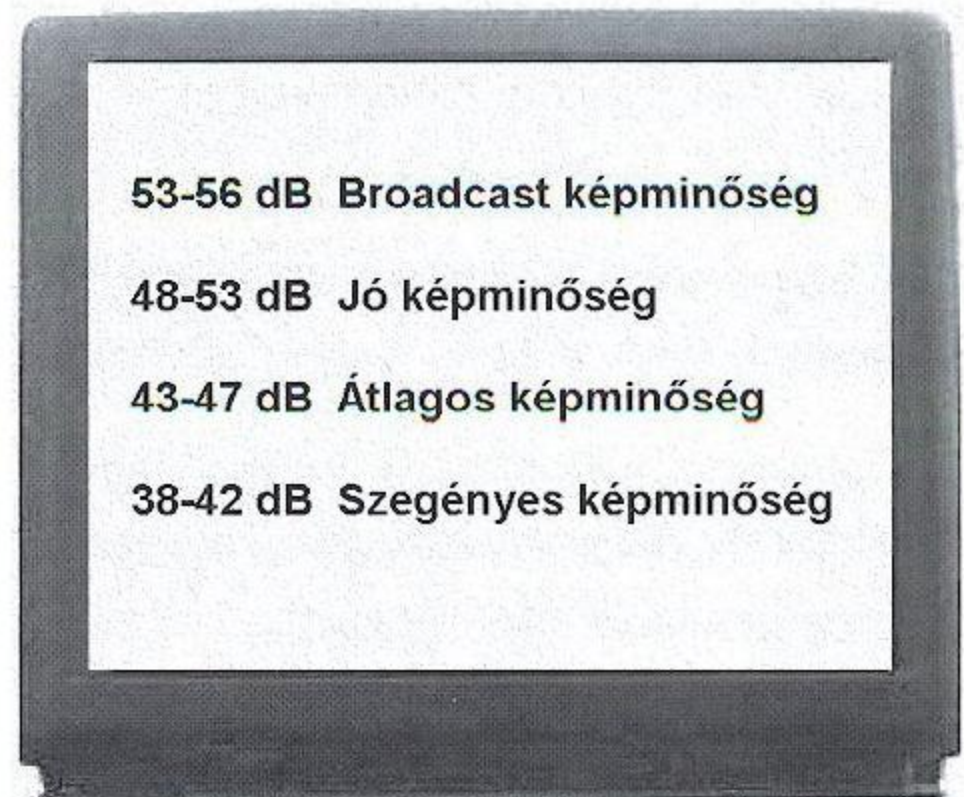
A **66. ábra** szemlélteti hogy a különböző zajértékek mV-ban mérve, a hasznos 700 mV nagyságú videójelhez viszonyítva milyen jel/zaj viszonyt jelentenek. Látható, hogy 5 dB-s jel/zaj viszony növekedés esetén több mint 40%-kal csökken a mV-ban mért



66. ábra

zaj nagysága. Bonyolítja a helyzetet, hogy a katalóguslapok a különböző mérési eljárás-tól függően másképp adják meg a jel/zaj viszonyt. Így a szűrős eljárásnál az ún. **(Weighted)** súlyozott, míg a másik mérési eredménynél az ún. **(Unweighted)** súlyozatlan értéket szerepeltetik. A weighted eljárással mért érték 8 dB-lel nagyobb, mint az unweighted. A két érték egyszerűen összehasonlítható, csak hogy a gyártók nem mindig tüntetik fel, hogy melyik fajtáról is van szó. (Ezekre az apró „trükkökre” a későbbiekben még visszatérünk.)

Műszeres mérések nélkül a kép „jóságát” megállapítani csak szubjektív módon lehet. A DVD-n edződött megrendelő az 50 dB-s jel/zaj viszonyú képet is túl „zajosnak” értékelheti. Általánosan elfogadott küszöbértéknek a 46 dB-es értéket tartják, amikortól is a zaj már érzékelhető a képben. A képminőségre vonatkozó egyfajta felosztást szemléltet a **67. ábra**.

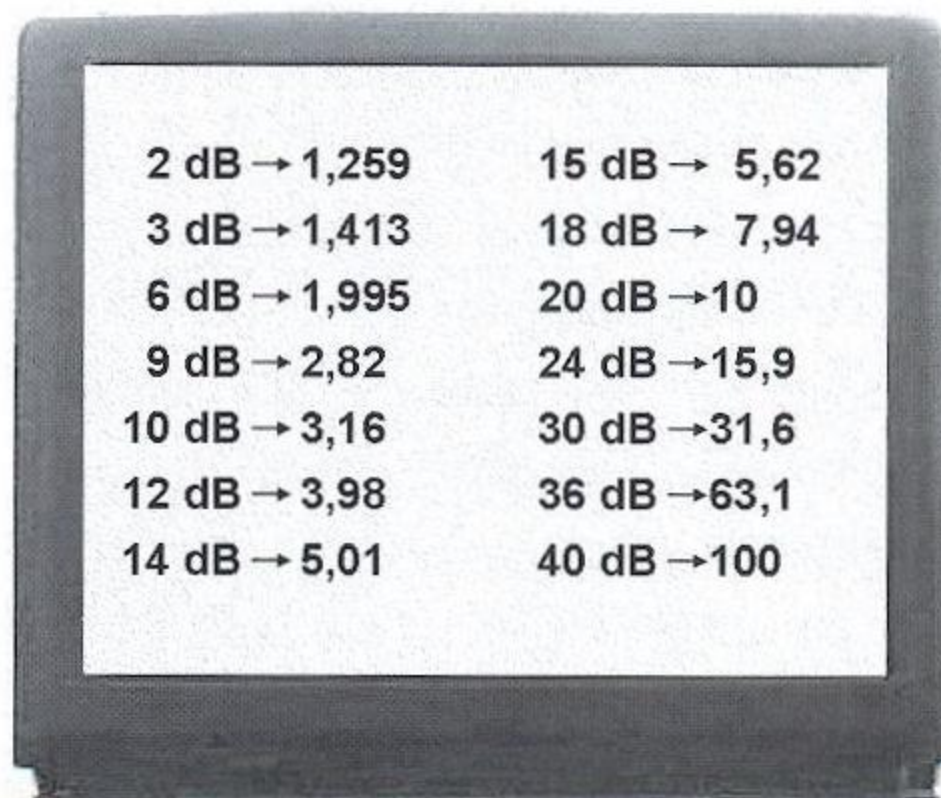


67. ábra

A zaj nagyságát befolyásolják a kamerákba épített különböző áramkörök, mint pl. a BLC, EI, AGC, Gamma, stb. Végül figyelembe kell venni azt a tényt is, hogy a katalóguslapokon szereplő értékeket többnyire 20 °C-on mérik. Amennyiben a kamera ennél magasabb hőfokon üzemel, akkor szintén jelentős jel/zaj viszony romlással kell számolni.

5.7 AGC

Automatic Gain Control azaz automatikus erősítés szabályzás. Ezzel a funkcióval – mely általában kapcsolóval aktivizálható –, a kamerák előerősítőjébe avatkozunk be. Használatával alacsony környezeti megvilágítás esetén egy további erősítést tudunk bekapcsolni, mely javítja a képminőséget. Az elérhető erősítés mértékét – melyet dB-ben adnak meg -, a katalóguslapok tartalmazzák. Néhány fontosabb dB-ben megadott erősítés feszültség vi-



2 dB → 1,259	15 dB → 5,62
3 dB → 1,413	18 dB → 7,94
6 dB → 1,995	20 dB → 10
9 dB → 2,82	24 dB → 15,9
10 dB → 3,16	30 dB → 31,6
12 dB → 3,98	36 dB → 63,1
14 dB → 5,01	40 dB → 100

68. ábra

szonyra átszámolt értékeit mutatja a **68. ábra**. Az ábrából leolvasható, hogy pl. egy 30 dB-s értéknek megadott AGC pontosan 31,6-szoros feszültség erősítést jelent. Nagyon lényeges megjegyeznünk, hogy ezzel a funkcióval nyerhető képminőség javulás közel sem olyan, mint azt első pillanatra gondolnánk, hiszen a jellel együtt ugyanolyan mértékben erősítésre kerül a képet kísérő zaj is.

5.8 Felbontás (Resolution)

A kamera felbontását a szakirodalomban az utóbbi időben egy kicsit túlmisztifikálták. Az tény, hogy ugyanazon kameráknál különböző mérési módszerekkel, más-más értékeket kaphatunk, amire a kamera kiválasztás szempontjainál még visszatérünk, azonban a felbontás, mint fogalom jól definiálható.

A felbontás a kamerára (és nem a CCD-re!) vonatkozó olyan jellemző, mely kifejezi, hogy függőleges vagy vízszintes irányban milyen két egymásmelletti pontot tud még megkülönböztetni.

A függőleges felbontásról (Vertical resolution, azaz a képet alkotó sorok számáról) bővebben nem érdemes beszélni, hiszen ez az adott országban lévő képképzési szabványban rögzítve van. **(2.2 fejezet)**

A vízszintes felbontás (Horizontal resolution) az a paraméter, mellyel az adott kamerát, vagy (majd a későbbiekben látni fogjuk) monitort jellemezni lehet. Ez tulajdonképpen leegyszerűsítve, az egymás mellett lévő (egymástól még megkülönböztethető) képelemek száma. Ezt értelmezhetjük úgy is, mint az egymás mellett lévő oszlopok számát. A zavart az okozhatja, hogy megadása nem oszlopszámokban, hanem ún. TV sorokban (TVL) történik. Ennek a magyarázata egyszerű, hiszen a TV képernyő szélessége 4:3 arányban viszonyul a magassághoz.

Amennyiben megszámloljuk az egymás melletti képpontokat, akkor (feltételezve, hogy a függőleges irányba is ugyanolyan képpont-sűrűséget akarunk elérni) ezzel automatikusan megszámloltuk függőleges irányban is a pontokat (sorokat), hiszen ez a vízszintesen elhelyezkedő pontok (oszlopok) l' része. Ergo, a vízszintes felbontás a sorok számával is megadható.

Ez természetesen visszafelé is igaz, azaz, ha a kamera paramétereként 450 TVL szerepel, akkor ez azt jelenti, hogy

$$450 \cdot \frac{4}{3} = \frac{1800}{3} = 600$$

azaz hatszáz képelem helyezkedik el egymás mellett vízszintesen.

A vízszintes felbontást nem növelhetjük büntetlenül a végtelenségig, hiszen ez sávszélesség növekedéssel jár. 80 TVL felbontás növelés kb. 1 MHz sávszélesség növekedést von maga után, mivel

$$80 \cdot \frac{4}{3} \approx 107$$

a vízszintes képelemek száma, mely szélsőséges esetben 53,5 képpont-pár, azaz jelváltozás. Az aktív soridő 52 μ s, így a jel periódus ideje: 52 μ s / 53,5, ami közel 1 μ s, amiből a frekvencia 1 MHz-re adódik. Általánosságban a 400 TVL felbontás alatti kamerákat kis-, míg az e felettieket nagy felbontásúnak nevezzük.

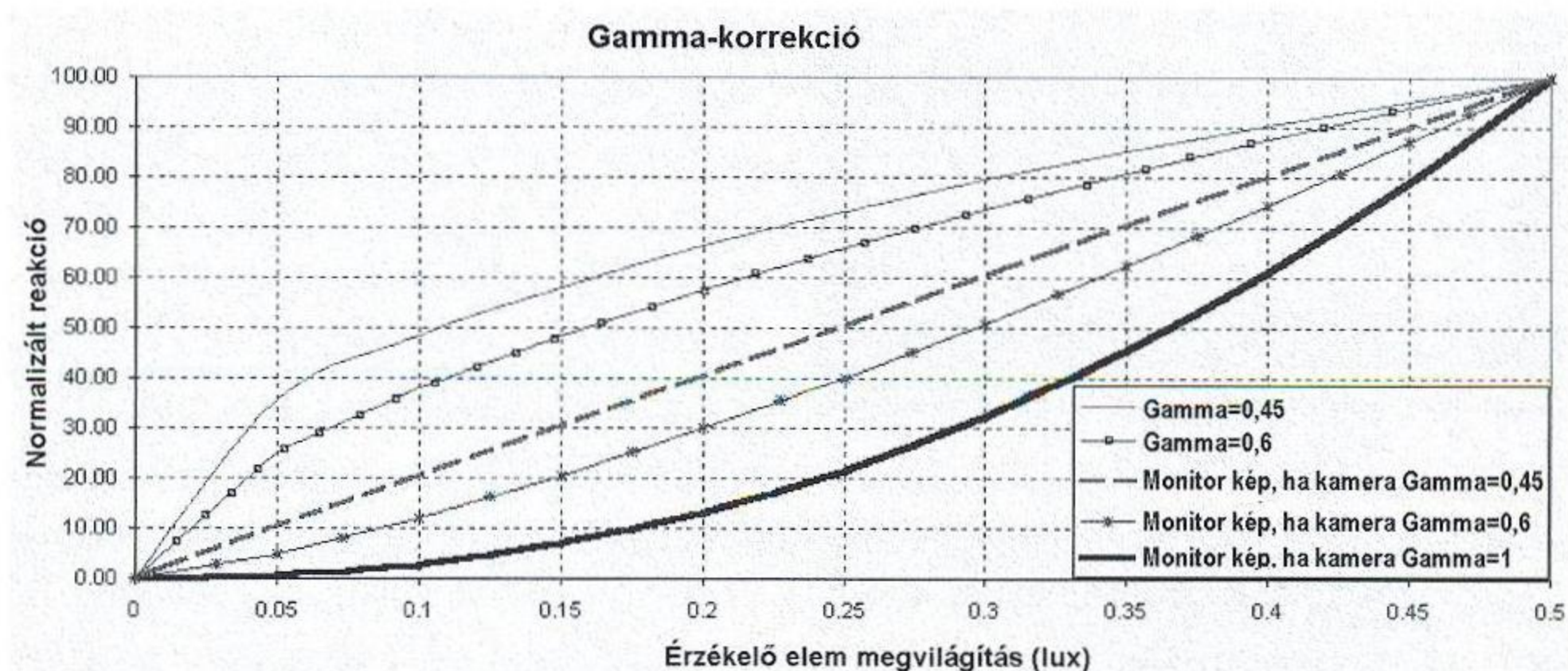
5.9 Gamma-torzítás

A fogalom a fotográfiában használatos szenzitometria, azaz érzékenységmérés egyik összefüggése. A szenzitometria az expozíció alatt létrejövő fénybesugárzás és az előhívás után létrejövő feketedés számszerű kapcsolatát vizsgálja, és megállapítja, hogy a feketedés nem arányosan változik a fény mennyiség növelésével.

A megvilágítás-feketedés összefüggést koordinátarendszerben ábrázolva egy ún. feketedési görbét kapunk, melynek a középső része közel egyenes. Ennek az egyenes résznek van iránya és meredeksége, amivel ez a szakasz jól jellemezhető. Gamma érték alatt ezen egyenes szakasz iránytangensét értjük.

A fotográfia analógiájára a videotechnikában is bevezették ezt a fogalmat, ugyanis a képvisztaadó berendezések (a későbbiekben tárgyalásra kerülő monitorok) képcsövei a lineáris világosságváltozást nem lineárisan reprodukálják. Azaz a képernyő luminofor rétege által gerjesztett fényerősség nem lineárisan követi a képcső bemenetére adott vezérlő feszültséget.

A függvénykapcsolat hatványkitevőjét a görög kis gammával jelölik, így ezt az eltérést gamma-torzításnak nevezik. A lineáristól való eltérést a **69. ábra** vastagabb vonallal rajzolt görbe mutatja.



69. ábra

Az ábrán látható, hogy a lineáris vezérlés hatására a monitor kimenete (foszfor pontok fényessége) nem lineárisan változik. A sötétebb tartományban a növekvő vezérlés hatására a képvisszaadó cső válasza alig érzékelhető, míg a teljes kivezérlési tartományhoz közel ezen összefüggés megfordul, azaz kis vezérlésváltozásra a monitor jóval nagyobb fényerősség változással reagál. Az eltérés (torzítás) korrigálására a kimeneti jelet már a kamerákban inverz módon előtorzítják (vékony vonal), így a képernyőn az eredeti képpel arányos világosság-eloszlású kép jelenik meg (szaggatott vonal). A 0,45-ös gamma értéknél jól látható, hogy a kamerában lévő gamma-korrektor áramkör a feketéhez közeli tartományban egy igen intenzív kiemelését végez, melynek hatására ezen intervallumban jelentősen romlik a jel-zaj viszony. Ennek csökkentése érdekében néhány kameragyártó kompromisszumos megoldásként alkalmaz más Gamma értéket. Ilyen lehet pl. a **69. ábra** szerinti 0,6-os érték.

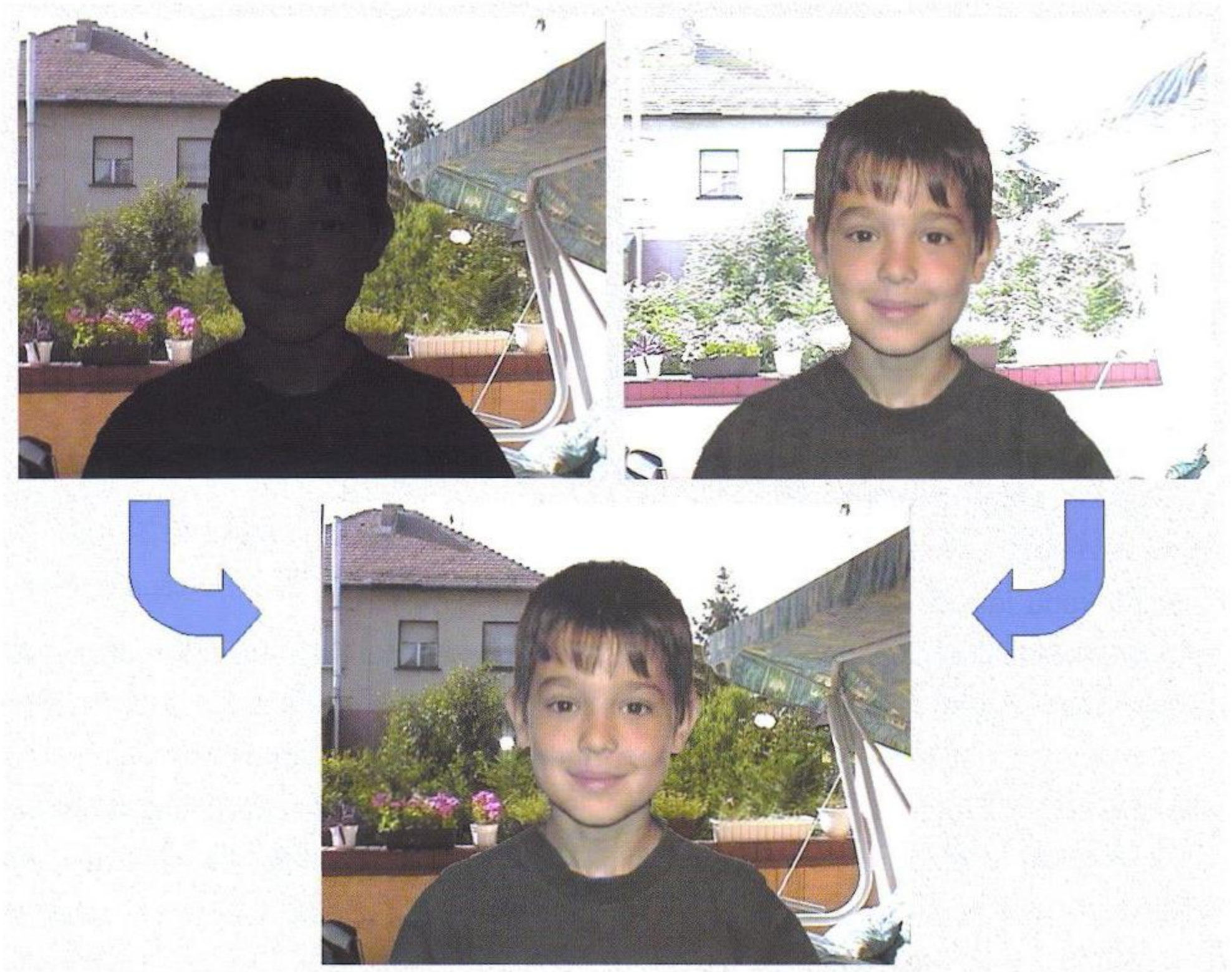
5.10 Széles dinamikatartományú kamerák

A CCD fejlesztés a 70-es évektől folyamatos. A kísérletek célja, minél érzékenyebb és nagyobb felbontású képérzékelő elem kifejlesztése. E kettős elvárás igen nehéz feladat. A felbontás ugyanazon formátumon belül az elemi pixelek sűrítése révén növelhető, ami a pixelek geometriai méretének csökkenésével, az pedig érzékenység romlással jár együtt. Nem esett szó azonban még egy igen fontos hátrányról, amit a pixelméret csökkenés okoz. Ez pedig a maximálisan felhalmozható töltések limitálása.

A kisebb pixelméret további következménye a CCD elemekben maximálisan felhalmozható töltések mennyiségének csökkenése. Más szóval, romlik a CCD dinamika tartománya. Az alkotott kép világos részei túlvezéreltek, míg a sötét részei túl sötétek lesznek.

Hogyan lehet ezen segíteni?

A megoldás a WDR (Wide Dynamic Range) kamerák alkalmazása. Az egyik ilyen fejlesztés az ún. Super Dynamic CCD, amelynél sötét és világos képrészletet is tartalmazó területről lehetőség van közel egységes világosságú kép előállítására. Ilyen jellegű képkivágást szemléltet a **70. ábra**.



70. ábra

Az ábrán látható, hogy a háttérben lévő kültéri kép túlvezérelt lesz, amennyiben az előtérben lévő személyről felismerhető képet kívánunk kapni (jobb felső ábra), illetve az előtérben állóról alkotott kép alulvezérelt, amennyiben a háttérkép megfelelő. Hagyományos kamerával a két képkivágás valamelyikére lehet a kamerát beállítani.

Az alsó képen szereplő beállítást az ún. Super Dynamic CCD chippel tudjuk elérni. A képen jól látszódik, hogy tulajdonképpen a két képből azok a képpontok kerültek megjelenítésre, melyek se nem alul, se nem túlvezéreltek.

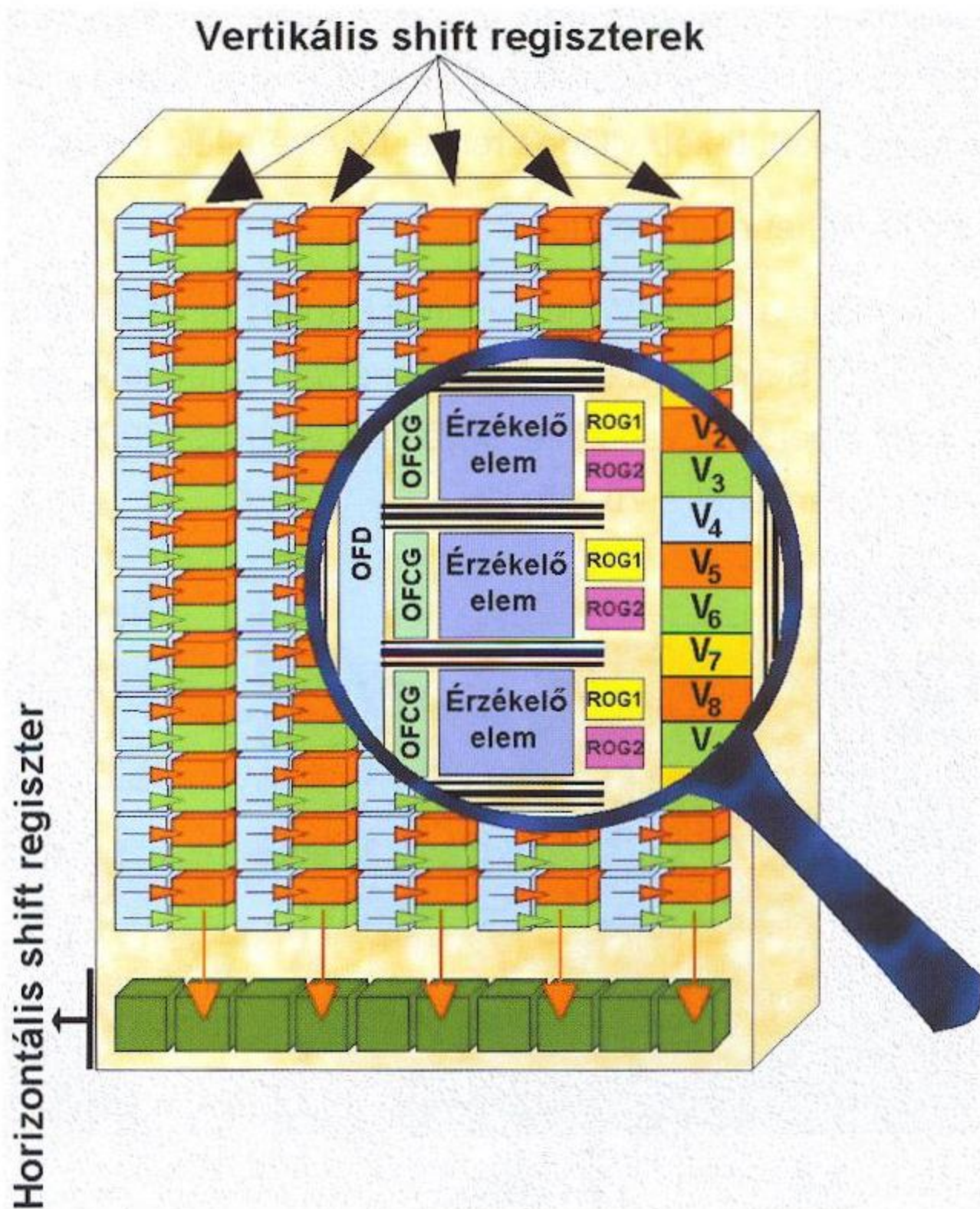
Ha megvizsgáljuk a 71. ábrát, akkor láthatjuk, hogy a kamera működése ténylegesen ezen az elven alapul.

A hagyományos interline chiphez képest a módosított super dynamic CCD elem minden egyes oszlopban kétszer annyi vertikális shift regiszter elemet tartalmaz, így a teljes oszlop kiolvasásához kétszer gyorsabb kiolvasási frekvencia (31,25 KHz) tartozik, mint a hagyományos társáéhoz.

Az ábrát megvizsgálva az is látható, hogy minden egyes érzékelő elemhez 2 db ROG kapu tartozik. Ez-

zel a kialakítással el tudjuk érni, hogy a ROG1 kapun keresztül a töltés-felhalmozási folyamat megkezdését követően szinte azonnal, 1/1000 másodperc múlva kiolvassuk a CCD elem tartalmát, majd az így kiürített CCD elemet a félkép felépítési idő végén (1/50 mp) ismét kiolvassuk, de most a ROG2 kapun keresztül. Így a vertikális shift regiszterben az egymás alatt elhelyezkedő cellákban két, ugyanazon képelemre vonatkozó információ foglal helyet. Az egyikben közel 20-szor rövidebb „expozíciós” idejű, mint a másikban. Amennyiben a rövid expozíciós idő alatt igen nagy mennyiségű fényenergia éri a kiolvasott területet, akkor kellő nagyságú töltésmennyiség halmozódik fel az elemben, és ez már értékelhető információt tartalmazhat.

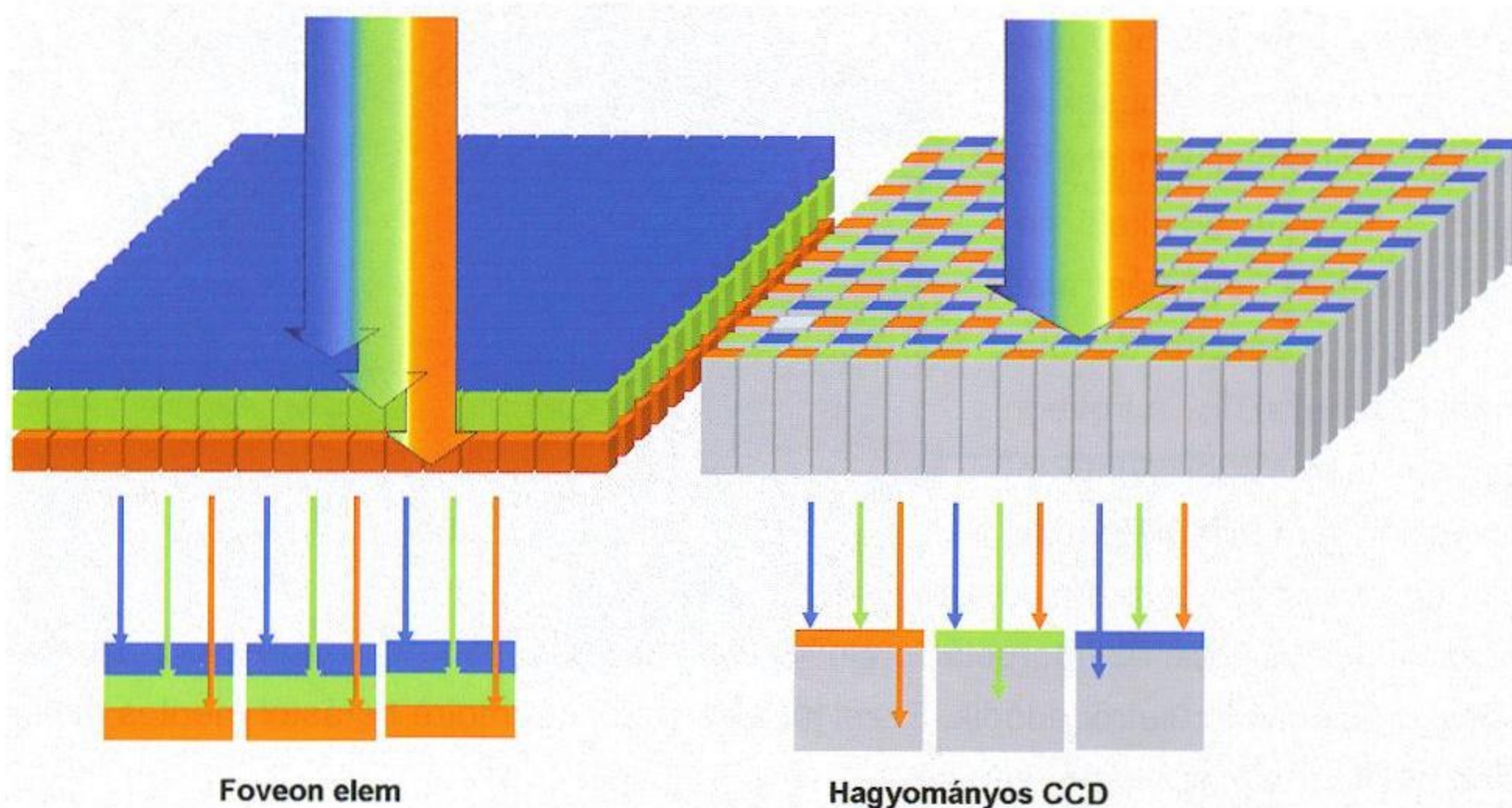
Most már nincs más dolgunk, mint az, hogy a kiolvasást követően az ugyanazon ponthoz tartozó két töltéscsomag közül eldöntsük, hogy melyik legyen a megjelenítendő kép alkotóeleme. Ezt, egy egyszerű komparáló áramkörrel tehetjük meg, mely az értelmezhetőbb töltésmennyiségű csomagot engedi a kimenet felé. A végeredmény egy igen széles dinamika tartományú érzékelő elem.



71. ábra

Egy másik fejlesztés, a jelenleg még inkább fényképezőgépekben használatos ún. Foveon elem.

A Foveon csoport 1997-ben alakult és azóta foglalkozik képérzékelő szenzor fejlesztéssel és gyártással. Az X3 névre keresztelt érzékelőjét 2002. február 11-én mutatta be.



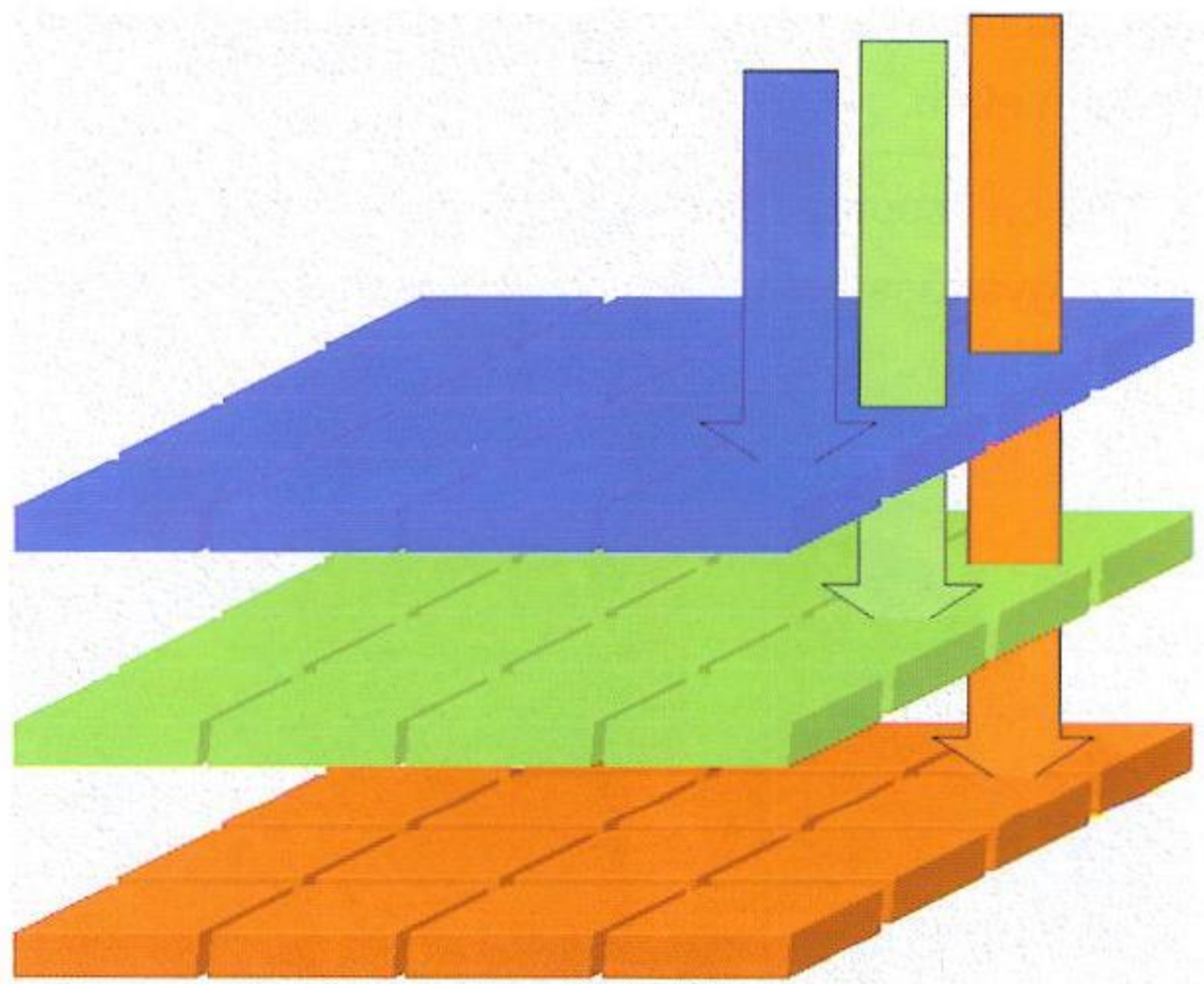
72. ábra

Az X3-as CMOS lapka lényeges újdonsága, hogy minden egyes pixelpont képes mind a három alapszín (RGB) érzékelésére.

Mint arról már szó volt a hagyományos CCD-nél a pixelek fölé különböző színszűrőket helyezünk el a színes képalkotás érdekében (**72. ábra**). Ennek következtében a keletkező kép interpolált lesz, mivel egy-egy pixel csak egyféle alapszín érzékelésére képes, és így a szomszédos képpontok kiértékelésével kapjuk meg a tényleges színű képpontot. Ez egyrészt színelbontás-, másrészt tényleges felbontás csökkenést okoz. Ezen túl jelentkezhet egy másik probléma is, melyet moiré-nek neveznek. Ezek a képben megfigyelhető, interferenciához hasonló kékes, zöldes, vörösés rajzolatok, melyek akkor jelentkeznek, ha a színszűrő raszter kiosztásához hasonló kép vetül az érzékelőre.

Szintén a súlyozott színkeverésnél tárgyaltuk, hogy a három alapszín közül a zöld szín hordozza legnagyobb mértékben az adott pontra jellemző világosság értéket. Ezt felismerve a hagyományos színes CCD-eket gyártók a képpont helyek 50 százalékát zöld, míg a maradék 50 százalékot fele-fele arányban piros és kék színszűrőkkel látják el. A Foveon elemnél nincs ilyen megoszlás, mivel minden egyes pixel képes bármelyik alapszín felfogására. Ez annak a szintén tárgyalt fizikai jelenségnek köszönhető, hogy a különböző hullámhosszúságú fotonok különböző mélységben hatolnak be az elembe.

A nagyobb frekvenciájú, azaz alacsonyabb hullámhosszúságú fénycsugár pár mikrométer után elnyelődnek, míg a magasabb hullámhosszúságú összetevők akár 400-500 mikrométer mélyen is képesek az anyagba behatolni. Ezt kihasználva, a Foveon érzékelő három rétegben, egymás alatt hasznosítja a becsapódó fotonokat (73. ábra). Így a Foveon elemmel háromszor annyi információt lehet felhalmozni,



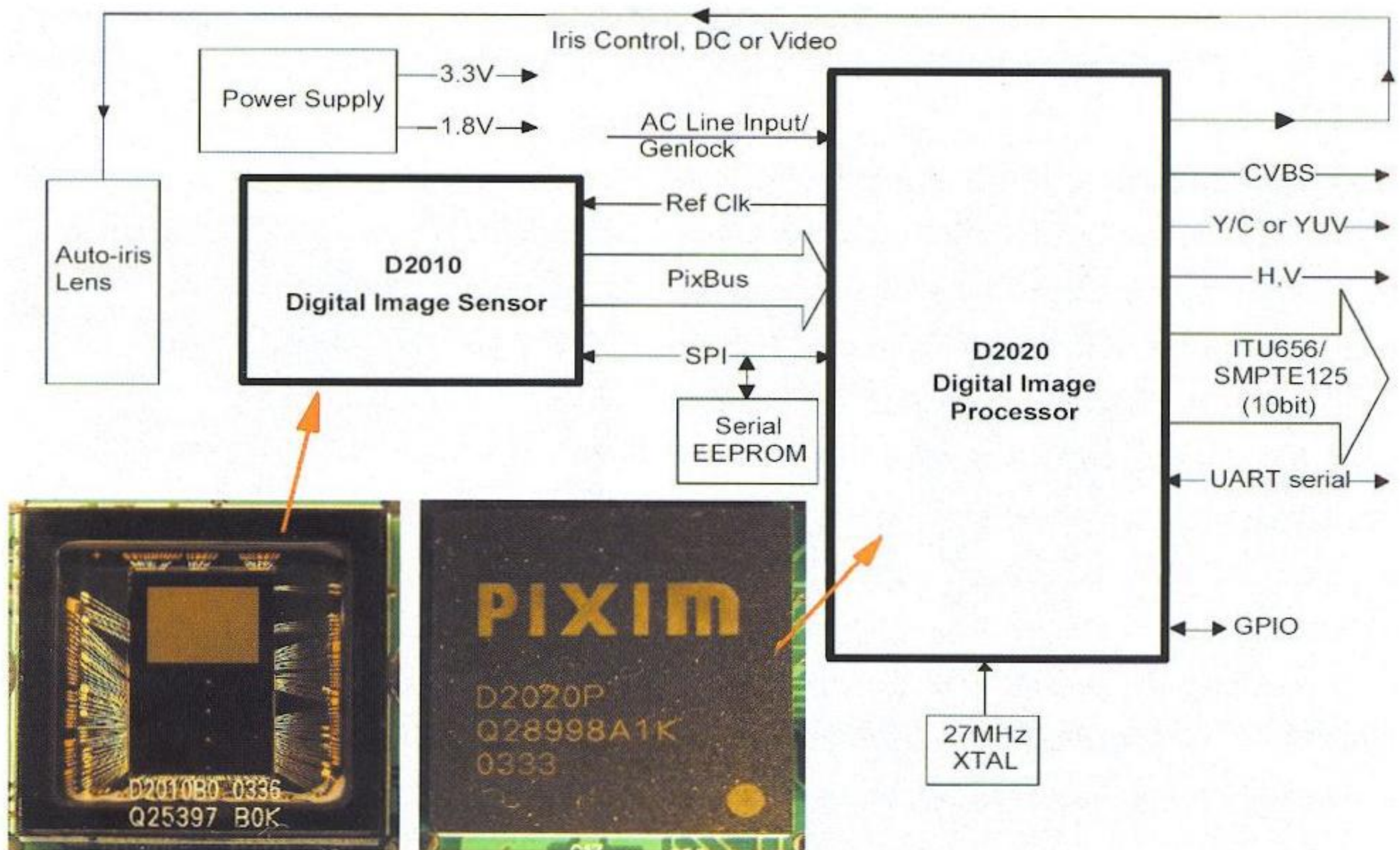
73. ábra

mint egy hasonló pixelszámú hagyományos szenzorral. A háromdimenziós fotonfelhalmozás lehetővé teszi az interpoláció elhagyását, mivel a kép egy pixelének színe valóban egy pixelnyi területről adódik. Ezzel jobb színhűségű, moiré hatástól mentes, kevesebb hibát tartalmazó képet kapunk.

A nagyobb felbontásnak köszönhető további kialakítási lehetőség a pixelek 4x4-es vagy 8x8-as összevonása, amikor is ezekre a blokkokra csapódó fotonok egy pixelnyi információként kerülnek feldolgozásra, jelentősen megnövelve ezzel az érzékenységet.

Egy teljesen más irányú fejlesztés a PIXIM képérzékelő. Ennek az alapja is egy CMOS elem, azzal a különbséggel, hogy mindegyik pixelpont mögött egy 14 bites analóg-digitális átalakító található. Egy kiolvasási cikluson belül ötször történik mintavételezés. Ez azt jelenti, hogy (a Super Dynamic CCD-hez hasonlóan, ahol azonban csak két különböző kiolvasott értékünk van) egy kiolvasáson, azaz 20 ms-on belül, egymás után többször is megnézzük az adott képpont világosság értékét. Amennyiben ez kellő mértékű, akkor már az első, vagy második mintavételezési időpontban megfelelő mennyiségű információ halmozódik fel, és a jelkiértékelő meggátolja a további töltésfelhalmozást. Ha azonban az adott képpont sötétebb, akkor a képpont tovább töltődhet.

Ezzel a kialakítással természetesen nem lesz az elem érzékenyebb. A töltésfelhalmozásra maximálisan rendelkezésre álló idő továbbra is 20 ms, azonban a hagyományos CCD-hez képest rendkívüli módon, 200-300-szorosára megnő az elem dinamika tartománya. Ezt az előnyt olyan helyeken tudjuk kamatoztatni, ahol egy képkivágáson belül egymástól jelentősen eltérő megvilágítottóságú képrészletek találhatóak, illetve a képrészletek helyzetei a képtartalommal folyamatosan változnak.



74. ábra

A Pixim elemmel működő kamera áramköri bloksémáját, illetve a képérzékelőt és a digitális jelfeldolgozó processzort szemlélteti a **74. ábra**.



Hagyományos CCD

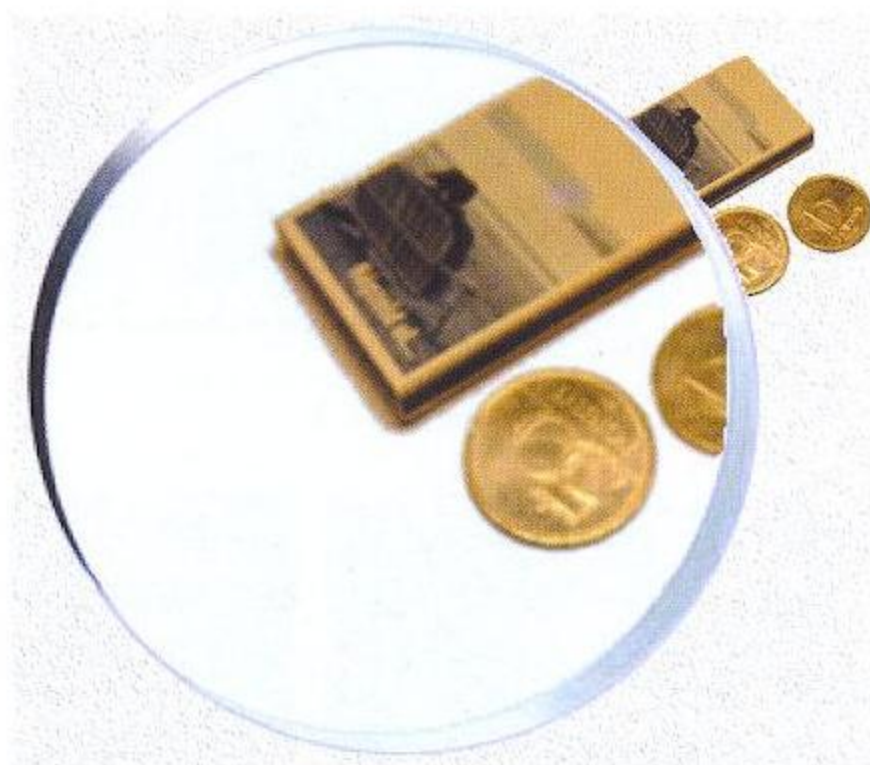
PIXIM elem

75. ábra

Végezetül a hagyományos, és a PIXIM elemmel készített képeket mutat a **75. ábra**. Látható, hogy az ablaküvegre elhelyezett színes tesztábra színhelyes megjelenítése a nagy háttérfény ellenére sem okoz problémát a Pixim elemmel szerelt kamerának.

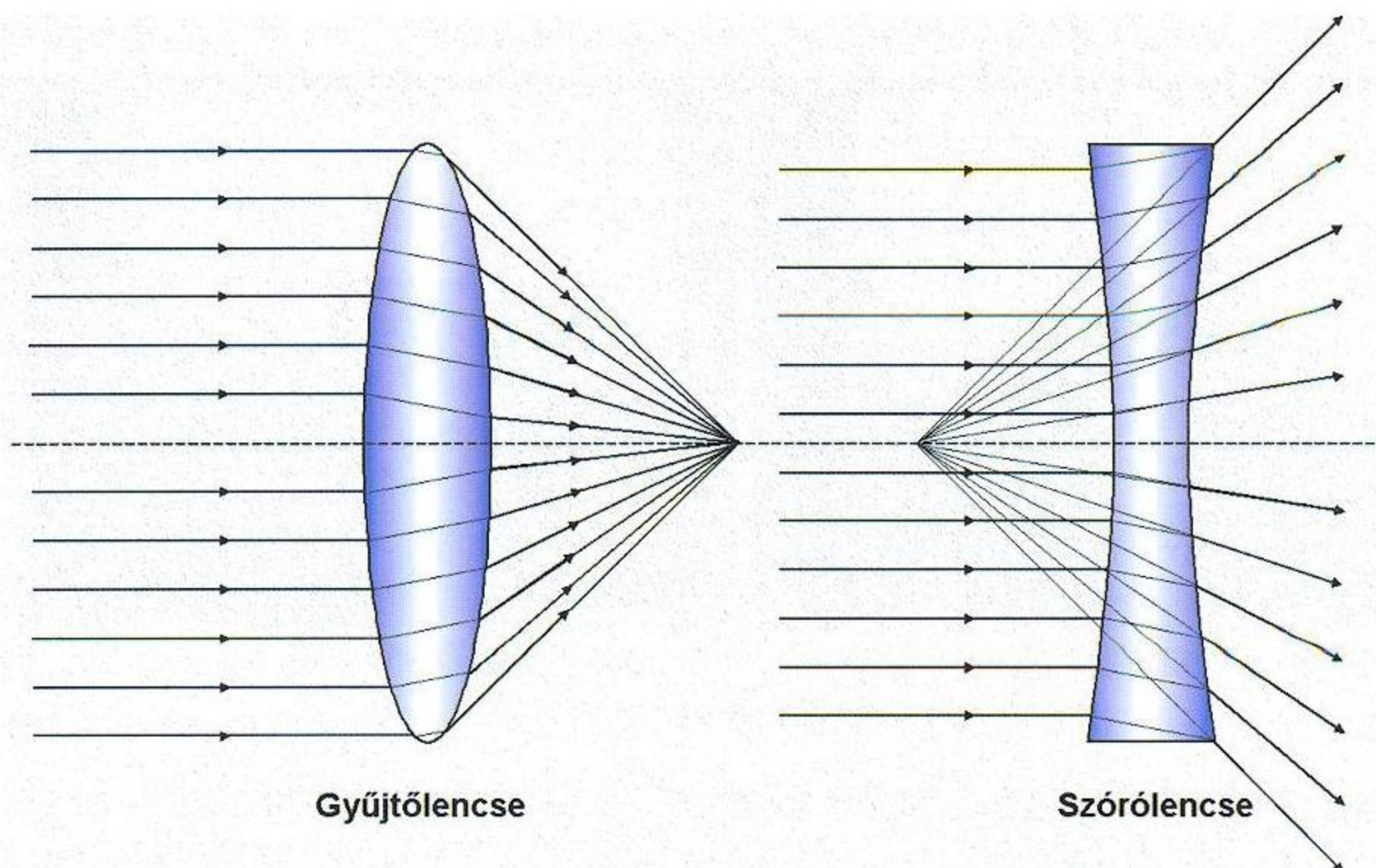
6. Objektívek

A kamerarendszer egyik legfontosabb alkotó eleme az objektív. Ez érthető, hiszen a kamera elektronikus része csak azokat a képeket tudja feldolgozni, amelyeket számára az objektív leképez. A zárláncú televíziós rendszereknél több elnevezéssel is találkozunk, mint pl. objektív, optika, lencse. A könyvben megmaradunk az „objektív” és „optika” elnevezés használatánál, mert lencsének az objektívet alkotó elemeket nevezzük **(76. ábra)**. Az anomália az angol fordításnak köszönhető, ahol az objektívre és a lencsére egyaránt használatos a „lens”, azaz lencse kifejezés.



76. ábra

Ezek után rátérünk a lencsék ismertetésére. A lencsét fénytechnikai szempontból két nagy típusra osztjuk, gyűjtőlencsére és szórólencsére. A gyűjtőlencse az optikai tengellyel párhuzamosan beeső fénysugarakat egy pontba, a fókuszpontba gyűjti össze, míg a szórólencse a párhuzamosan érkező sugarakat úgy szórja szét, hogy azokat gondolatban visszafelé meghosszabbítva, az optika előtt szintén egy pontban találkoznak **(77. ábra)**.



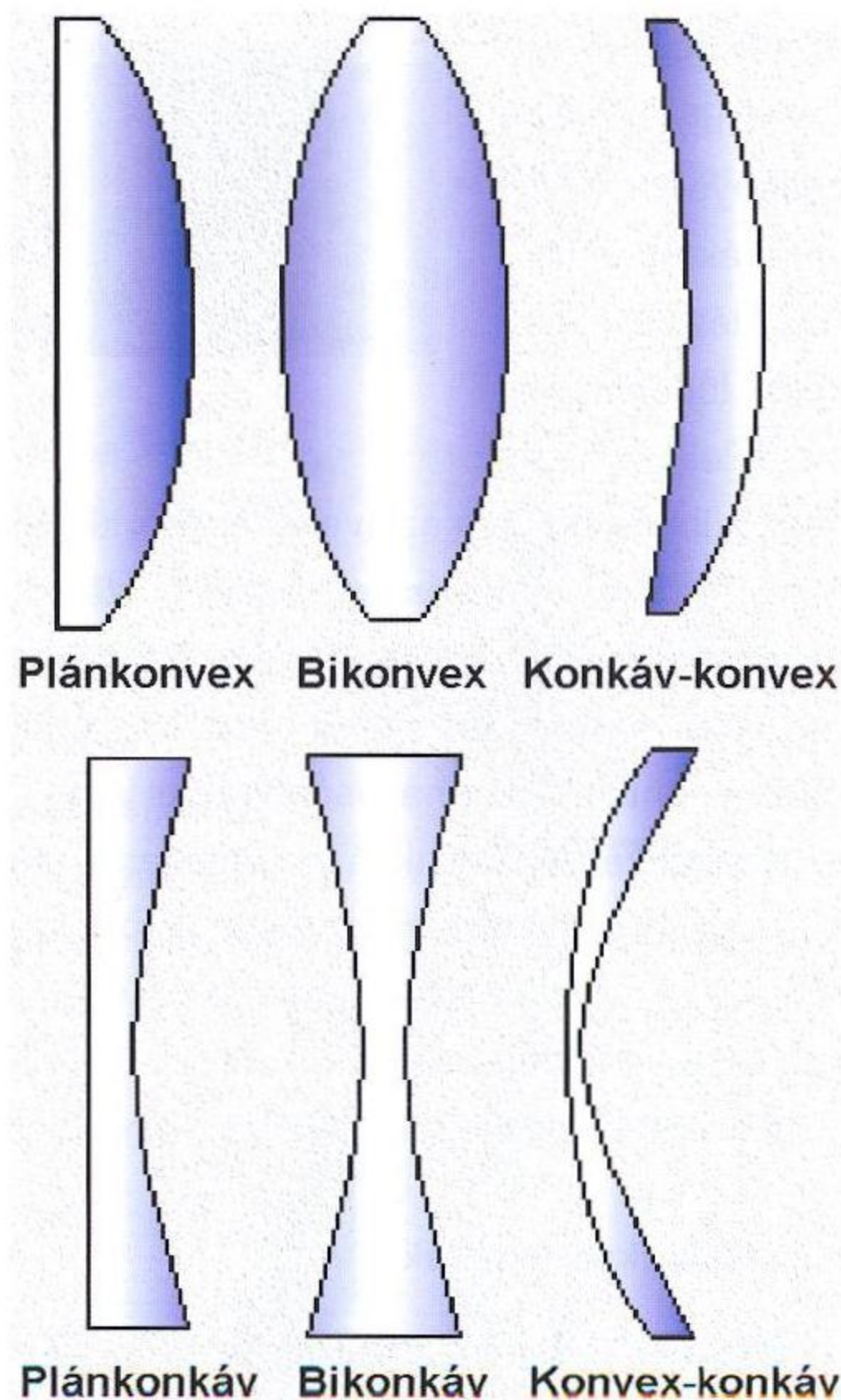
77. ábra

A gyűjtő-, és szórólencsék további három csoportra oszthatók aszerint, hogy a lencséknek milyen alakúak a határoló lapjaik (**78. ábra**). Így gyűjtőlencse lehet:

- ↳ Plánkonvex, vagy síkdomború: a lencse egyik oldala síklap, a másik domború. A formailag gömbszelethez hasonló lencse közepén vastagabb, a szélek felé elvékonyodik.
- ↳ Bikonvex, vagy kétszer domború: mindkét oldala domború felülettel határolt. A gömbfelületek sugara lehet különböző is.
- ↳ Konkáv-konvex, vagy meniszkusz: A lencse két oldala homorú és domború, melyek domborúsága egyirányú. A két alkotó gömbszelet sugara különböző, a lencse anyaga közepén vastagabb.

Természetesen a szórólencsénél is megtalálhatjuk ugyanezen kialakításokat:

- ↳ Plánkonkáv, vagy síkhomorú: A lencse egyik oldala síklap, a másik pedig homorú felület. A lencse széleinél vastagabb, mint a közepénél.
- ↳ Bikonkáv, vagy kétszer homorú: mindkét oldalát homorú felület határolja.
- ↳ Konvex-konkáv, vagy meniszkusz: a lencse két oldala domború és homorú, melyek domborúsága egyirányú. A két alkotó gömbszelet sugara különböző, a lencse anyaga közepén vékonyabb.



78. ábra

6.1 A lencse gyártása

A lencse optikai tulajdonságait sok minden befolyásolja. Egyik ilyen igen fontos tényező az optikai eszközök anyaga, másik a gyártási technológiája. A lencsét többnyire optikai üvegből, ritkább esetben műanyagból készítik. Optikai üvegeként különleges káliumüveget, az ún. koronaüveget és ólomüveget, azaz más néven flintüveget használnak. A koronaüveg színszórása és fénytörő képessége kisebb, mint a flintüvegé, így ebből a fajtából általában gyűjtőlencsét, míg a flintüvegből szórólencsét készítenek.

Mindkét üvegfajta fénytörő képessége nagyobb, mint a közönséges üvegé. A nagy sorozatban készített objektíveket tégelyüvegből sajtolással, míg a jobb minőségűeket lassúhűtésű tömbüvegből állítják elő.

A gyártás első fázisaként, a lencseanyagot olvasztják és öntik. Az öntés síklapok közé történik. A megfelelő sebes-



79. ábra

ségű hűtést követően az üveglemezből kivágják a közelítően lencseformát, majd ezt szurokkal a csiszolóformára ragasztják. Ezután következik a lencse csiszolása, vagy más néven marása (79. ábra). A csiszolást egyre finomabb szemcsézettségű féldrágakő-porral végzik. A végleges alakra csiszolt lencsét egy etalon mérőidomhoz illesztik. A mérőidom pontossága 1 nagyságrenddel jobb, mint a készíteni kívánt lencséé. A mérőidom is üvegből készül, kialakítása pontosan a mérni kívánt lencse formájának negatívja. Így a lencse és a mérőidom szorosán összesimul. Az összeillesztett elemeken átnézve látszik, hogy a két elem hézagmentesen illeszkedik-e. Ahol levegő marad a két anyag között, ott ún. interferencia gyűrű alakul ki. Amennyiben a gyűrűk a lencse tengelyével koncentrikusan helyezkednek el, úgy a lencse objektívgyártásra még felhasználható.

6.2 Aszférikus lencsék

Az eddig ismerttetett optikalencsék forgásfelülete gömb alakú (szférikus) volt, a lencsék egyik, vagy mindkét felületét gömbpalást határolta. (Kivételt képez az ún. hengerlencse, melynek egyik határoló oldala hengerfelület. Szélesvásznú filmek felvételénél és vetítésénél használatos előtétlencseként.) Az aszférikus lencse forgásfelülete eltér a gömb felülettől (80. ábra). Aszférikus felületet kaphatunk, ha egy síkgörbét (parabola, ellipszis, hiperbolaág) megforgatunk szimmetriatengelye körül. Az aszférikus lencsék felületének görbülete a szélük felé haladva egyre csökken. Az aszférikus lencsének mindig csak az egyik oldala aszférikus, a másik mindig szférikus. Ilyen lencsék előállítási költsége magasabb, mint a hagyományosnak mondható szférikusé. Annak ellenére, hogy az ilyen típusú lencsékkel sokkal jobb képrajzolású és fényáteresztő képességű objektívek készíthetők, magyarországi biztonságtechnikai alkalmazásuk – talán magasabb árak miatt – sajnálatos módon még nem számottevő.



80. ábra

6.3 Lencse hibák

A gyártási hibákon és pontatlanságokon túlmenően a lencsének is vannak saját hibái, torzításai. Ezeket két nagy csoportra oszthatjuk, monokromatikus és kromatikus hibákra. Monokromatikus hibáknál eltekintünk a fény spektrális tulajdonságától, és vizsgálatkor a fényt homogénnek, egyszínűnek tekintjük. Monokromatikus hiba lehet a nyíláshiba, a pontnélküliség (asztigmatizmus), az üstökőshiba (kóma), képmező elhajlás, képtorzítás. A kromatikus hibák közül a legfontosabb a színi torzítás.

6.3.1 Nyíláshiba

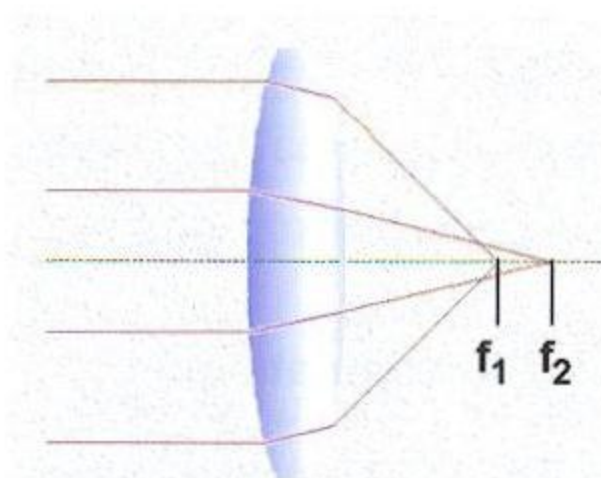
Az egyik leggyakrabban fellépő hiba a nyíláshiba, melyet szokás még szférikus aberrációnak, azaz gömbi eltérésnek is nevezni. A könnyebb megértéshez nézzük a **81. ábrát**.

A hiba úgy jelentkezik, hogy az optikai tengellyel párhuzamosan, különböző távolságokban érkező fénysugarak nem egy pontban (fókuszpontban) metszik a tengelyt. (Mj. Az ábra gyűjtőlencsét szemléltet, de ez a hiba természetesen a szórólencsénél is megtalálható, ahol a párhuzamosan érkező sugárnyaláb nem egy virtuális pontból kiindulva szóródik szét.)

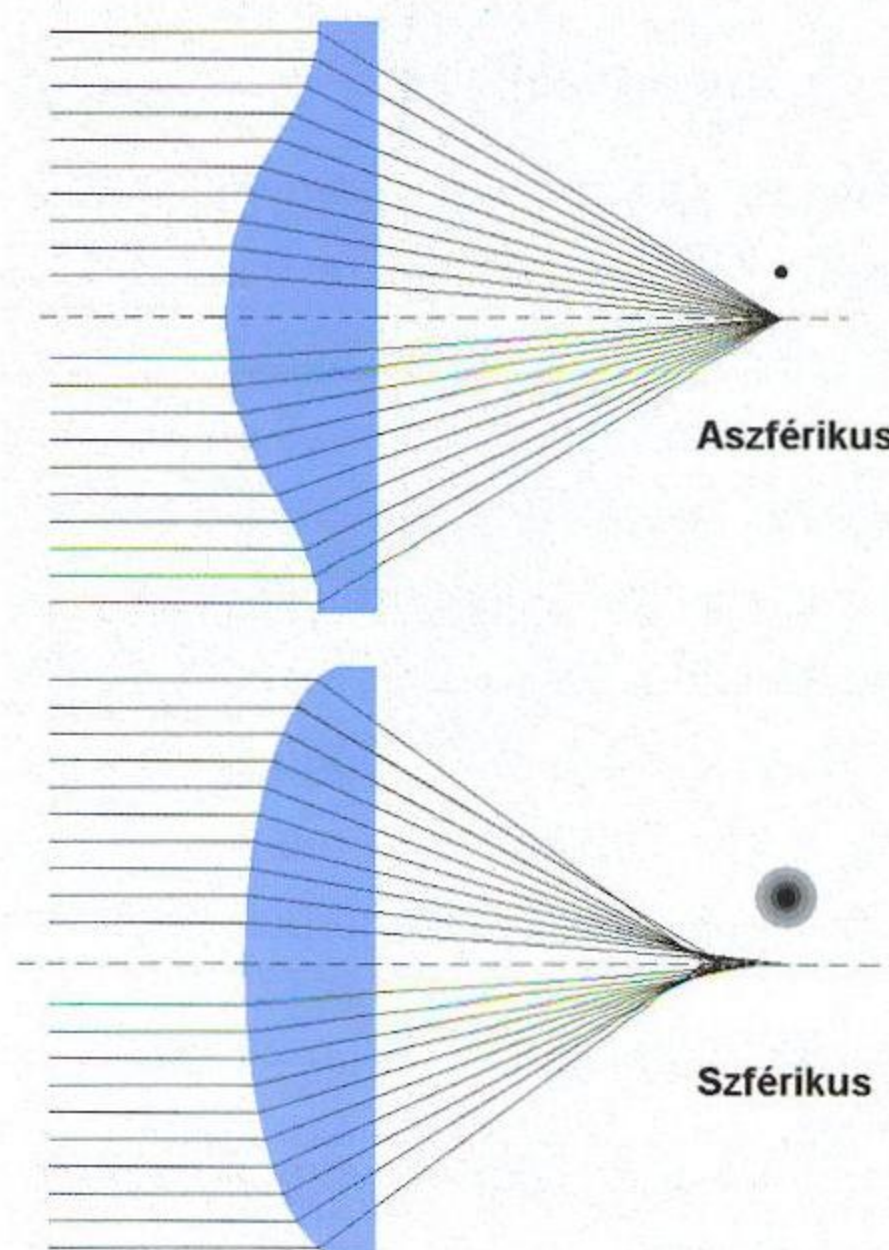
A gömbi eltérés korrigálására több módszer is kínálkozik. Az egyik megoldás egy gyűjtő- és egy szórólencse egyidejű alkalmazása, mivel a két típus gömbi eltérései pontosan egymás ellentettei.

Megfelelő lencse alakkal is javítani lehet e hibát. Szokás alkalmazni olyan meniszkusz lencsét is melyek határoló felületének sugarai eltérő nagyságúak. További csökkenést érhetünk el rekeszeléssel, azaz az optikai tengelytől távolabbi sugarakat nem engedjük át a lencsén.

Sajnálatos módon teljesen korrigált lencsét (lencserendszert) azonban nem tudunk létrehozni hagyományos, szférikus lencsékkel.



81. ábra



82. ábra

A nyíláshiba miatt a különböző távolságban lévő tárgyponatok képei eltérő mértékben, de nem lesznek pontszerűek, hanem homályos foltokként jelentkeznek. Így jelentős mértékben romlik az objektív feloldóképessége, kontrasztossága. A nyíláshibák legjobban aszférikus lencsék használatával korrigálhatók (**82. ábra**). Az ábrán megfigyelhető, hogy a szférikus lencse esetén a tárgyponat képe nem pontszerű, hanem elmosódott folt.

6.3.2 Üstökőshiba (Kóma-hiba)

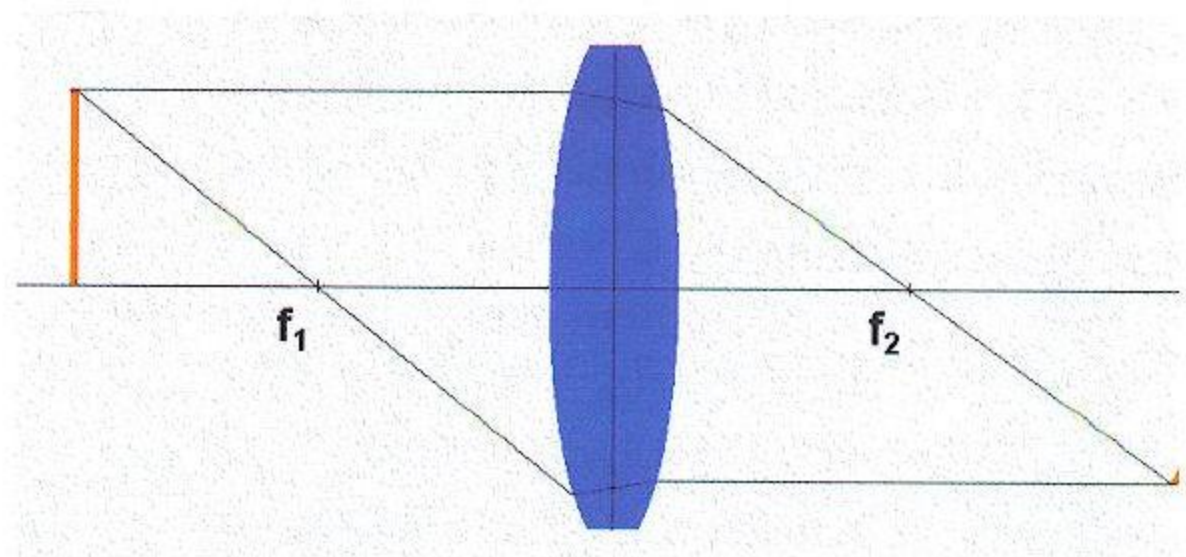
A hiba az üstökös alakú fényjelenségről ismerhető fel. A jelenség magyarázata hasonló a nyíláshibához, csak most az optikai tengelyhez képest valamilyen szögben beeső és meridionális metszetben haladó fénysugarak nem metszik egymást egy pontban. A jelenséget szokás kóma-hibának is nevezni. Lencserendszerrel, aszférikus lencsével és rekeszeléssel korrigálható.

6.3.3 Asztigmatizmus

A tárgypontból kiinduló sugarak ennél a hibánál a lencsén áthaladva nem ponttá, hanem két egymásra merőleges (meridionális és szagittális síkban lévő) vonallá egyesülnek, így élesség állításkor nem találunk olyan helyzetet, amikor a kép éles. A hiba csökkentése – hasonló módon, mint az üstökőshibánál – lencserendszerrel, a rekesz helyének és a lencse alakjának helyes megválasztásával történhet.

6.3.4 Képző elhajlás

Abban az esetben, ha a tárgyról képzett kép nem egy síkra, hanem egy görbült felületre képződik le élesen, akkor képző elhajlásról beszélünk (**83. ábra**). Ezt a jelenséget főként széles látószögű objektíveknél figyelhetjük meg. Ilyenkor attól függően, hogy a képző elem melyik része metszi a leképzett görbült síkot, lesz a kép közepe, vagy a széle éles.



83. ábra

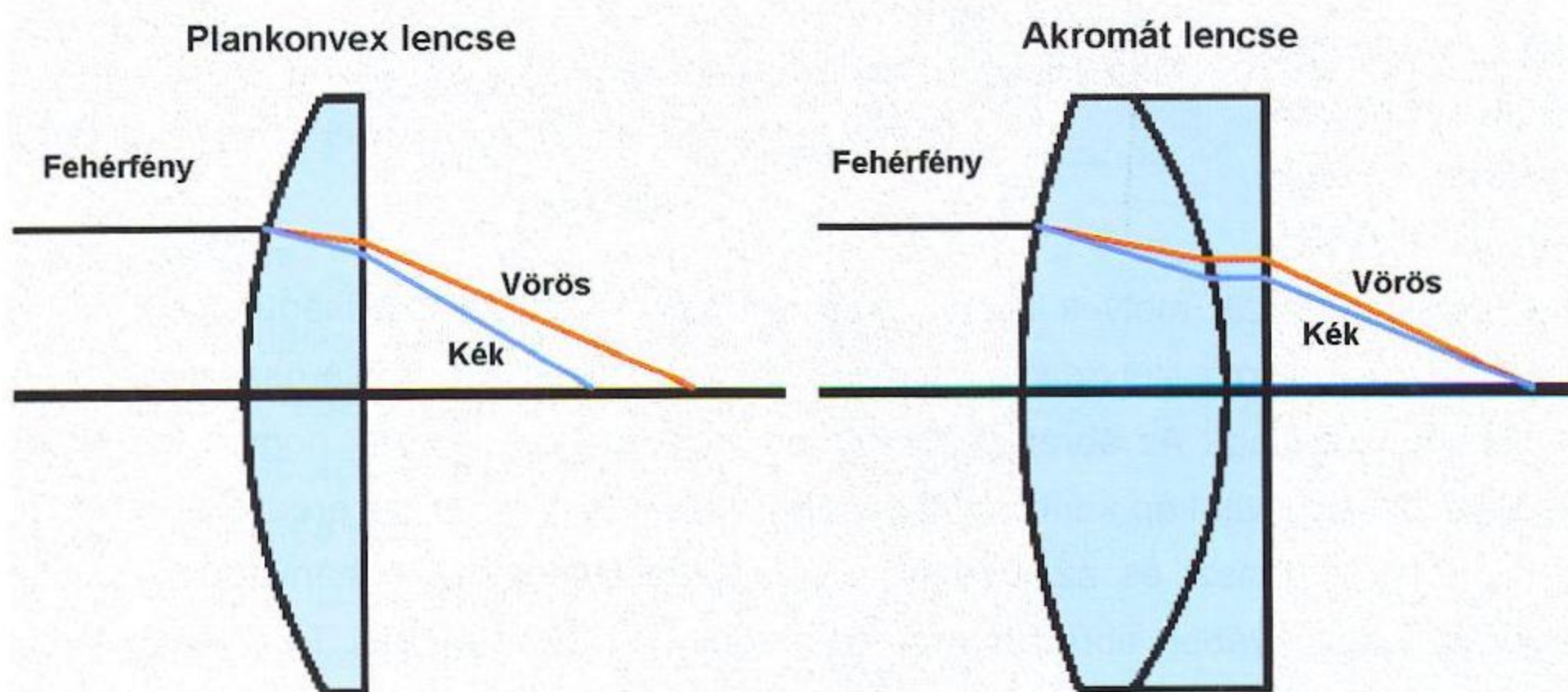
6.3.5 Képtorzítás

A torzítást disztorzióknak, vagy más néven elrajzolásnak is szokták nevezni. A jelenség abból áll, hogy pl. egy szabályos négyzetet a lencse nem tudja mértanilag helyesen reprodukálni, azaz a kapott kép vagy párna, vagy hordó alakú lesz.

A torzítás abból adódik, hogy a lencse a tengelytávától függően más-más mértékű nagyítást ad. Ha a nagyítás mértéke a képmező széle felé nő akkor párna, ellenkező esetben hordó torzításról beszélhetünk. A torzítás mértéke itt is függ a fényrekesz helyétől. Megfelelően kialakított lencserendszerekkel gyakorlatilag torzításmentes objektívek építhetők. A monokromatikus hibák után nézzük a legfontosabb kromatikus hibát, a színi eltérést.

6.3.6 Színi eltérés

Szokásos még kromatikus abberációnak is nevezni melynek lényege, hogy a lencse optikailag nem homogén közeg, azaz a különböző hullámhosszúságú fényeket különböző módon törí meg. A jelenséghez hasonlót tapasztalhatunk abban az esetben, amikor prizmaival az összetett fehér fényt elemi színeire bontjuk. A színeket azért látjuk külön-külön egymás mellett, mert a prizma a különböző hullámhosszúságú fényeket különböző mértékben törí meg. Legnagyobb mértékben az ibolya, legkevésbé a vörös színű fény törí meg. Amennyiben a lencsét nem korrigálnánk e hiba ellen, akkor a tárgypontból érkező fény – mely tartalmazza a különböző színösszetevőket – a lencsén áthaladva különböző helyekre képződne le, így a pont helyett színileg elmosódott foltot kapnánk. Ilyen ún. longitudinális kromatikus abberációt szemléltet a **84. ábra**.



84. ábra

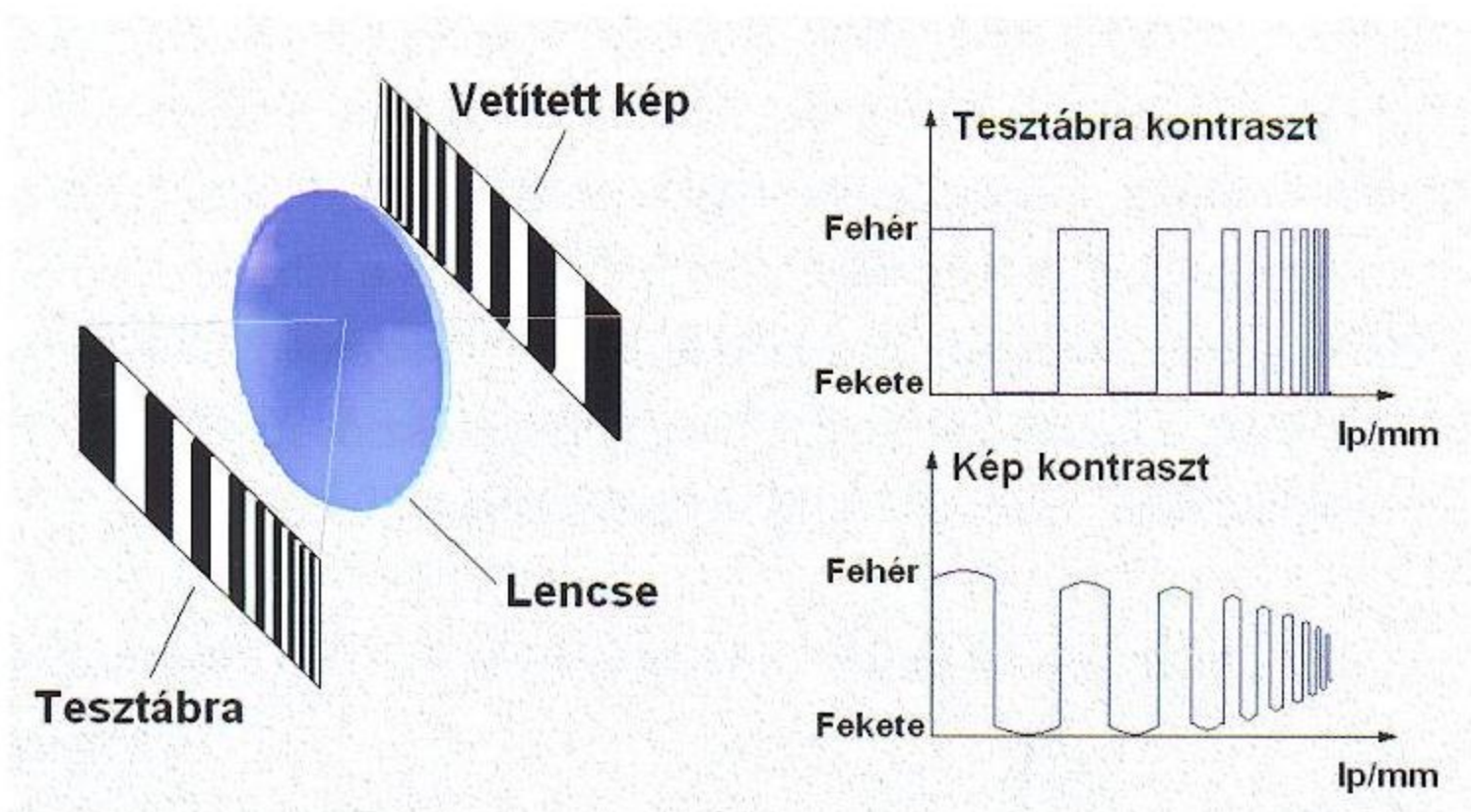
A hiba javítására egy gyűjtő- és egy szórólencsét építenek egybe, melyek egymás hibáit kiegyenlítik. Az így képzett összetett lencsét színileg korrigált, akromatikus (röviden: akromát) objektívnek hívjuk. (A pontosság kedvéért meg kell jegyezni, hogy az akromát lencsék rendszerint a kék és a sárga szín tartományban törí meg a fényt egyenlő mértékben. Ott, ahol precízebb színreprodukálásra van szükség, a három alapszínre korrigált, ún. apokromát objektívet használnak.)

Végezetül érdemes megemlíteni a másik, az ún. transzverzális kromatikus aberrációt is. Ennek a hibának a másik elnevezése a színnagyítási hiba. Ilyenkor a rövidebb hullámhosszú fény nagyobb képet hoz létre, mint a nagyobb hullámhosszú, azaz a kép eltérő mértékben tolódik el és így ez életlenséget valamint színes szegélyeket okoz.

6.4 Feloldóképesség

A szem felbontó-, vagy feloldóképességéről már volt szó a 2.1 fejezetben, ahol szögpercben definiáltuk azt az értéket, melynél az emberi szem egymás mellett lévő két pontot még meg tud különböztetni. Hasonló módon ezen értéket a lencsénél, illetve az objektíveknél is meg kell állapítani, hiszen ezek feloldóképessége sem végtelen.

Ennek mérésére használják a **85. ábra** szerinti egyre sűrűbb egymás mellett lévő vonalpárokból álló tesztábrát. A feloldóképességet a még különállóan rajzolt vonalpárok számával fejezzük ki (lp/mm). Szám-



85. ábra

talan tesztábra létezik, melyek közül a legismertebb a különböző sűrűségű vonalokból álló ábra, az ún. „mira”, illetve a fekete-fehér ékekből álló központ felé összefutó kör, az ún. „Siemens csillag”. Az ábrát tüzetesebben megvizsgálva látható, hogy a feloldó képességen túl az átvitt kép kontrasztjának amplitúdója is csökken az eredeti ábrához képest. A képi kontraszt és az eredeti kontraszt amplitúdójának a hányadosát, a vonalpár/mm függvényében ábrázolva megkaphatjuk a CTF (Contrast Transfer Function) függvényt. Mivel a gyakorlatban az átviendő kép fekete és fehér részletei között átmenet is szerepel, ezért gyakrabban alkalmazzák az ún. MTF (Modulation Transfer Function) modulációs transzfer függvényt.

Az átmenet miatt ennél a függvénynél az átviendő információt a négyszögjel helyett jobban reprezentálja a szinuszjel. Kellő mértékben megnövelve a tesztábra vonalsűrűségét eljuthatunk egy olyan határértékig, amikor már a modulációs mélység (azaz az átvitt jel és az eredeti jel hányadosa) megközelíti a nullát. Ezt a felbontást nevezik optika határfelbontásnak.

Különböző optikák különböző MTF függvényekkel, és így határfelbontással is bírnak. Nem egyértelműen a magasabb határfelbontású objektív jelenti az adott feladatra legalkalmasabb optikát, hiszen itt nem egy lineáris függvénykapcsolatról van szó, a különböző optikák különböző görbületű és meredekségű görbével rendelkeznek. Így találhatunk olyan objektívet, melynek határfrekvenciája alacsonyabb, viszont a kívánt felbontásnál az átvitt jel amplitúdója nagyobb.

Kérdésként merülhet fel, hogy mennyi is ez a kívánt felbontás. Ezen érték nagymértékben függ az optika mögötti képfeldolgozás felbontóképességétől. Normál fényképezés esetén a film felbontó képessége lényegesen nagyobb, mint a CCD elemeké, így itt elvárt a 120 lp/mm-nél nagyobb felbontóképességű optika előállítása.

Egy 1/2"-os CCD elem (melynek mérete 6,4mm x 4,8mm), mely vízszintes irányban 750 elemet tartalmaz,

$$\frac{750}{\frac{6,4}{2}} \approx 59 \text{ lp/mm}$$

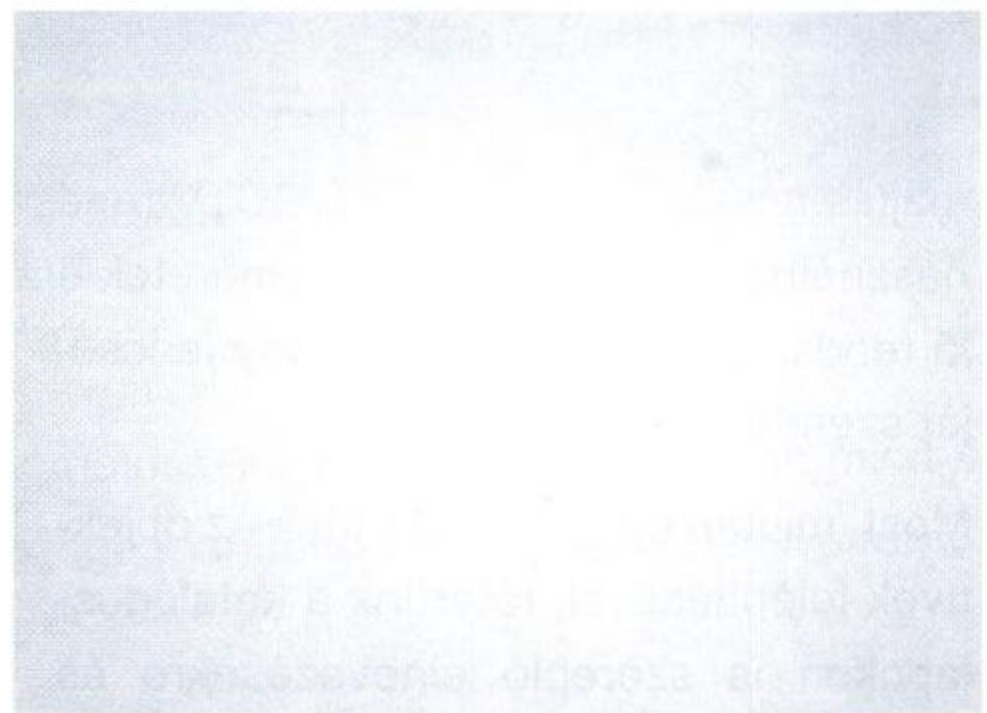
azaz ötvenkilenc vonalpár/mm minimális felbontást igényel. Ugyanilyen felbontású, de 1/3"-os formátum mellett már

$$\frac{750}{\frac{4,8}{2}} \approx 78 \text{ lp/mm}$$

A fentiekből az látszik, hogy ugyanolyan felbontás mellett a kisebb formátumú kamera lényegesen jobb felbontóképességű objektívet kíván.

6.5 Vignettálás

Tipikus vignettálási jelenséget szemléltet a **86. ábra**. A hiba jellegzetessége, hogy az alkotott kép fényerőssége változik a kép szélétől a kép közepe felé. Ennek magyarázata az a fizikai jellemző, hogy kép megvilágítása a szélek felé a látószög koszinuszának a negyedik hatványával csökken.

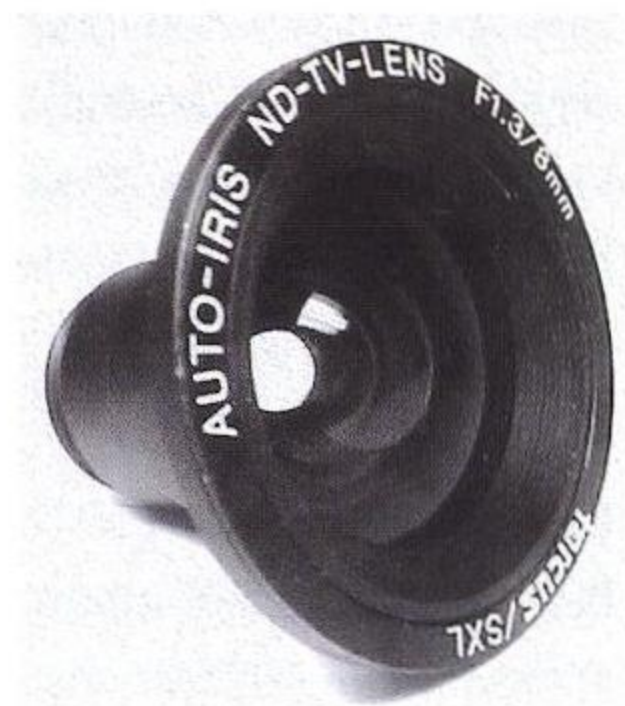


86. ábra

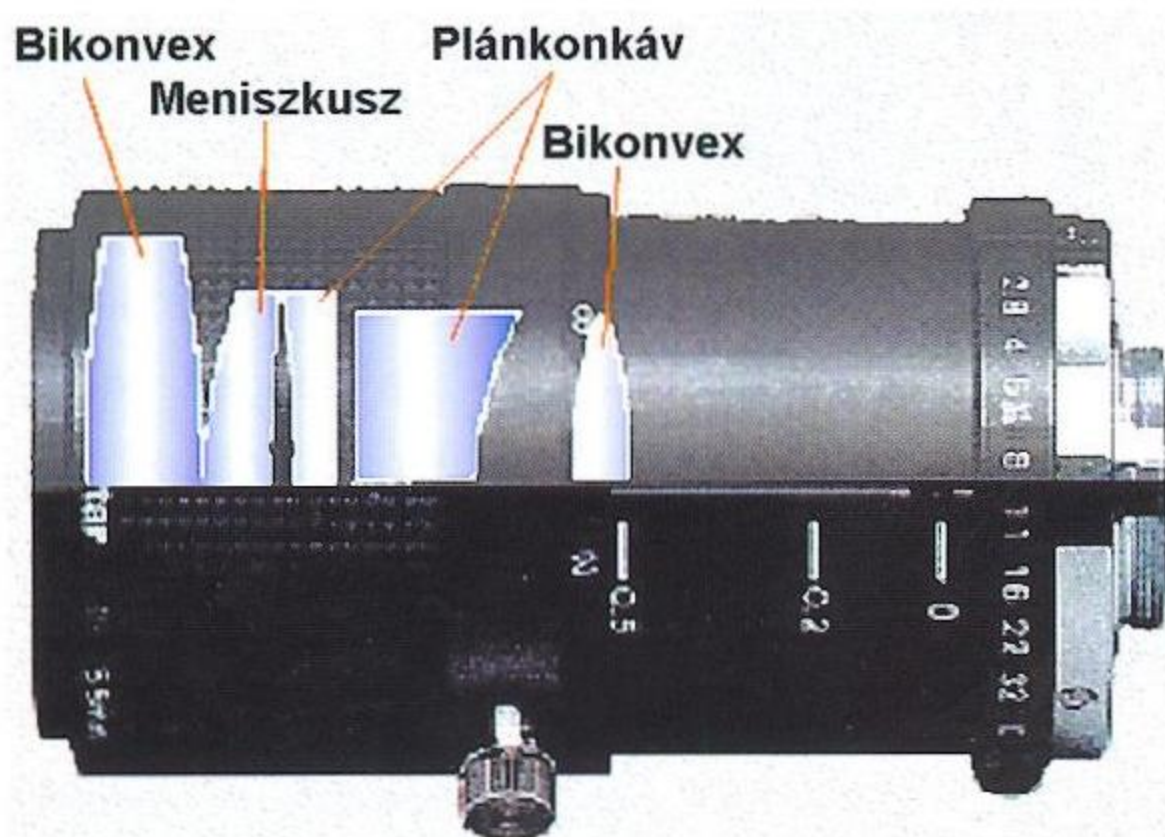
6.6 Objektívek

Mint azt az eddigiekben láthattuk a lencsék sok képleképzési hibát hordoznak önmagukban, így megfelelő minőségű képalkotásra önállóan nem alkalmazhatók. A valós kép minél jobb minőségű reprodukálásához lencserendszereket, azaz objektíveket alkalmaznak.

Az objektívekben a lencsetagokat ragasztással, vagy nagyon pontos légrés kialakításával illesztik egymáshoz, így ezek készreszerelést követően roncsolás mentesen nem javíthatók (87. ábra). Ragasztásra kanadabalzsamot, vagy műgyanta alapú, nagy viszkozitású hidegragasztót alkalmaznak. Az elkészült lencserendszereket csoportosíthatjuk aszerint, hogy milyen típusú, alakú lencsék alkotják és ezek a rekeszhez képest hogyan helyezkednek el. Ennek alapján azokat az objektíveket amelyeknél csak a fényrekesz egyik oldalánál helyezkednek el a lencsék, egyszerű objektíveknek nevezzük. Hátrányuk: kis fényerő, gyenge minőségű képrajzolás. Azokat az objektíveket amelyeknél a fényrekesz mindkét oldalánál helyezkednek el lencsék, összetett objektíveknek hívjuk.



87. ábra



88. ábra

Az összetett objektívek lehetnek szimmetrikusak, ekkor a fényrekesz mindkét oldalán azonos formájú és gyújtótávolságú lencsék találhatók. Lehetnek fél-szimmetrikusak, ilyenkor az objektívet a fényrekesz mindkét oldalán azonos formájú de különböző gyújtótávolságú lencsék alkotják, valamint léteznek aszimmetrikus optikák is, ahol a fényrekesz két oldalán különböző számú, gyújtótávolságú és formájú lencsék helyeznek el. CCTV rendszereknél általában aszimmetrikus objektíveket használnak (88. ábra). Lencseméretet érzékeltetéseként egy zártláncú videó megfigyelő rendszer objektívének néhány lencsét szemlélteti a 89. ábra.

Most, miután megismerkedtünk az objektívek felépítésével, rátérünk a katalóguslapokon is szereplő elnevezésekre és ezek ismertetésére, miközben érintünk jó néhány fontos alapfogalmat is, amelyek későbbiekben nagymértékben fontosak lesznek az optikák adott célra történő kiválasztásánál.



89. ábra

Az objektíveket számtalan szempont szerint csoportosíthatjuk, továbbá igen sok paraméter halmazának a metszete adja végül is azt a konkrét típust, melyet megrendelünk, majd installálunk.

Ajánlatos nagyon tisztában lenni a különböző elnevezésekkel illetve lehetőségekkel, mert ellenkező esetben beüzemelés után kellemetlen meglepetésben lehet részünk. Amennyiben a meglepetés elmarad, még mindig jöhet a „kedves” megrendelő és kiderül, hogy nem is ezt a területet akarja figyelni hanem azt, és nem csak ezt akarja látni, hanem még azt is, stb., stb. A jó tervező ilyenkor újra számol, rendel, installál és megpróbál átadni. A még jobb el sem jut idáig, hiszen manapság már számtalan módszer kínálkozik az ilyen problémák elkerülésére. Ezekre a későbbiekben még visszatérünk.

Mindenek előtt nézzük azokat a szempontokat, amik fontosak egy objektív kiválasztása során. Az első és legalapvetőbb szempont, hogy milyen képre van szükség.

Ha egy viszonylag széles, áttekinthető képet akarunk kapni, akkor egy nagy látószögű objektívet kell használni. Ha egy olyan képre van szükség, mint amelyet az ember szabad szemmel lát, akkor erre a célra egy normál objektív lesz a megfelelő, ha pedig apró részleteket kell nagy távolságból megfigyelnünk, akkor egy teleobjektívet kell alkalmaznunk (**90. ábra**).



90. ábra

A zoom objektív (amely lehet manuális, vagy motoros) pedig egyesíti magában mind a három fajta objektív tulajdonságait, azaz látószöge manuálisan, vagy távvezérelve folyamatosan változtatható.

6.7 Fókusz távolság (gyújtótávolság)

Azt, hogy egy objektív normál, széles látószögű vagy teleobjektív, a fókusz távolsága alapján lehet megállapítani. Az objektívnek azt a tulajdonságát, hogy mekkora nagyítással állítja elő a képet, a fókusz távolsággal (gyújtótávolság) szokták megadni.

A megadás módja milliméterben történik és ezt általában az optika frontlencséjét körülvevő befoglaló gyűrűn tüntetik fel a gyártók **(91. ábra)**.

Minél kisebb a fókusztávolság, annál nagyobb a látószög és viszont. Egy adott távolságra lévő tárgy képének mérete a fókusztávolsággal arányosan változik, pl. ugyanannak az épületnek a képe, ugyanakkora távolságból egy 50 mm gyújtótávolságú objektívvel 5 mm, egy 100 mm gyújtótávolságúval pedig pontosan kétszer akkora, azaz 10 mm lesz a képernyőn. **(92. ábra)**



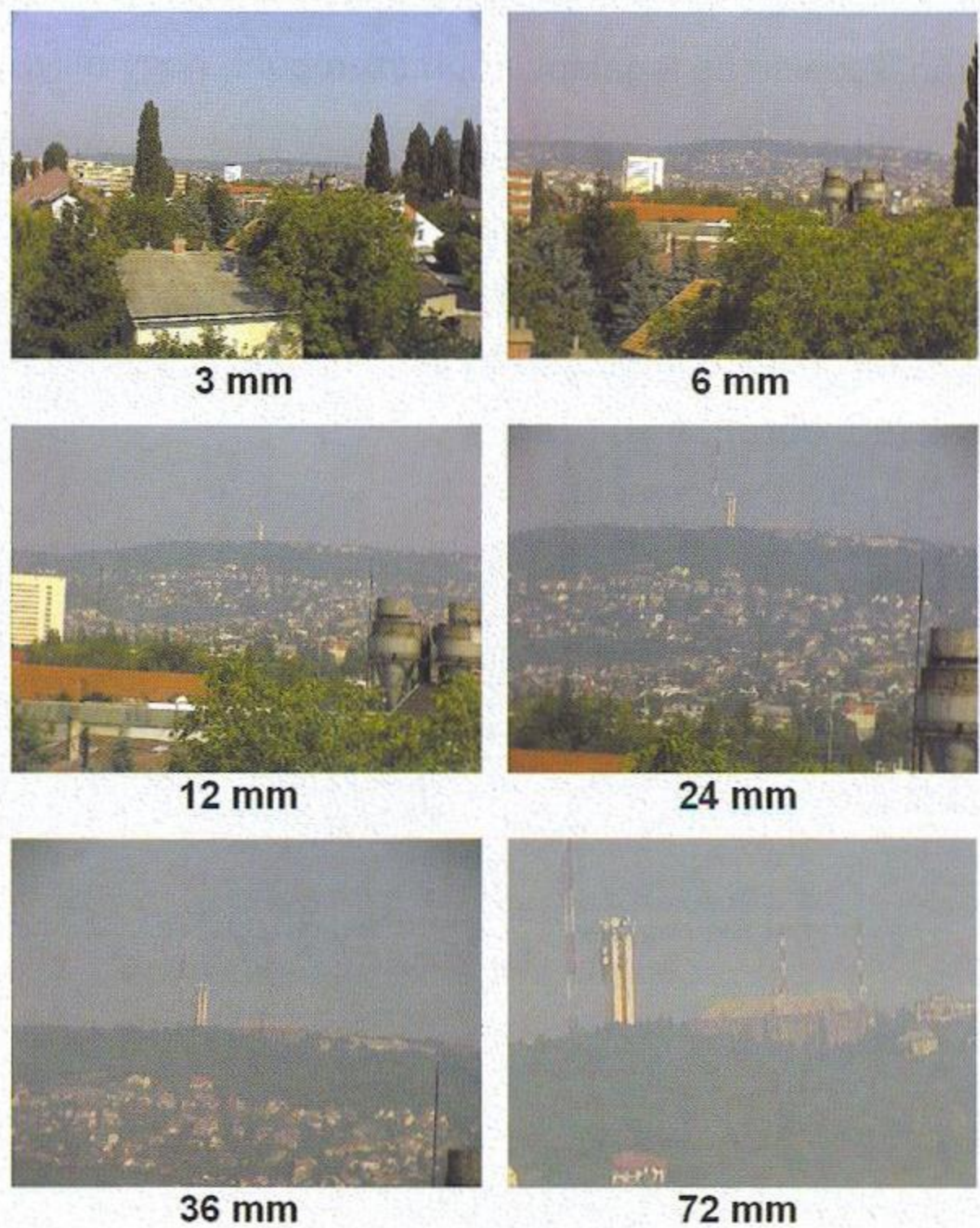
91. ábra

Azokat az optikákat, melyeknek fókusztávolsága fix, nem változtatható monofokális objektíveknek nevezzük. Mivel a gyártók a monofokális objektíveket fix, közel azonos sorozatokban gyártják, így időnként előfordulhat, hogy pont olyan képkivágásra lenne szükségünk, melyhez tartozó fókusztávolság nincs a gyártó kínálatában. Ekkor több megoldás létezik.

↳ Kellő kommunikációs képesség birtokában rábeszélhetjük a megrendelőt, hogy felejtse el igényét, egyébként is a világ összes szaktelepipítő cége ebből a kínálatból dolgozik, így ha ez megfelel külföldön, akkor Magyarországon is érje be ennyivel

↳ A kamerát addig távolítjuk, vagy közelítjük a céltárgyhoz képest, míg a kívánt képkivágást el nem érjük.

↳ Manuálisan változtatható fókusztávolságú, ún. variofokális objektívet alkalmazunk.



92. ábra

Az első megoldás valószínűleg nem fog hosszantartó üzleti és baráti kapcsolatot eredményezni, míg a második esetben – egy kész objektumnál – az áthelyeztetések okozhatnak „némi” problémát. Így nem kell sok indokot felhozni, hogy a 3-as megoldást tartssuk a legfrappánsabbnak.

A variofokális objektívek bekerülési költségei minimálisan haladják csak meg a monofokális objektívekét, és abban az esetben, ha árajánlat készítésekor a megfigyelni kívánt terület nagysága nem határozható meg pontosan, akkor javasolt ezen manuálisan változtatható fókusztávolságú optikát használni **(93. ábra)**.

A képen jól látható, hogy egy csúszógyűrű segítségével lehet a megfelelő fókusztávolságot beállítani. A két szélső értéket T (tele), illetve W (wide) azaz széleslátószög felirattal jelölik. A variofokális objektív alkalmazása természetesen nem mentesít az alól, hogy birtokában legyünk annak a később leírásra kerülő ismeretnek, hogy a különböző fókusztávolságok milyen képkivágást eredményeznek, hiszen az objektívtípus ennek segítségével pontosan meghatározható.



93. ábra

Időnként arra is szükség lehet, hogy ne manuálisan, hanem távolról vezérelve legyünk képesek állítani a fókusztávolságot. Ilyenkor 6, vagy 12V-os vezérlőfeszültséggel, beépített motor segítségével tudjuk a fókusztávolságot változtatni. Ezeket a motoros zoom objektíveket **(94. ábra)** főként mozgatható kamerákra telepítik.



94. ábra

A zoom objektíveknél a fókusztávolság megadásának 2 ismertebb módja van. Az egyik, amikor megadják a legkisebb és legnagyobb fókusztávolságot. A másik az ún. zoom átfogásos megadási mód. Ez az adat a legnagyobb és a legkisebb beállítható gyújtótávolság viszonyával azt fejezi ki, hogy a változtatható gyújtótávolságú objektív (zoom objektív) nagyítása maximálisan mennyit változhat.

Az ábrán lévő objektív felirata 6-42 mm. Ez azt jelenti, hogy a gyújtótávolság 6 és 42 mm között változtatható, tehát zoom átfogása 7-szeres ($42/6 = 7$). Ennél a megadási módnál, a zoom átfogást és a legkisebb fókusztávolságot adják meg, azaz előbbi példánknál maradva: 7×6 .

6.8 Formátumok

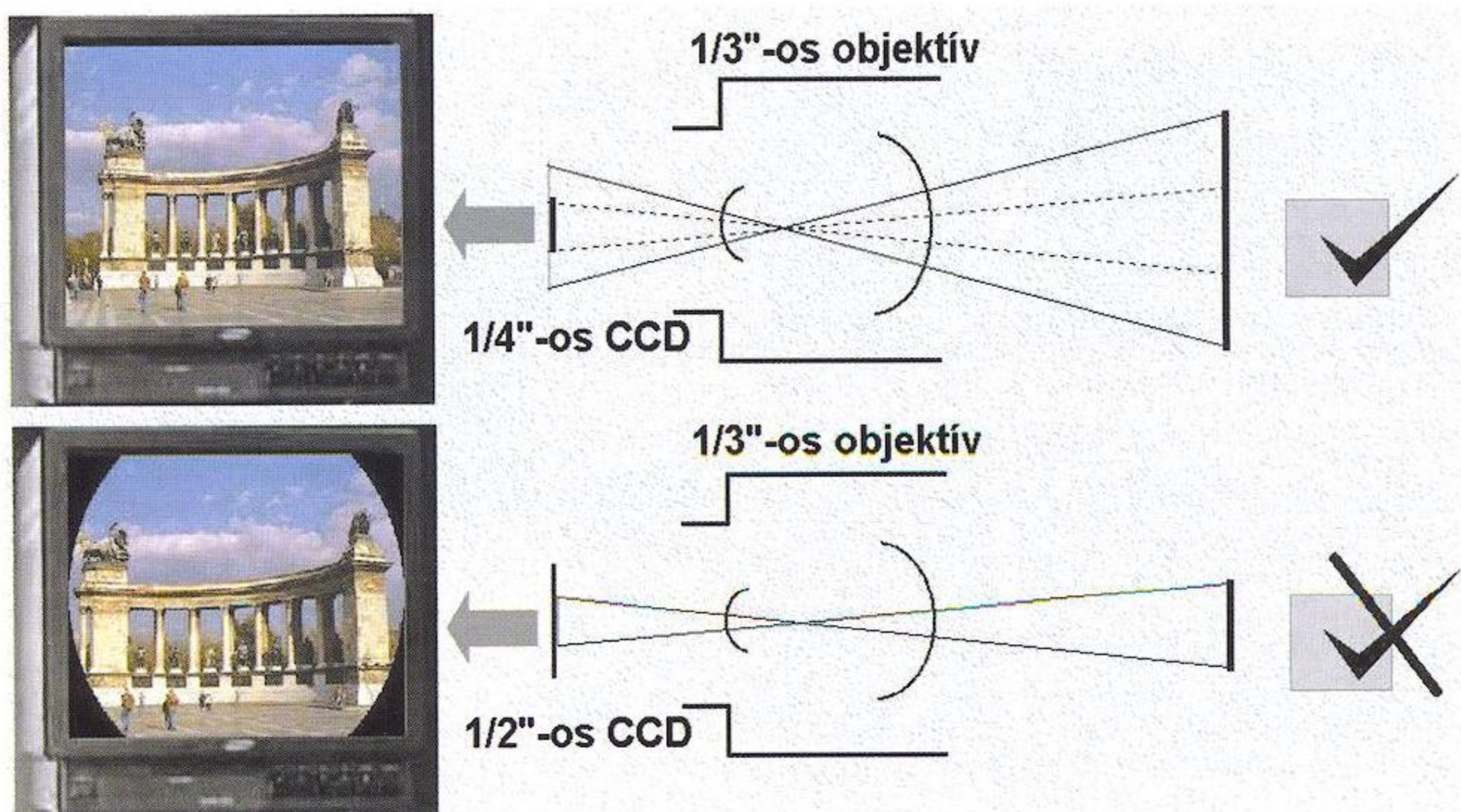
A kamerák képérzékelő elemének tárgyalásakor említésre került, hogy a biztonságtechnikában alkalmazott CCD elemeket többféle méretben gyártják (95. ábra). Így az 1/4"-tól kezdve egészen az 1"-os kamera-

Formátum (")	A	B	C	CCD Szenzor
1	16	9,6	12,8	
2/3	11	6,6	8,8	
1/2	8	4,8	6,4	
1/3	6	3,6	4,8	
1/4	4	2,4	3,2	

95. ábra

formátumig mindent megtalálhatunk a kínálatban. (Orvosi technikára, illetve egyéb alkalmazási területekre léteznek már 1/5"-os, sőt 1/6"-os formátumú CCD elemek is.)

Az objektív gyártóknak is tudniuk kell ezt a kínálatot követni, hiszen fontos, hogy az objektív által leképzett kép teljes egészében „betakarja” az érzékelő felületét. Ennek ellenére –, ha optikai katalógust lapozgatunk – nem találunk 1"-os kamerára objektívet. Mit lehet ebben az esetben tenni, ha a kameránk viszont 1"-os formátumú?



96. ábra

A 96. ábra felső része szemlélteti a megoldást. Egy nagyobb formátumú objektívet minden probléma nélkül rárakhatunk egy kisebb formátumú kamerára. Ilyenkor az objektív leképezi a formátumának megfelelő nagyobb méretű képet amiből a monitoron annyit láthatunk, amennyi a kamera hasznos képérzékelő felületére esik.

Fordítva viszont ezt nem lehet megtenni, tehát egy kisebb formátumú objektívet nem lehet rárakni egy nagyobb formátumú kamerára. Ha ezt mégis megteszük, akkor egy ún. alagút képet kapunk, ami azt jelenti, hogy a képet egy sötét körsáv veszi körül, mivel az optika által leképzett kép nem takarja be teljes egészében a CCD érzékelőt (**96. ábra** alsó része).

6.9 Látószög

Mint arról már szó volt, a gyújtótávolság határozza meg, hogy egy adott tárgy képéről mekkora kicsinyített képet kapunk. Definiálja azt is, hogy a tárgynak mekkora környezete jelenik meg a képen, amennyiben ismert a képérzékelő letapogatott felülete (a képmező).

A környezetnek azt a részét, amelyet a kamera „lát”, egy, az objektívtől kiinduló szög határolja amit látószögnek nevezünk. Jogosan vetődhet fel a kérdés, hogy a látószöget a fókusztávolságon kívül miért befolyásolja a képérzékelő mérete is? A magyarázat egyszerű. Ugyanolyan fókusztávolságú lencsét alkalmazva, más képkivágást kapunk pl. 1/4"-os és mást 1/2"-os kamerát alkalmazva. A **96. ábra** felső részén látható volt, hogy a szaggatott vonallal jelzett látószög, mely az 1/4"-os képérzékelőhöz tartozik lényegesen kisebb (fele akkora), mint az 1/2"-oshoz tartozóé.

E kérdéskör körbejárására azért van szükség, mert nagy felbontású kamerák alkalmazásakor időnként szükség lehet igen jó minőségű objektív kiválasztására. Ebben az esetben – amennyiben a költségvetés is engedi – javasolt az alkalmazott kamera formátumához képest eggyel nagyobb formátumú objektív használata, mivel így sok lencsehiba kiküszöbölhető.

Az optikáról szóló adatok a legnagyobb vízszintes és függőleges látószöget említik. Nézzük meg, hogy a gyakorlatban a fókusztávolság és a formátum ismeretében hogyan tudjuk kiszámolni a látószöget, illetve a minket sokkal jobban érdeklő látni kívánt terület nagyságát. Egy 1/2"-os kamerához csatlakoztassunk egy szintén 1/2"-os formátumú objektívet, aminek a fókusztávolsága 12 mm. Határozzuk meg, hogy 15 méter távolságban mekkora a látómező, vagyis az a terület, aminek a képét a monitoron fogjuk látni.

A megoldáshoz segítség lehet a **97. ábra** szerinti képlet és a **95. ábra** szerinti táblázat (Mj. a képlet fókusztávolságra van rendezve, mivel általában ez a keresett érték).

$$\frac{\text{CCD szenzor szélesség} \times \text{Céltárgy távolság}}{\text{Céltárgy szélesség}} = \text{Fókusztávolság}$$

$$\frac{\text{CCD szenzor magasság} \times \text{Céltárgy távolság}}{\text{Céltárgy magasság}} = \text{Fókusztávolság}$$

97. ábra

Az ismert adatokat behelyettesítve:

$$\frac{6,4 \text{ mm} \cdot 15 \text{ m}}{12 \text{ mm}} = 8 \text{ m} \text{ és } \frac{4,8 \text{ mm} \cdot 15 \text{ m}}{12 \text{ mm}} = 6 \text{ m}$$

azaz, a szélességre kapott érték 8 m, míg magasságra 6 m. A kapott kép közel hasonló, mint amit emberi szemmel is látunk.

Azokat az objektíveket, amelyek ugyanolyan képet adnak, mint amelyet az emberi szem lát, standard vagy alap objektíveknek nevezünk. Ha tehát tudjuk, hogy milyen fókusztávolságú a standard objektív egy kamerához, akkor meg tudjuk mondani, hogy ehhez képest melyik objektív a széles látószögű, illetve melyik a teleobjektív (98. ábra). A standard optikák különböző formátumú kamerákhoz eltérőek, de egyenes arány van a fókusztávolság és a lencse között.

1/3"-os formátum	Látószög	Megnevezés	2/3"-os formátum	Látószög	Megnevezés
2,8 mm	85°	Szuper széles látószög	4,8 mm	85°	Szuper széles látószög
4 mm	60°	Széles látószög	8 mm	58°	Széles látószög
8 mm	30°	Standard	16 mm	30°	Standard
6,5-39mm	40,5°-7°	Változtatható fókusztávolságú (zoom lencse)	10-100 mm	47,5-5°	Változtatható fókusztávolságú (zoom lencse)

1/2"-os formátum	Látószög	Megnevezés	1"-os formátum	Látószög	Megnevezés
3,5 mm	85°	Szuper széles látószög	8,5 mm	80°	Szuper széles látószög
6 mm	56°	Széles látószög	12,5 mm	54°	Széles látószög
12 mm	30°	Standard	25 mm	29°	Standard
8-48 mm	43,6°-7,7°	Változtatható fókusztávolságú (zoom lencse)	16-160 mm	43-4,6°	Változtatható fókusztávolságú (zoom lencse)

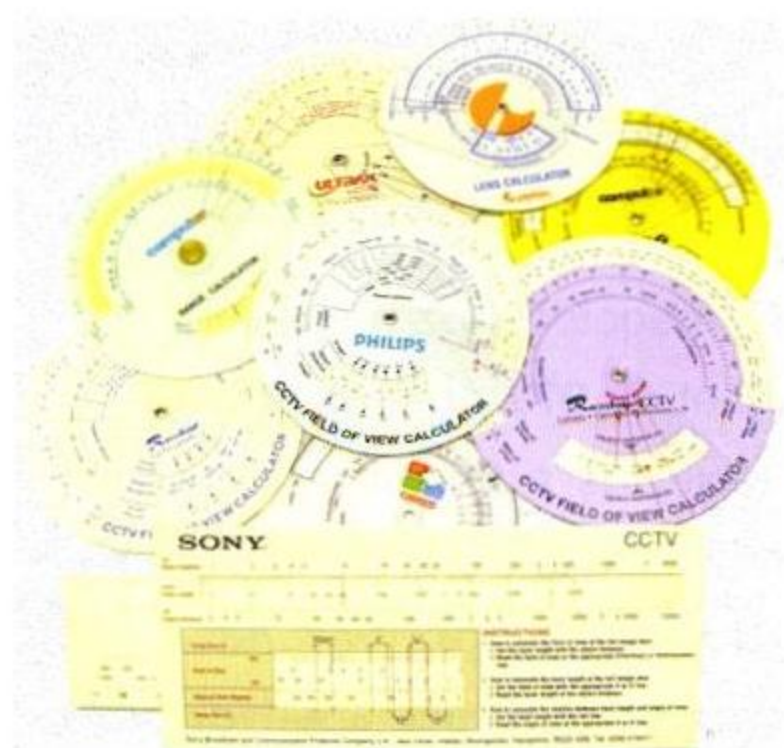
98. ábra

Ne felejtsük el, hogy a megadott látószög értékek azonos formátumú kamerára és objektívre vonatkoznak. Az objektív formátumánál kisebb méretű CCD-t használva a két érték arányával csökken a látómező.

Tervezéskor a számoláson kívül létezik egyszerűbb segédeszközöket alkalmazó megoldás is. Ilyen jellegű segédeszközöket mutat a 99. ábra.

Segítségükkel a különböző formátumú kamerákhoz pillanatok alatt megkereshetjük a kívánt képkivágáshoz tartozó objektívet, illetve egy adott objektív-nél megnézhetjük az általa szolgáltatott látómezőt.

Kicsit nagyobb beruházást igényel, de még egyszerűbb objektív meghatározást tesz lehetővé a képkereső (view finder) eszköz (100. ábra). Az eszközön keresztül nézve egy forgatható gyűrű segítségével állíthatjuk be a kívánt képkivágást. Ezt követően csak le kell olvasnunk a szükséges formátumhoz tartozó fókusztávolságot.



99. ábra

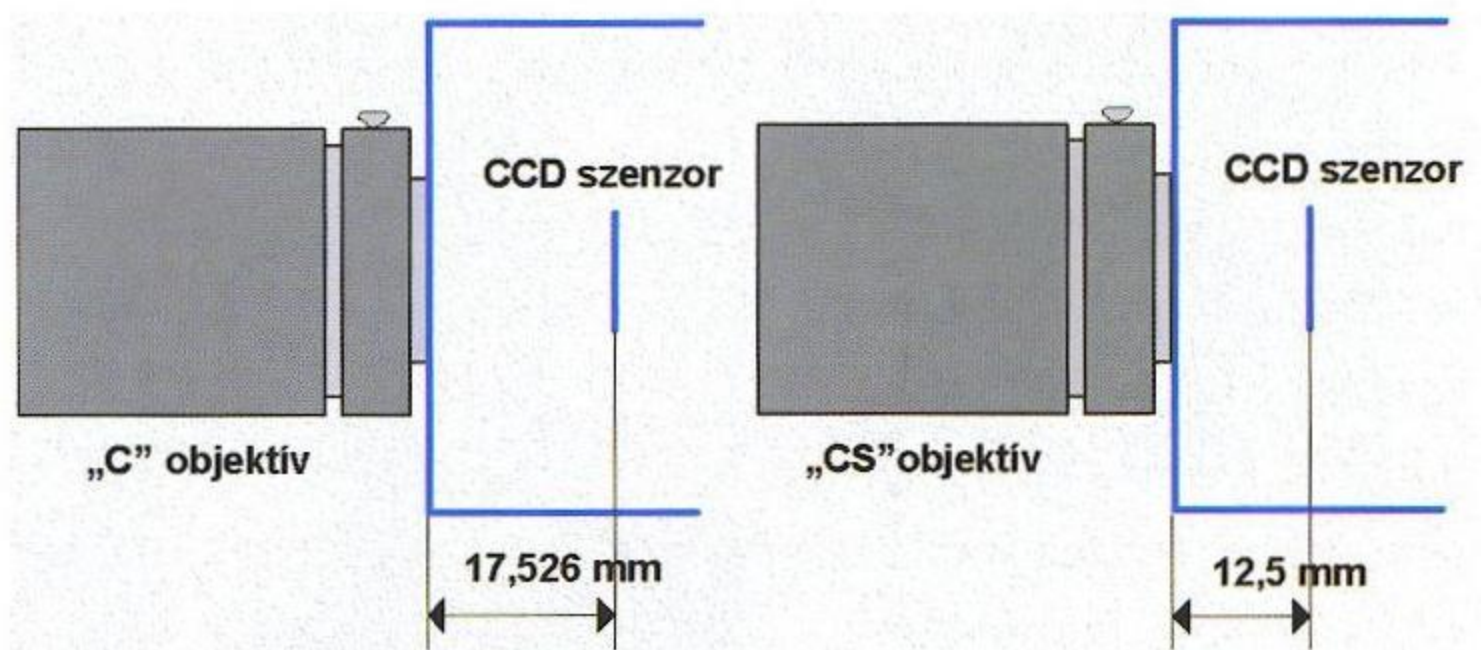
Végezetül a legmeggyőzőbb módszer lehet, ha a tervezett telepítési helyre kiviszünk monitort, kamerát és egy variofokális objektívet majd így választjuk ki a legmegfelelőbb kamerahelyet, illetve objektív méretet.



100. ábra

Szerintem annak érdekében, hogy a CCTV rendszerek telepítőjének az életét megkésé-
rítsék, az objektívek fókuszált képleképezési távolsága nem egységes. Bővebben kifejt-
ve ez azt jelenti, hogy nem mindegy, hogy az objektív hátsó (kamera felé néző) peremé-
től a képleképző elem (pl. CCD érzékelő) milyen távolságra van. Két típussal találkozhá-
tunk, az ún. „C-mount” azaz C-foglalat (szokásos még C-menetnek is nevezni), valamint
az 1990-es évek elején bevezetett C Special mount, vagy rövidebben CS-mount, magya-
rul CS-foglalat. (Ejtsd: Cé-eS és nem pedig Csé!).

A két típus meglét-
ének igazi magya-
rázata az, hogy a
lencsegyártás töké-
letesedésével, egy-
re kevesebb len-
csetaggal sikerült
ugyanazon minősé-
gű képet létrehozni
úgy, hogy a keve-



101. ábra

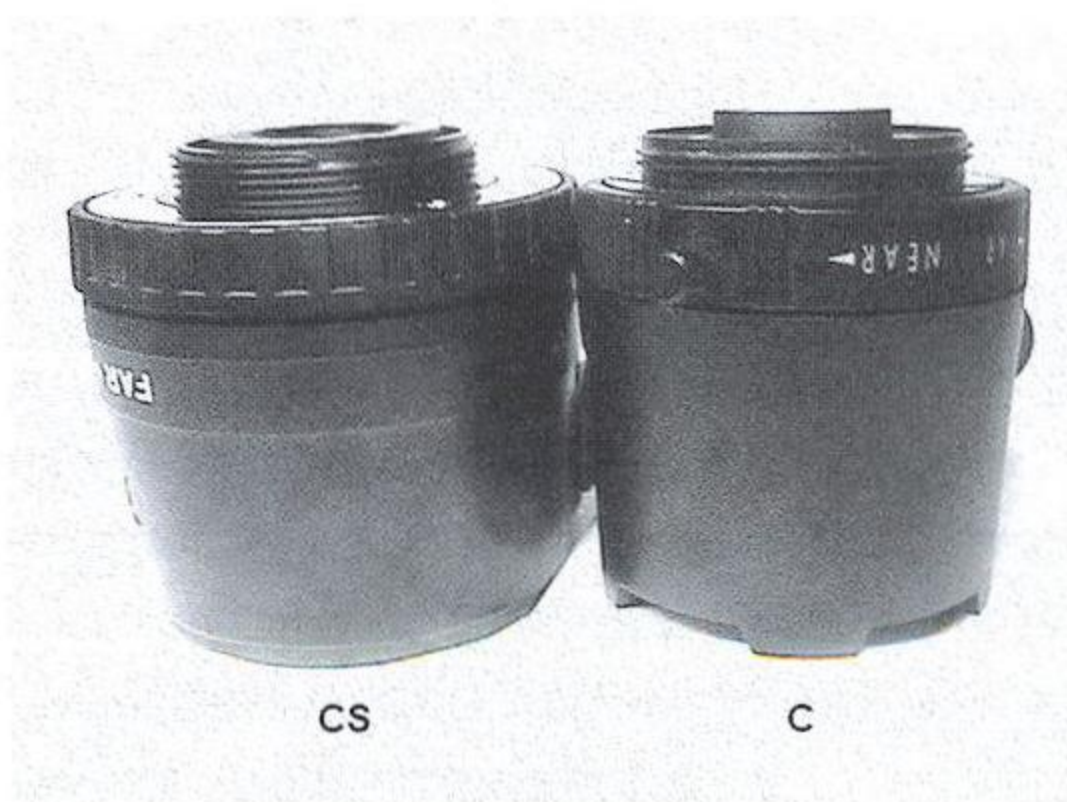
sebb lencsetag miatt a fényáteresztő képesség még nőtt is. A lencsetagok számának
csökkenése viszont megváltoztatta a képleképezési távolságot is.

Mint ahogy azt az 101. ábra is szemlélteti a C-foglalatnál a leképezési távolság több mint
5 milliméterrel nagyobb, (azaz egészen pontosan 5,026mm) mint a CS-foglalatnál. Azál-
tal, hogy a leképezési távolságot csökkentették, kevesebb lencsét alkalmazva csökkent
az objektívek mérete és így előállítási költsége is.

Az angol elnevezés menetre történő fordítása és használata nem szerencsés, mert ke-
vésbé járatos biztonságtechnikai szakemberben(?) azt a képzetet kelti, hogy a kétféle
objektív típus eltérő menetemelkedéssel rendelkezik. Ez azért jelent veszélyt, mert lát-
szólagos biztonságérzettel töltheti el a telepítőt, így azt gondolja, hogy a nem megfelelő
optikát bele sem tudja csavarni a másik típusú kamerába.

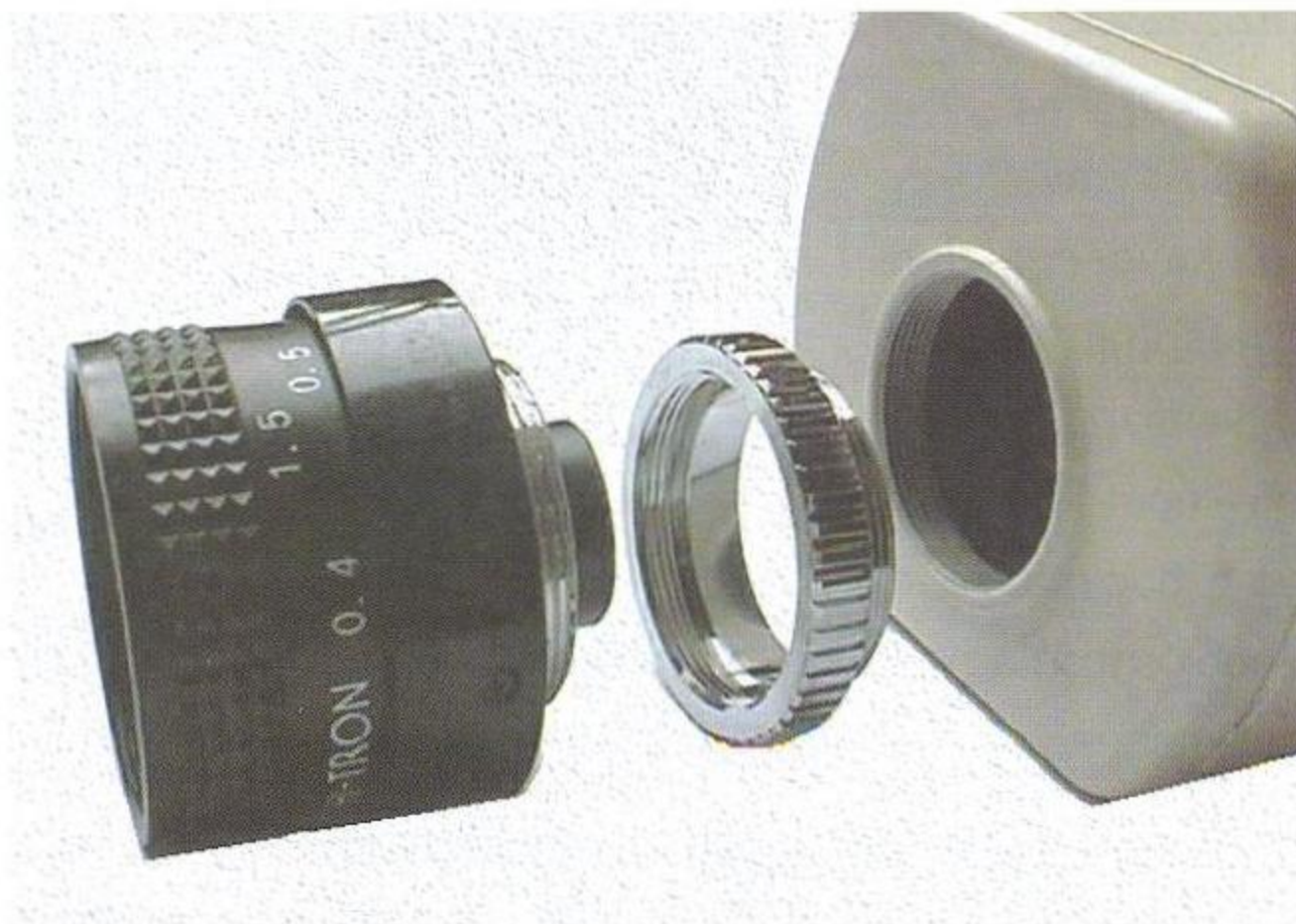
A két menet sajnos teljesen egyforma, így bizonyos esetekben az összecseréléssel akár súlyos károkat is okozhatunk.

Ennek megértéséhez tekintsünk a **102. ábrára**. Látható, hogy a C-foglatatú objektív menetére még egy kis váll lett ráültetve, ami egyben a hátsó lencse befoglaló kerete. Emiatt az optika lényegesen mélyebbre nyúlik a kamerába, mint a CS típusú objektív. Így, ha ezt a optikát egy CS típusú kamerával szereljük össze aminek az érzékelő eleme 5 mm-rel közelebb van az objektívhez, akkor könnyen összetörhetjük vele a képleképező elemet.



102. ábra

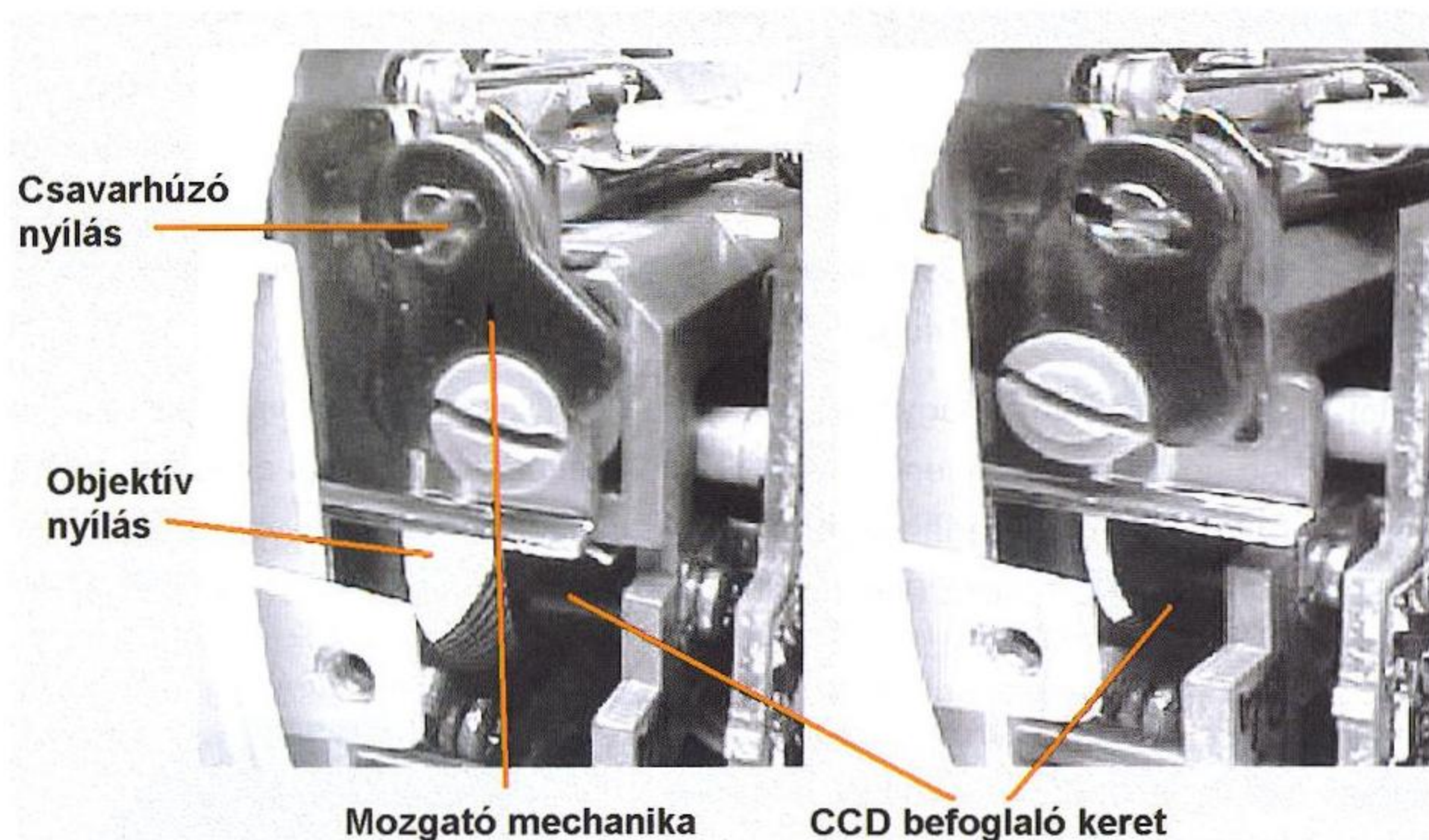
Fordított esetben nincs ilyen nagy probléma, csupán nem kapunk megfelelően fókuszált képet. Ennek ellenére mégis ez utóbbi párosítás jelentheti a nehezebben korrigálható feladatot, ugyanis abban az esetben, ha a kiválasztásnál nem kellő mértékben ügyeltünk az objektív és kameratípusok egyezőségére, akkor az első esetben egy C-CS átalakító segítségével még mindig lehetőségünk van a hiba kijavítására. Ez az átalakító nem más, mint egy 5,03mm vastagságú gyűrű, más néven C gyűrű (**103. ábra**), ami az objektív hátsó menetére rátekerhető és így együtt a kamerába belecsavarható.



103. ábra

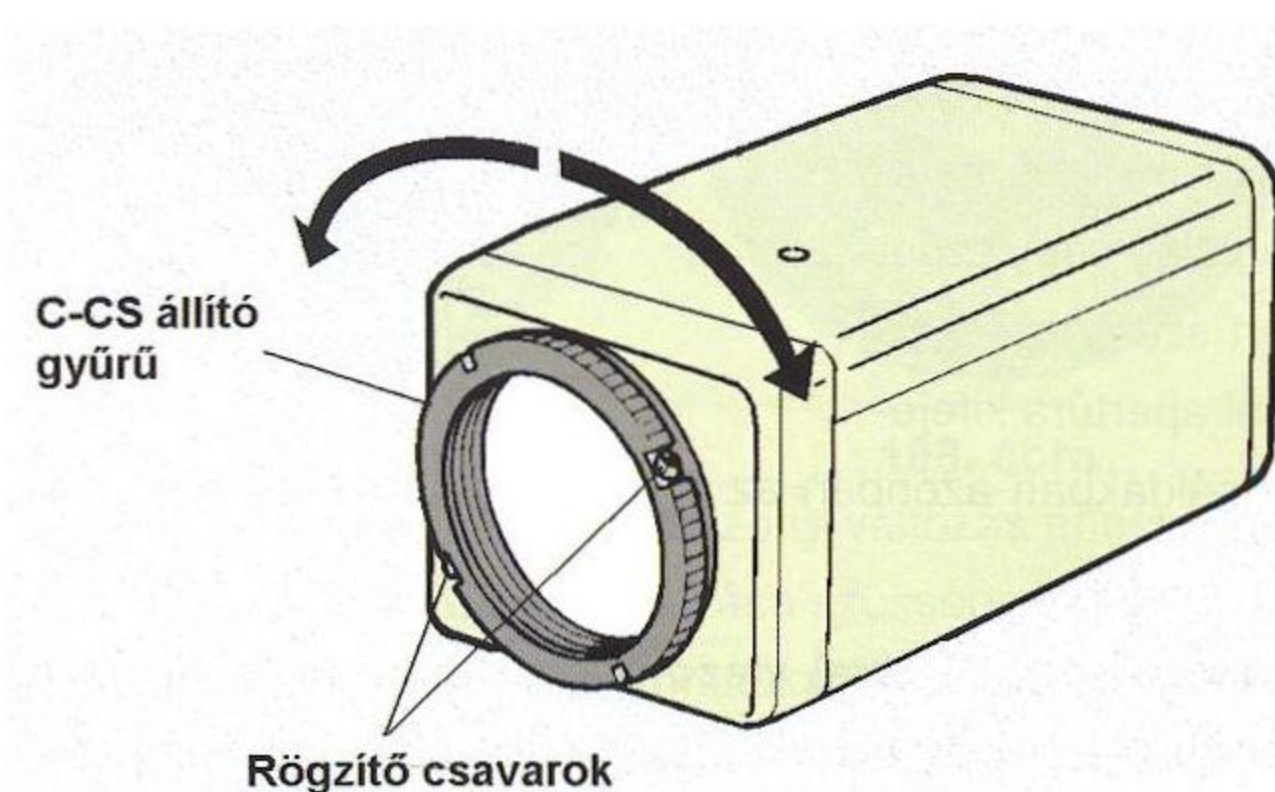
Ezzel a megoldással közel 5 mm-rel távolítjuk el az optikát a kamerától, így már sikerült is elérnünk a 12,5 mm helyett a 17,526 mm képleképzési távolságot. Legtöbb objektív forgalmazó cég a C-foglatatú optikájához gyárilag csomagolja a C gyűrűt, így az utolsó pillanatban sem érhet minket meglepetés.

Fordított esetben sajnos – mint az már említésre került – nem ilyen egyszerű a helyzet, mivel 5 mm-rel közelebb kellene helyezni az optikát, ami viszont „negatív gyűrűt” kívánna. A tréfát félre téve sajnos ilyenkor más típusú objektív, vagy kamera rendelése szükséges. Ennek kiküszöbölésére fejlesztettek ki olyan kamerákat, melyekben egy ügyes kis szerkezettel teszik lehetővé mindkét típusú objektív adaptálását. Ezeknél a kameráknál a képérzékelő elem nem fixen kerül rögzítésre, hanem egy vízszintes pályán mozgó szerkezetre szerelik rá **(104. ábra)**. A kép a CCD befoglaló keret két végállását ábrázolja.



104. ábra

Egy előre- hátra billenő, mozgató mechanika segítségével tudjuk a CCD befoglaló keretet az objektív nyíláshoz közelebb, vagy távolabb pozicionálni.



105. ábra

Másik megoldást szemléltet a **105. ábra**. Itt az optika nem közvetlenül a kamera-testbe csatlakozik, hanem egy elfordítható közgyűrűbe. A gyűrű csavarmeneten mozog, így a két végállás között 5mm-t távolodik, illetve közeledik az optikával együtt a CCD elemhez képest.

6.11 Rekesz

Az objektív fényenergiát visz át a tárgyról a képérzékelő felületére. Nem elhanyagolható szempont, hogy ezt a fényenergiát milyen hatásokkal képes átvinni. Néhány gondolat erejéig ugorjunk vissza az előző rész elejére, ahol is tárgyalásra kerültek a különböző lencsék. A lencsékkel létrehozott optikai képnél azt vehetjük észre, hogy a különböző típusú lencsék eltérő világosságú képet rajzolnak. Az egyik ilyen igen fontos befolyásoló tényező a lencse átmérője. Minél nagyobb a lencse felülete, annál nagyobb megvilágítású képet hoz létre, hiszen minél nagyobb a felület, annál több elemi kis lencse fókuszálja ugyanabba a képpontba a fotonokat. Nagyon lényeges tehát, hogy a nagyobb átmérőjű lencse nem nagyobb, hanem jobb megvilágítású képet rajzol!

A másik igen fontos tézis, hogy azonos átmérőjű, de különböző fókusztávolságú lencsék közül a kisebb gyújtótávolságú ad jobb megvilágítású képet. **Ezekből kitűnik, hogy a rajzolt kép megvilágítottsága két igen fontos dologtól, a lencse felületének nagyságától és fókusztávolságától függ.**

A gyújtótávolság változásával négyzetes arányában változik a kép megvilágítottsága, és megközelítőleg ugyanígy hat a lencse átmérőjének változása is. Mivel az egyes megfigyelni kívánt tárgyak világossága meglehetősen széles tartományban változhat, az objektívben egy beállítható rekesz (blende, írisz) biztosítja a megfelelő fény mennyiséget **(106. ábra)**.

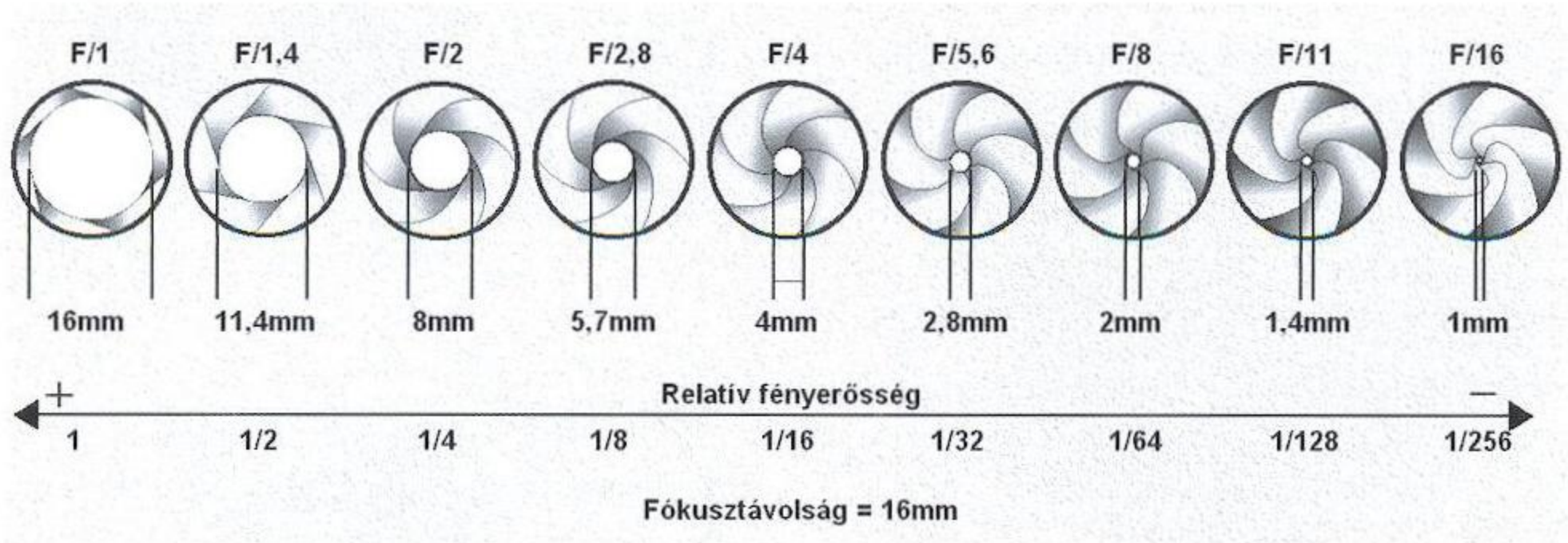
E koncentrikusan nyíló és záródó szerkezet segítségével tulajdonképpen az objektív lencsájének felületét növeljük, vagy csökkentjük (kitakarjuk). Így egy adott tárgymegvilágítás esetében a képérzékelőre eső energiamennyiséget, a gyújtótávolság és a hatásos rekesznyílás viszonya befolyásolja. (Mj: a hatásos rekeszátmérő nem a rekesz tényleges átmérője, mivel a belépő fény mennyiséget számos további fix rekesz is határolja. Ilyen lehet a lencsetartó foglalat, vagy szándékos árnyékoló rekesz is. Ezért szerencsésebb a szabad nyílás, vagy más szóval apertúra kifejezés használata. A további számpéldákban azonban az érthetőség kedvéért ezen minimális eltéréstől elvonatkoztatunk.)

A gyújtótávolság és a hatásos rekesz (apertúra) viszonyát nevezik relatív rekesznek, geometriai rekesznek, vagy egyszerűen csak rekesznek. Kifejezésére az F számot (F-stop számot) használjuk.



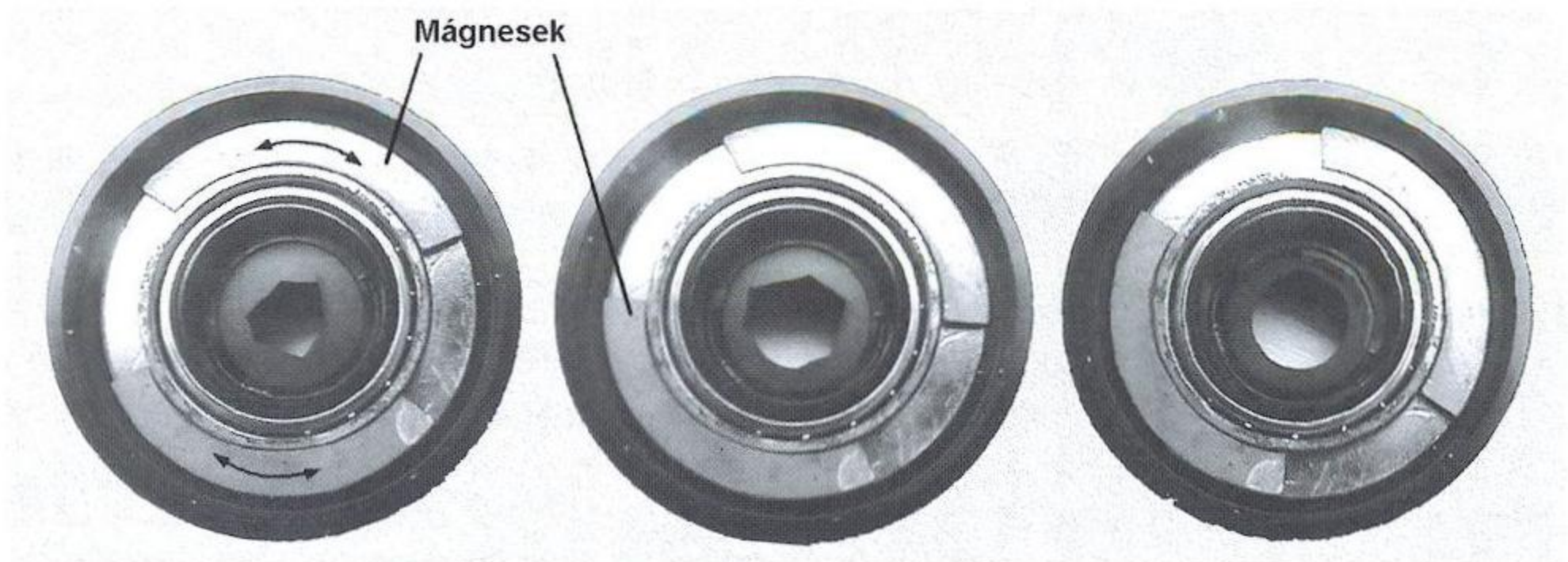
106. ábra

Értékét szabványosított rekeszszámokban fejezik ki (**107. ábra**). A rekeszszámokat úgy választották ki, hogy azok reciprokaiknak négyzete (ami egyébként az objektív fényerejét jelenti) pontosan egy mértani számsort eredményez, melynek kvóciense kereken 2. Egyszerűbben ez azt jelenti, hogy az egymást követő szabványos rekeszszámok a megvilágítás feleződését, vagy kétszereződését jelentik. Így az objektíven egy $F/2$ rekeszszámhoz képest kétszer annyi fény mennyiség halad át $F/1,4$ rekeszértéknél.



107. ábra

A rekesz nyílását több módon lehet állítani. A fényképezőgépekhez hasonló módon léteznek kézzel állítható rekeszű objektívek. Ezeknél, az installálásakor kell a helyszín megvilágításához a rekesz értéket beállítani. Az ilyen típusú objektíveket csak ott célszerű alkalmazni, ahol közel állandó fényviszonyok állnak rendelkezésre, vagy a kisebb környezeti megvilágítás változást a kamera auto shutter (elektronikus írisz) funkciója ellensúlyozni tudja.



108. ábra

Abban az esetben, ha a fényviszony változás ennél lényegesen nagyobb (pl. kültéren), akkor olyan objektívek alkalmazása szükséges, melyekben a bejövő fény függvényében a rekesznyílás nagyságát automatika által vezérelt szervó motor állítja. Ezeket az optikákat autoiriszes objektíveknek nevezzük. Egy ilyen szétszerelt objektívet mutat be a **108. ábra**.

A rekeszlemezek zárását-nyitását a mágnes körívda-
rabok nyíl irányába történő elmozdításával tudjuk el-
érni. A mágnesek precíziós elmozdítását a műanyag
tartószerkezetbe, feléjük helyezett tekercsekkel tud-
juk elvégezni (109. ábra).

A rekesznyílás nagyságát kezdetben az objektívben
rejlő fényelem vezérelte. Tekintettel arra, hogy a ka-
mera helyén a környezeti megvilágítás értéke telje-
sen más is lehet mint a megfigyelni kívánt területen,
így számos esetben a fényelemre eső fény energiá-
jának nagysága nem egyezik meg a látott képével, ami a szükségesnél nagyobb, vagy
kisebb rekesznyílást eredményezett.

Ezeket a hibákat kiküszöbölve ma már
olyan autoiriszes optikákat alkalmazunk,
melyeknek blendéjét a kamerából kijövő jel
vezérli. Ezekből két típus létezik; a videojel,
illetve a DC jel vezérelt. A kettő közötti kü-
lönbséget tulajdonképpen egy kis áramkör
adja, melyet fényrekesz, vagy más néven
szervo erősítőnek nevezünk. A feladata,
hogy a bejövő videojel nagyságát figyelve,
a rekesznyílást vezérlő motor számára fe-
szültséget állítson elő, azaz, ha csökken a
videojel nagysága, akkor nyissa, ha növekszik akkor pedig zárja a blendét.



109. ábra



110. ábra



111. ábra

A videojel vezérelt objektívek
tartalmazzák ezen parányi áram-
kört (110. ábra), ezért ezeket ne-
vezik még fényrekesz erősítős,
vagy szervo objektíveknek is.

A DC vezérelt (galvanometrikus)
objektívekbe nem kerül beépítés-
re a szervo áramkör. Itt közvetle-
nül a rekeszmotorokat vezérel-
jük, ezért a fényrekesz erősítőt a
kamerának kell tartalmaznia
(111. ábra).

A közvetlen vezérlés miatt létezik ennek a típusnak a DD (Direct Drive), azaz közvetlen meghajtás elnevezése is.

Nagyon lényeges, hogy DC vezérelt objektív használata esetén olyan kamerát válasszunk, mely rendelkezik szervo áramkörrel. Hogyan állapítsuk meg az objektívról illetve a kameráról, hogy tartalmazza-e ezen áramkört, amennyiben nem áll rendelkezésre leírás róla?

Nos, a válasz igen egyszerű. Amennyiben a kamera vagy az objektív tartalmazza az áramköröket, akkor az eszközön láthatjuk ennek kalibráló potenciométer nyílásait is (**111. ábra**, illetve **112. ábra**).

Azonban legyünk óvatosak, mivel néhány objektívgyártó a gyártási költség csökkentése miatt ugyanabba a házba szereli mindkét típusú objektívjét, így a pormentesítésre szolgáló takarósapka alatt nem találjuk meg a potenciométereket. Digitális kameráknál is megeshet, hogy első ránézésre nem találunk beállítási lehetőséget, azonban e kameráknál előfordulhat, hogy az állítás menüvezérelten, elektronikus úton történik.

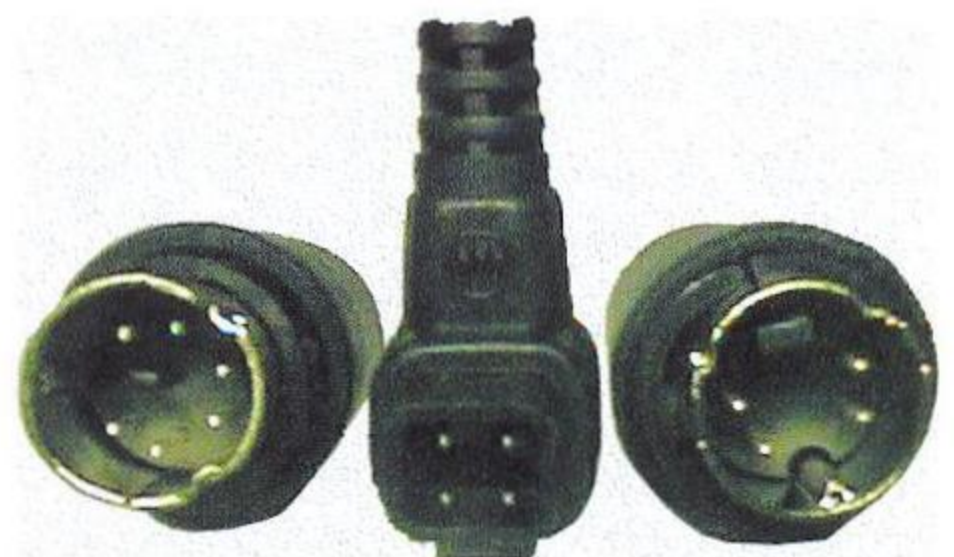
Sajnos az autoiriszes objektívek adaptálása további csapdákat is rejt. Ez annak köszönhető, hogy a csatlakozók fajtája sem egységes (**113. ábra**).

A legáltalánosabban elterjedt ún. „P” csatlakozót a kép közepén láthatjuk. Nevét a kifejlesztőjéről, a Panasonicról kapta. A legtöbb kameragyártó csomagolja a kamerájához megfelelő csatlakozókat. Ekkor már csak a helyes bekötésre kell ügyelnünk, amit általában az objektívekhez mellékelt leírásokban megtalálunk.

Általánosságban elmondható, hogy a videojel vezérelt optikák bekötéséhez 3 vezeték (+, -, videojel), a DC vezérelthez pedig 4 vezeték (+meghajtó, -meghajtó, +fojtó, -fojtó) szükséges. Fojtó alkalmazása nélkül a vezérlés-válaszreakció olyan gyors lenne, hogy az írisz egy folyamatos nyitó-záró ciklusba kerülne. A kameráknál (amennyiben tartalmaznak szervo áramkört) általában külön DC-VIDEO kapcsolót találhatunk a megfelelő objektív típus kiválasztásához.



112. ábra



113. ábra

Érdekes csatlakozási felületet szemléltet a **114. ábra**. Az objektív ennél a kialakításnál bajonett zárral csatlakozik a kameratesthez. Ez biztosítja azt, hogy a homloklapon kialakított csatlakozósor, mindig pontosan az objektív ugyanilyen ellendarabjához csatlakozzon. A csatlakozón keresztül fókusz- és zoom vezérlések is átvihetők. A csatlakozó a gyors kapcsolat kialakításáról és alakjáról a Hot Shoe nevet kapta.

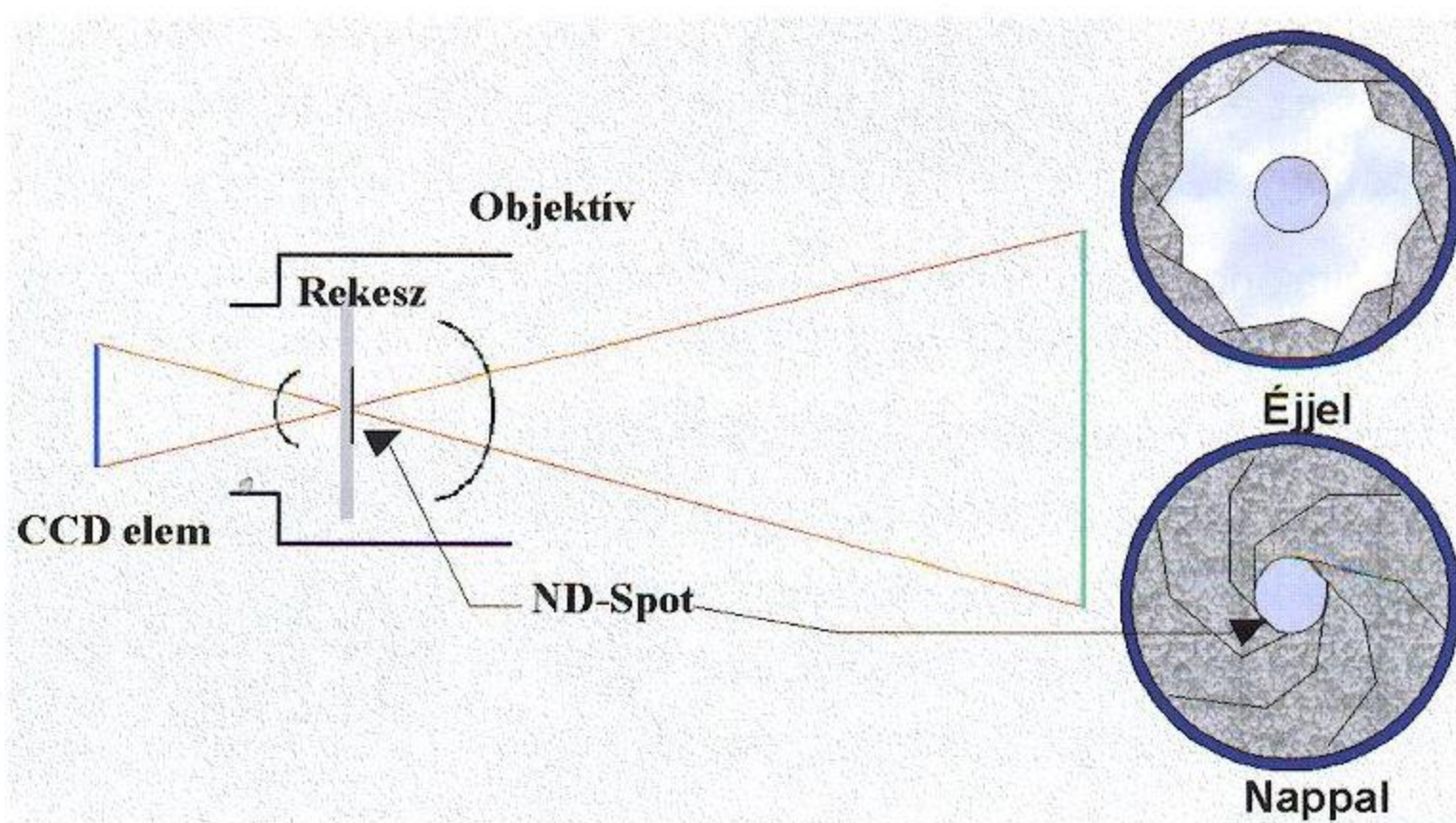


114. ábra

6.12 ND (Neutral Density) spot

Kültéri kamerarendszerek telepítésénél kellő figyelmet kell fordítani a telepíteni kívánt objektív maximális F-stop értékére. Mivel általában ezen alkalmazásoknál az éjszakai, kedvezőtlenebb fényviszonyok miatt eleve érzékeny kamerákat alkalmazunk, így nagyon lényeges objektív kiválasztási szempont, hogy a rekesz maximális F-stop értéke nagy legyen. Ellenkező esetben, napsütéses időben, a látszólag kis blendenyíláson keresztül is akkora fénymennyiség képeződik le a képfelbontó eszközön, hogy túlvezérli azt.

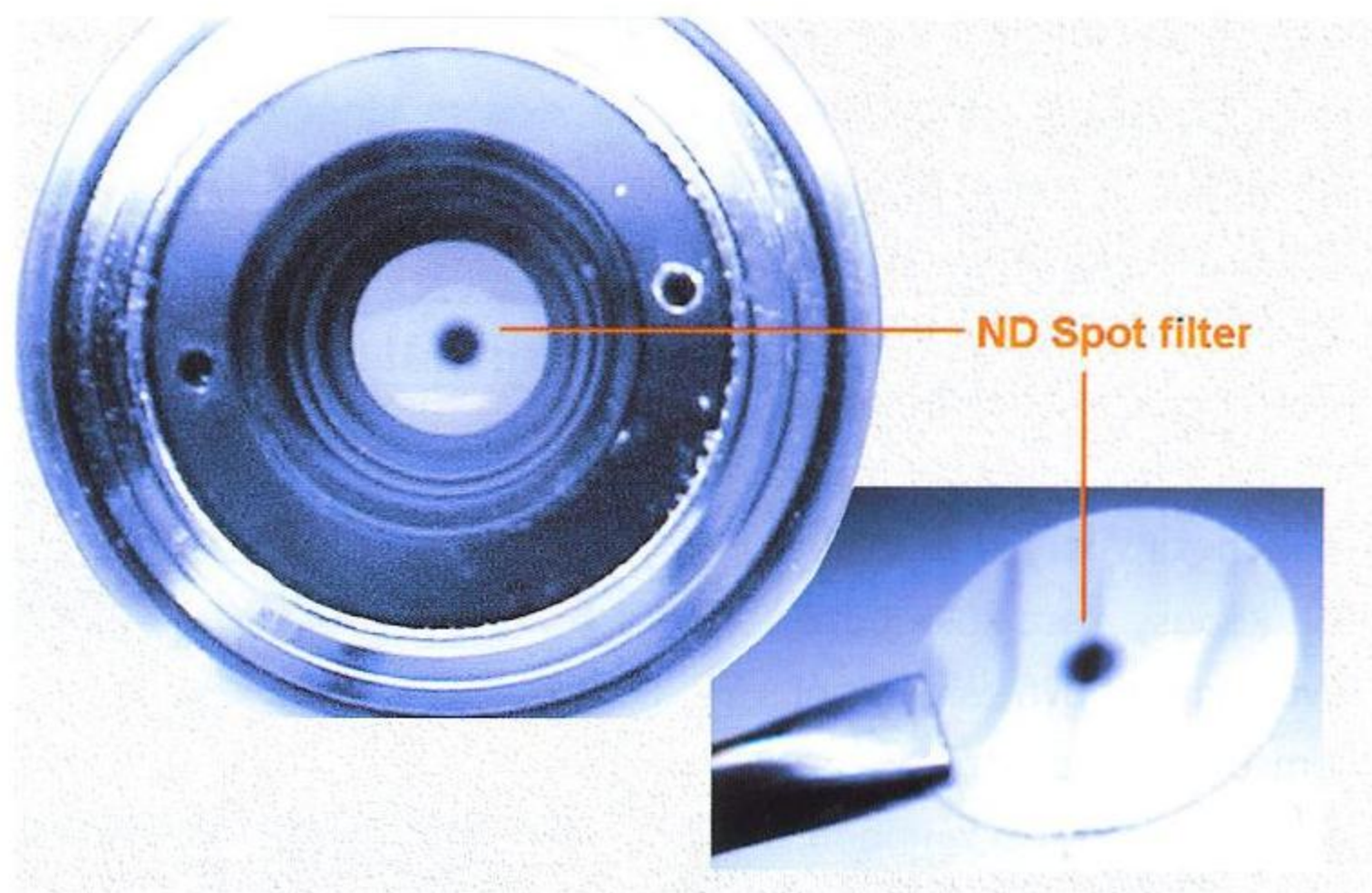
Ennek elkerülésére vizsgáljuk meg az optika katalógus lapját és csak abban az esetben javasolt kültéri napsütött terület megfigyelésére, ha F-stop értéke meghaladja a F/64-es értéket.



115. ábra

Ezt a számot viszont az objektívgyártók is csak egy speciális segédeszközzel tudják elérni, hiszen egy 12 mm fókusztávolságú optika F/125 rekesznyílásánál a rekeszátmérő a 12/125, azaz 0,096 mm-t értéket kell hogy megközelítse, ami mechanikailag már nehezen kivitelezhető. Ez az imént említett segédeszköz nem más, mint a lencse közepére felvitt ún. ND, azaz természetes szűrő (**115. ábra**).

A szűrő tulajdonsága, hogy a megfigyelni kívánt kép színekében nem okoz változást, csak a bejövő fény mennyiségét csökkenti. A felvitt réteg éjszaka, nyitott rekesznél, csak egy kis részét fedi le a teljes lencsefelületnek, így számottevő fényvesztést nem okoz.



116. ábra

Nappal viszont segítségével akár F/360-as rekeszértéket is elérhetünk.

Az ND szűrő egyszerűbb objektívekben nem a lencsére közvetlenül felgöngyöltetve, hanem egy fóliára kerül felvitelre, amit beépítenek a lencserendszerbe (**116. ábra**).

6.13 Fotometriai tényező

Az eddigiek során az egyszerűség kedvéért feltételeztük az objektívek 100%-os fényáteresztő képességét. Annak ellenére, hogy gyártáskor igen jó minőségű üveget használnak, mégis vastagságukkal arányosan ezek is elnyelik a fény egy részét. Ezenkívül minden üveg-levegő átmenetnél is fellép némi fényvesztés, mivel a fénysugarak csak egy része hatol bele az üveganyagba, másik része viszont visszaverődik. A lencséből kilépő fénysugarak a már említett okok miatt ismét veszteséget szenvednek. Az objektívgyártók ezt az utóbbi jelenséget nagymértékben kiküszöbölik nagy hatékonyságú reflexiómentesítő rétegek (bevonatok) alkalmazásával. Kezdetben fémfluorid réteget porlasztottak a lencse felületére (T bevonat). Napjainkban ún. SMC (Super-Spectra Multilayer Coating) azaz többrétegű reflexiócsökkentő bevonatot használnak, ami lecsökkenti a fényvesztést annyira, hogy szinte kizárólag az üvegben történő elnyelődés marad a domináns. A fennmaradó veszteséget úgy vesszük figyelembe, hogy az optika rekeszszámát beszorozzuk a fotometriai tényezővel. Az így kapott érték a fotometriai rekeszérték. Így egy f/2-es objektív 1,1 fotometriai tényezővel számolva ugyanolyan fényenergiát szolgáltat, mint egy ideálisan fényáteresztő F/2,2-es objektív. Ennek szabványos jelölése: T 2,2.

6.14 Mélységélesség (Depth of field)

A jó minőségű objektívtől azt várjuk el, hogy a 3 dimenziós tárgytérről, megközelítően síkfelületre történő képleképezést hozzon létre. Az objektív azonban erre csak bizonyos keretek között képes, azaz különböző távolságban lévő tárgyokról nem egy síkba képezi le a képet. Abban az esetben, ha a megfigyelni kívánt tárgy kellően nagy távolságra van az optikától, akkor bizonyos határon belül az élesség romlás alig észrevehető.

A megfigyelni kívánt tárgytérnek azt a mélységét (optikától mért távolságát), melyről még éles képet kapunk mélységélességnek nevezzük.

A mélységélességet 3 fő tényező determinálja (117. ábra). Ezek a:

- ↳ fókusz távolság,
- ↳ tárgy távolság,
- ↳ és a rekesznyílás.

Az ábrából kitűnik, hogy a mélységélesség akkor a legnagyobb, ha széles látószögű az optikánk, vagy/és nagy a tárgy távolság, vagy/és kicsi a rekesznyílás. Normál látószögű objektívet kis rekeszértékkel használva, a tárgy mögött kétszer olyan távolságról kapunk éles képet, mint előtte. Közeleli tárgyról általában a mélységélesség egyforma nagyságú a tárgy előtt és mögött.



117. ábra

Megfelelő tárgy-, és fókusz-távolsággal, valamint rekeszeléssel elérhetjük, hogy a tárgy mögött a mélységélesség a végtelenig tart. Ezt a beállítási távolságot hiperfókusz-távolságnak nevezzük.

A normál mélységélességi érték megközelítőleg a **118. ábra** szerinti képlet segítségével is számolható. A $d_{\text{első}}$ a beállított képtárgy előtti, míg a $d_{\text{hátsó}}$ a képtárgy mögötti mélységélességet adja, ahol f az objektív fókusz-távolsága, F a rekesznyílása, míg d a tárgy-távolság.

$$d_{\text{első}} = \frac{f \times d^2}{f^2 - (F \times d)}$$

$$d_{\text{hátsó}} = \frac{f \times d^2}{f^2 + (F \times d)}$$

118. ábra

6.15 Extenderek (járulékos lencsetagok)

Az extenderek régóta ismert kiegészítők, melyekkel a gyújtótávolság az objektív cseréje nélkül növelhető. Az extendert az objektív mögé kell szerelni (**119. ábra**). Az extender **konverziós tényezője** az a szám, amellyel a gyújtótávolságot (a nagyítást) meg kell szorozni alkalmazása esetén. Mivel a belépő nyílás (pupilla) mérete az extender használatakor az eredeti marad, a rekeszszámokat is meg kell szorozni a konverziós tényezővel.

Példának okáért egy 12 mm-es F/1,4-es optikán, kétszerező extender alkalmazásával, a gyújtótávolság 24 mm a rekeszérték F/2 lesz. Hátránya az imént említett fényerőcsökkenés, és a lencsehibák is erőteljesebben jelentkeznek használatával.



119. ábra

6.16 Előtétlencsék

Az előtétlencséket az extenderekkel ellentétben, az objektív elé kell szerelni (**120. ábra**). Ezt az optika elején kialakított menetes rész teszi lehetővé. Az előtétlencsék nem befolyásolják a rekeszértéket, mivel a blendenyílás előtt helyezkednek el. Használatukkal az optika fókusz-távolsága az előtétlencsén feltüntetett osztószámmal csökken. Szintén az objektív elé kell szerelni azokat az előtét lencséket, melyek segítségével lehetőség van a minimális tárgy-távolság további csökkentésére, pl. az ún. makrózásra. Ilyenkor a megfigyelni kívánt tárgyról akár 1 mm távolságból is éles képet kaphatunk.



120. ábra

6.17 Speciális objektívek

Végezetül érdemes említést tenni a speciális optikákról. Ilyenek, pl. a kifejezetten folyosók megfigyelésére kifejlesztett tükrös optikák. Ezek használatával egy egyenes folyosó, a közepére elhelyezett kamera segítségével mindkét irányba tökéletesen belátható, mivel egy prizma-rendszer 2 részre osztja a képet. Az egyik félkép a kamerától jobbra, a másik pedig a balra lévő területet mutatja.

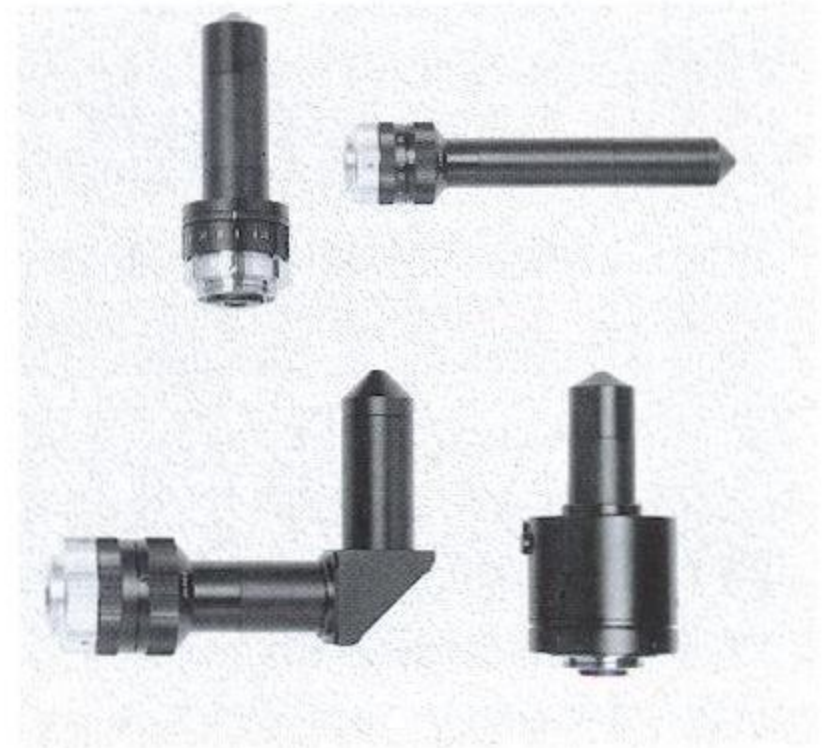
Speciális (rejtett) megfigyelést tesz lehetővé az ún. „pinhole” (tűhegy) optika (121. ábra). Nevét onnan kaptá, hogy az optika belépő pupillamérete

akár a 1,5 mm is lehet. Így egy ilyen átmérőjű lyukon keresztül, szinte észrevétlenül történhet a megfigyelés. Ezen optikák épp a kialakításuk miatt lényegesen rosszabb F-stop értékekkel rendelkeznek, így érzékenyebb kamerát, vagy nagyobb környezeti megvilágítást igényelnek.

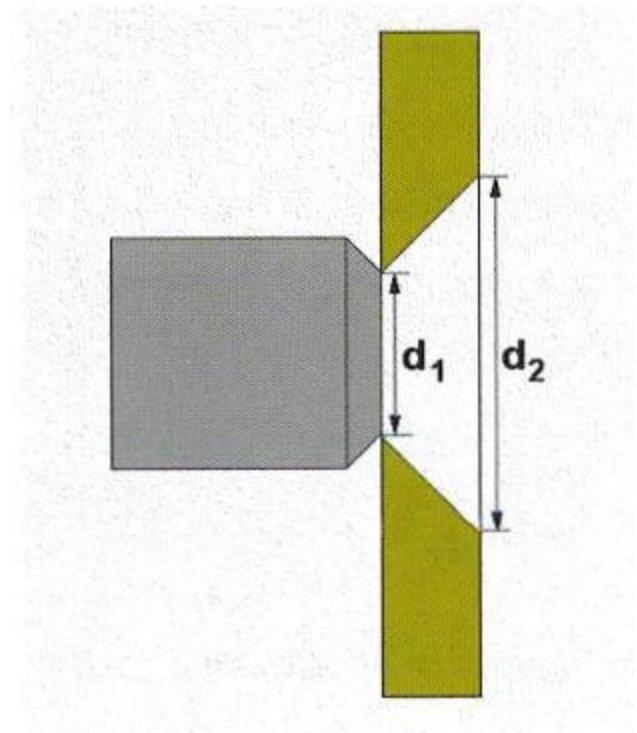
Érdemes arra is odafigyelni, hogy rejtésekor a belépő pupillaméretet közvetlenül az objektív elejénél értelmezzük, így annak érdekében, hogy a látószögünk ne változzon, az anyagvastagság függvényében a kitekintő nyílás átmérőjét növelni kell (122. ábra). A megnövekedett átmérő számítása a centrális hasonlóság figyelembevételével egyszerűen a

$$d_2 = d_1 + 2 \cdot \operatorname{artg} \frac{\alpha}{2}$$

képlettel történik, ahol d_1 a belépő pupillaméret, α pedig az objektív látószöge.



121. ábra



122. ábra

7. Objektívek kiválasztása és beállítása

7.1 Az objektívek kiválasztásának szempontjai

Az objektívek kiválasztását számos tényező befolyásolja. Általánosságban elmondható, hogy többnyire az adott feladathoz először mindig a kamera kerül meghatározásra, majd ezt követően történik meg a kamerához megfelelő optika kikeresése.

A katalógusokban az optikákat többnyire formátumuk szerint csoportosítva találjuk, de találkozhatunk a látószög szerinti csoportosítással is.

Mint arról már szó volt, a nagyobb formátumú objektívet probléma nélkül rászerezhetjük a kisebb formátumú kamerára, ebben az esetben azonban konvertálást kell végeznünk, hogy az eredetileg megadott látószögünk hogyan módosul. Külföldi szakirodalmak kifejezetten ajánlják, hogy a kamerához eggyel nagyobb formátumú objektív kerüljön kiválasztásra, mert így néhány optikahiba nem tud érvényesülni. A tapasztalat szerint azonban jó minőségű objektíveknél a különböző lencsehibák jól vannak korrigálva, így érdemi változást nem fogunk tapasztalni a képben.

Fokozott figyelmet érdemel a kamera leképezési távolságához megfelelő objektív kiválasztása.

Tapasztalatok szerint a legtöbb problémát a harmadik (egyik legfontosabb) optikaparaméter, a fókusztávolság megfelelő kiválasztása okozza. Nagyon sok rosszul telepített rendszerrel éppen a nem megfelelő objektív kiválasztása okozza, hogy a megrendelő nem kapja meg a szükséges képi információt. Ezt időnként még tetézik a rosszul beállított kamerák illetve optikák, melyek teljességgel élvezhetetlenné teszik a megfigyelést.

A videó megfigyelő rendszer létjogosultságát kérdőjelezi meg azok a mostanában különböző médiákban rendőrségi vezetőktől többször is elhangzott kijelentések, melyek szerint a rögzített inkriminált események felvétele annyira rossz minőségűek, hogy azok abszolút nem segítik a nyomozati munkát.

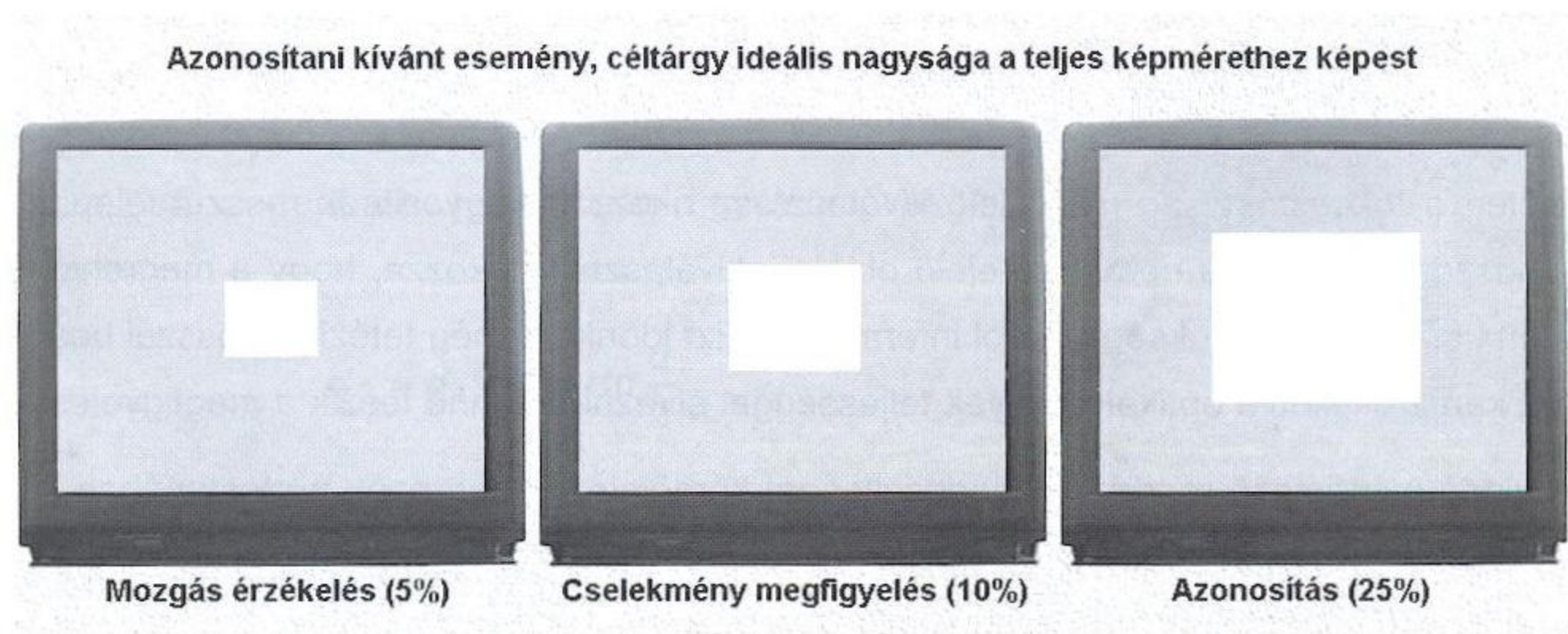
Ennyire rossz lenne a helyzet? A válasz igen és nem. Az ellentmondást az okozza, – és itt megint csak a kivételektől kell elnézést kérnem – hogy időnként van még mit javítani a rendszertervezés és telepítés területén, azonban nagyon sokszor a megrendelő sincs kellően tájékoztatva arról, hogy a különböző területekről milyen kicsinyítésű, vagy nagyítású képet fog kapni. Ez a tájékoztatatlanság pedig túlzott elvárásokat táplál a videó megfigyelő rendszerrel szemben.

7.2 Látószög megválasztása

Alapvetően a védelmi filozófia, a célszerűség, és nagyon sokszor (sajnos) a rendelkezésre álló keretösszeg határozza meg, hogy a telepített kamera milyen nagyítású képet ad. Minél nagyobb területet akarunk egy kamerával lefedni, annál szélesebb látószögű optikát kell alkalmaznunk, és így ezzel arányosan kapunk kicsinyített képet. Ezzel a módszerrel hatalmas területeket tudunk megjeleníteni a monitoron (Mj. szándékosan kerültem a megfigyelni szót), és nagyon sok kamerát tudunk megspórolni. De gondoljunk csak bele!

Egy 1/3"-os 4mm-es optikával megközelítőleg olyan széles képet kapunk amilyen távolra nézünk, azaz 22 m távolságnál a képernyő egyik szélétől a másikig pontosan 22 m széles területet tudunk megfigyelni. Egy 17"-os monitor kb. 22 cm szélességben tudja a képet megjeleníteni. Ebből egyszerűen számolható, hogy a valóságban 1 m a képernyőn pontosan 1 cm-nek fog megfelelni, ezért ilyen távolságból pl. személyazonosításra nem lehet használni ezt a típusú optikát.

A **123. ábra** az ideális céltárgy méretét mutatja a teljes képmérethez képest, azaz amennyiben a feladat csupán „csak” a mozgás érzékelése, akkor a céltárgy a képernyő 5%-át, cselekmény megfigyelés esetén 10%-át és amennyiben azonosítás szükséges, akkor kb. 25%-át kell, hogy lefedje.



123. ábra

A megadott százalékos értékeket ökölszabályként kezeljük, amit a kamera és monitor felbontása, a cselekmény fajtája, a kép minősége és a különböző fényviszonyok plusz-mínusz értékben korrigálhatnak. Ezek szem előtt tartásával már csak a tervező tapasztaltságán, ügyességén múlik, hogy az adott kamera beállításnál ezeket mennyire tudja adaptívan alkalmazni.

Nézzünk meg egy konkrét beállítást a **124. ábrán**.

A bal oldali ábrán csak az vehető észre, hogy a parkoló autók között valaki tartózkodik. A pontos cselekmény ilyen nagyításban még nem ismerhető fel. Ez a beállítás arra megfelelő, hogy a képben történő mozgást a megfigyelő észre vegye.



124. ábra

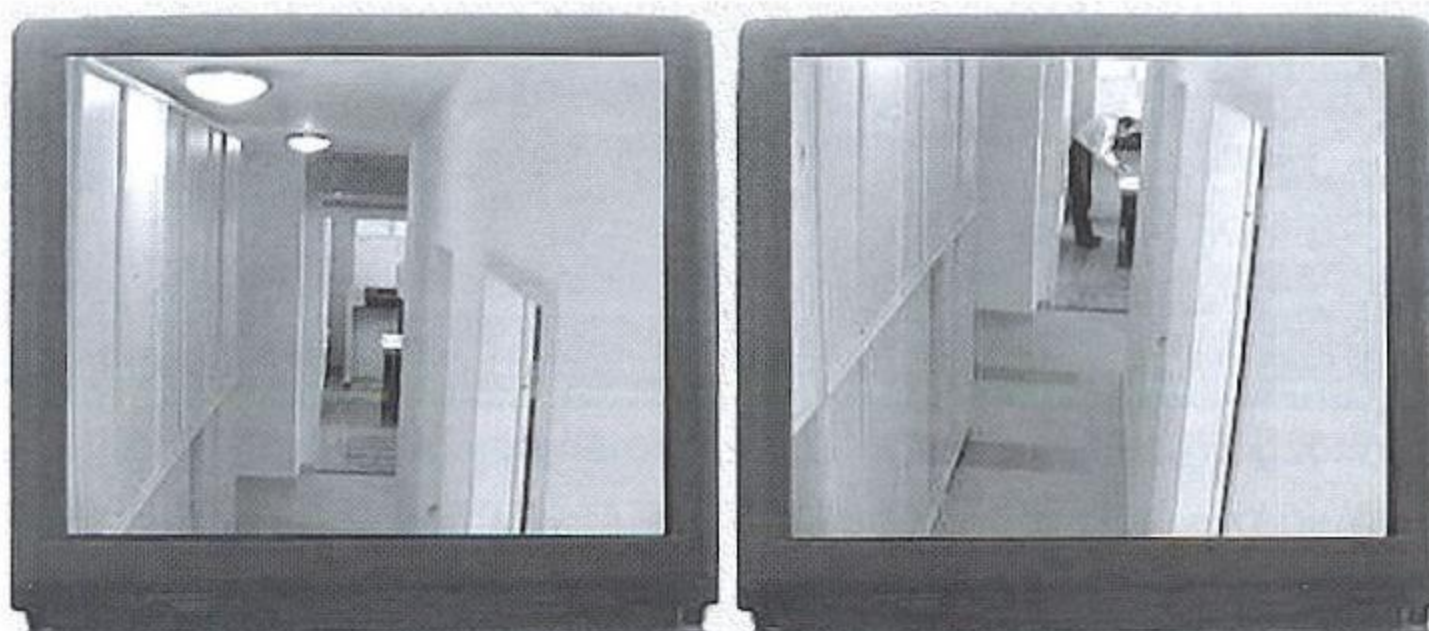
A középső képen már értékelhető képet kapunk a cselekményről. Itt már látszódik, hogy a személy a gépjármű első ajtajánál tesz valamit. A konkrét esemény, illetve a személy azonosítására azonban még ilyen látószög mellett sincs esélyünk. A jobb oldali ábrán már azonosítható a cselekmény, illetve ilyen képkivágás mellett a megfigyelni kívánt személy is. Ebben a beállításban viszont már nem látszik a környezet, ami az esetleges felderítési szakaszban szintén hordozhat hasznos információkat.

Akkor végül is melyik képkivágás a megfelelő? Nyomozás szempontjából gondolom mindhárom jó lenne. A megrendelő – és itt megint elnézést a kivételektől – többnyire a baloldali beállítást preferálja, mivel ezen „mindent” lát. Probléma csak akkor keletkezik, amikor az inkriminált esemény bekövetkeztekor számon kéri a jobb oldali képet. Ezért a megrendelővel már a felmérés időszakában célszerű ismertetni az általunk tervezett látószöveget és ezt akár view finderrel, akár a helyszínen kamerával és monitorral demonstrálva javasolt bemutatni.

Persze még mindig nyitott a kérdés, hogy melyik képkivágást is kell ajánlani a megrendelőnek. Erre konkrét választ adni ilyen formában sajnos nem lehet, hiszen a kamera elhelyezéseket és látószögeket számos tényező determinálja. Nagyon sokszor az adott helyszínen derül csak ki, hogy kompromisszumokat vagyunk kénytelenek kötni. A látószög – és ezzel együtt a kamerák optimális számának – meghatározását befolyásoló főbb tényezők lehetnek pl. a megvilágítás, a kezelő személyzet száma, a megfigyelt cselekmény módja, mérete, időbeni lefolyása, és a környezethez való viszonya, valamint sajnos a rendelkezésre álló keretösszeg is. A védendő objektumok közül a pénzügyi intézeteket kiragadva teljesen más elhelyezést igényelnek a téves kifizetések azonosítására és felderítésére telepített videó megfigyelő rendszerek, mint pl. a fegyveres rablás eseményeinek rekonstrukciójára, vagy azonosítására telepítetteké.

Ugyancsak nem mindegy, hogy az esemény bekövetkeztekor van-e személyzet aki figyelemmel kíséri a cselekményt, vagy teljesen autonóm módon kell a rendszernek az eseményeket rögzíteni. Még tovább lehetne sorolni a befolyásoló tényezőket, azonban ennyiből is látszik, hogy a hatékony rendszer kialakítása igen nagy szakmai hozzáértést igényel.

A látószög helytelen megválasztásán túl érdemes megemlíteni néhány tipikus telepítési hibát is, melyek szintén nagymértékben rontják a rendszer hatékonyságát. Nagyon sokszor, folyo-

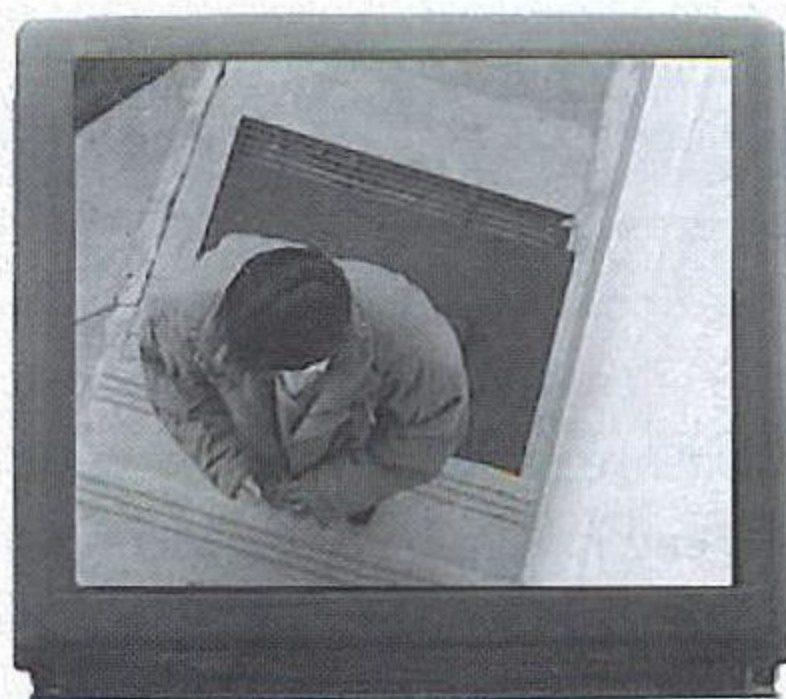


125. ábra

só megfigyelésénél túl széles látószögű optikákat alkalmazunk, melynek hatására a teljes kép alig 20%-a tartalmaz számunkra fontos információt (125. ábra bal oldali kép). Amennyiben a látószög más szempontok miatt nem csökkenthető, akkor legalább arra ügyeljünk, hogy a kevésbé fontos felületek, mint pl. a mennyezet ne kerüljön a képkivágásba. (125. ábra jobb oldali kép) Más esetekben az épületek sarkaira felszerelt kamerák melyek az épület megközelítését, vagy az objektum mellett történő mozgások figyélését végzik, olyan széleslátószögű optikákkal vannak ellátva, hogy a kép 1/3-ad részén a ház függőleges fala látszódik.

7.3 Kamerák telepítési helyének megválasztása

Gyakori telepítési hibaforrás a kamerák nem megfelelő elhelyezése. A kamerák optimális elhelyezését számtalan biztonságtechnikai és egyéb szempont determinálja. Lényeges kiemelni, hogy amennyiben a telepített videó rendszerrel személyeket kívánunk megfigyelni, és azonosítani, törekedjünk arra, hogy a kamera telepítési magassága lehetőleg ne haladja meg a 2,5 métert, hiszen a magasabbra telepített kamera sokkal kevésbé azonosítható képet ad a megfigyelni kívánt személyről (126. ábra)



126. ábra

A megfelelő magasság kiválasztásával elkerülhetjük az előző ábra szerinti képkivágást, ahol jól látszik, hogy a kép azonosításra teljesen alkalmatlan. Fontos azonban megjegyezni, hogy az alacsonyabb szerelési magasság kiválasztása nem könnyítheti meg a kamera elérését, mert ennek sokszor az optika és a kamera látja a kárát, cseréjük, illetve pótlásuk nem csekély anyagi ráfordítást igényel.

7.4 Kamera és objektív beállítása

A legjobban megtervezett és a legügyesebben felszerelt rendszer sem ér semmit, ha nem fordítunk kellő figyelmet az objektívek és kamerák helyes beállítására. A legtöbb gondot a kültéri kamerák helytelen beállítása okozza, hiszen itt a fókuszbeállításon kívül számtalan egyéb beállítási procedúrát is el kell végezni. Ezek közül az egyik legfontosabb az autóíriszes objektívek és kamerák „összelövése”. Ennek végrehajtására a videojel vezérelt optikán általában 2 beállító potenciométert találunk (**127. ábra**). A DC vezérelt objektív – mint arról



127. ábra

már volt szó – nem tartalmaz ilyen beállítási lehetőséget, hiszen ebben az esetben a kamerának kell képesnek lennie meghajtani az optikát és így a kamera tartalmazza a potenciométereket. Mire is szolgálnak ezek a kalibrálási lehetőségek?

Az autóíriszes optikák blendéjének nyitottságát a kamerából jövő jel vezérli, a bemenő fény mennyiség függvényében. Ezt a vezérlőfeszültsé-



128. ábra

get lehet módosítani a kamerán, illetve az optikán található „level” potenciométerrel, azaz egy kis erősítő áramkör segítségével tudjuk az igényhez képest tovább nyitni, vagy tovább zárni az objektív blendéjét. Amennyiben a rekeszt túlnyitjuk, akkor a kamerát túlvezéreljük és így egy világosabb, „kimosott” képet kapunk (**128a ábra**). Ha pedig túlságosan összezárjuk, akkor a kép alulvezérelt, zajos lesz (**128b ábra**). A beállítás akkor tökéletes (**128c ábra**), ha a kimenő jelszintünket oszcilloszkóppal megvizsgálva $1 V_{pp}$ feszültséget kapunk. A beállításnál azonban figyelembe kell venni néhány alapvető szempontot.

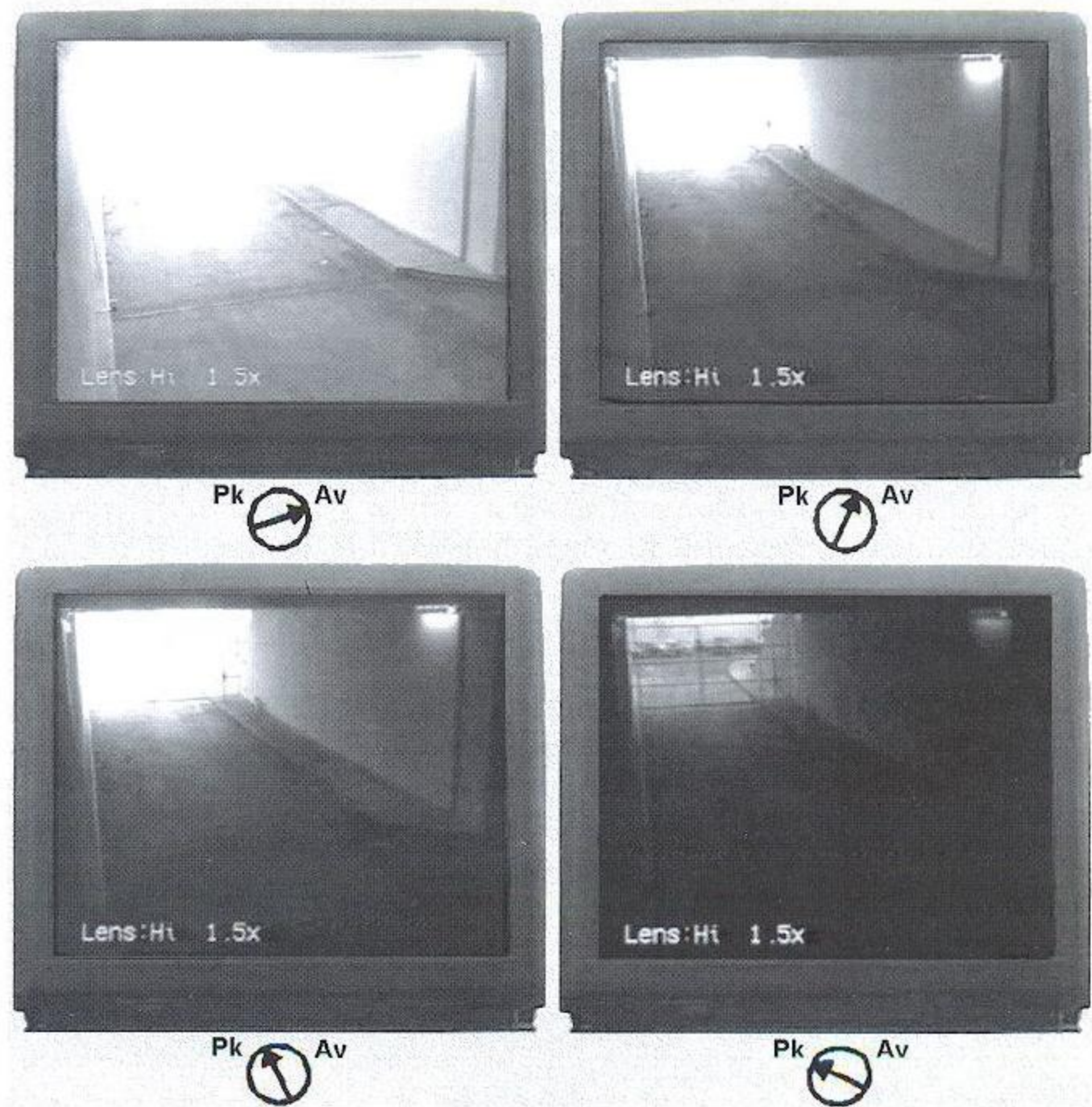
A kimenő jelszintet több a kamerába épített áramkör befolyásolhatja, ezért annak érdekében, hogy ne csapjuk be magunkat, a helyes videósztint beállításánál kapcsoljuk ki az AGC-t, a háttér kompenzációt és az esetleges autó shuttert.

Ez utóbbi funkció alkalmazása autóíriszes kültéri kameráknál teljesen felesleges és nem is ajánlott, mert együttes működésük extrém esetekben meglepő jelenségeket produkálhat.

Érdeemes még megemlíteni a másik potenciométer, az ALC funkcióját is. Az angol Automatic Light Compensation kezdőbetűiből összerakott mozaikszó magyarul automatikus fénykompenzációt jelent. (Mj: találkozhatunk még az Automatic Level Control, az Average Level Control és az Automatic Light Control elnevezésekkel is.)

A két végállás Pk (peak, azaz csúcs) és Av (average, azaz átlag) feliratokkal rendelkeznek. Érdekes, hogy egy igen neves külföldi szakíró is csupán csak annyit írt erről az állítási lehetőségről, hogy „lehetőség szerint hagyjuk középső állásban”. Ha ez tényleg ennyire egyszerű lenne, akkor minek is a két végállás?

Való igaz, hogy a legtöbb hagyományos alkalmazásnál nem fogunk lényegi változást tapasztalni az ALC változtatásával. A **129. ábra** viszont



129. ábra

pont egy olyan alkalmazást mutat, ahol kifejezetten jól jöhet ez az állítási lehetőség. Az ALC potenciométerrel azt tudjuk változtatni, hogy a rekesz a videojel átlag-, vagy csúcsértékéhez állítódjon-e.

A bal felső ábrán látható, hogy amennyiben az „átlag” (Av) állásba állítjuk az ALC potenciómétert, akkor a világosabb részletek túlvezérlődnek, míg a sötétebb részek jól láthatóak. A potenciómétert ellenkező végállásba csavarva (Pk) a világosabb rész túlvezérlődése megszűnik, hiszen a blende nyitottsága ezen fényintenzitáshoz állítódik, így azonban a sötétebb rész alulvezérelt lesz, így az itt történő események kevésbé lesznek láthatók.

7.5 Beállítást segítő eszközök

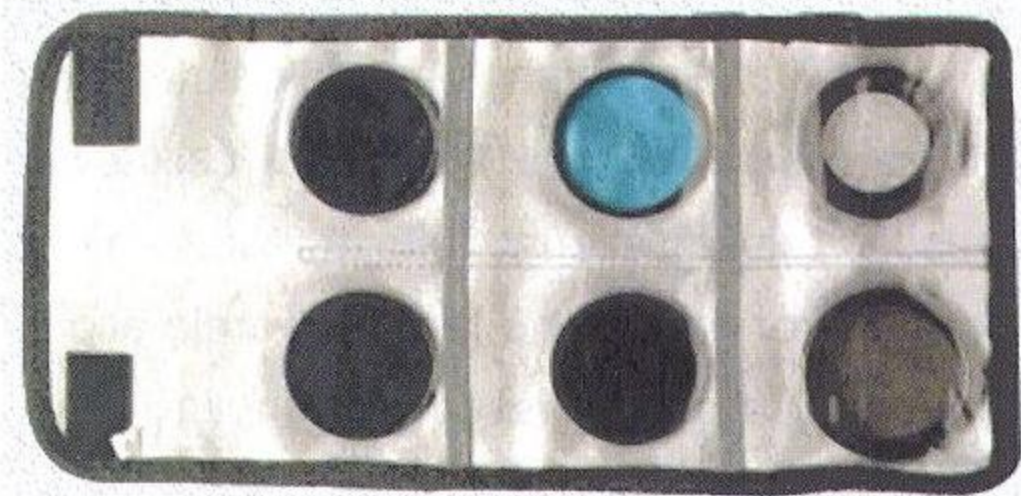
Nevesebb CCTV eszköz, illetve objektívgyártók számtalan kiegészítő kelléket kínálnak a videó megfigyelő rendszer installálásának megkönnyítéséhez. A rendszer telepítésének megkönnyítésére és a megfelelő minőségű szerelésére érdemes nagyobb pénzösszeget



130. ábra

is áldozni. Ennek keretében feltétlenül javasolt egy közepes kategóriájú oszcilloszkóp és egy kisebb, 5"-os kézi monitor (130. ábra) beszerzése. Elengedhetetlen továbbá egy szűrőkészlet megvásárlása, mely típustól függően 4-5 különböző szűrőt tartalmaz (131. ábra). A szűrők oldalán felirat jelzi, hogy az épp milyen funkciót szolgál. Ezek a következők lehetnek:

ND filter (Neutral Density filter), azaz semleges szűrő, mely a lencse elé helyezve a bemenő fény mennyiségét csökkenti úgy, hogy a spektrum eloszlásban nem okoz számottevő változást, azaz a színeképet nem befolyásolja. Nappali állapotban történő használatával imitálhatjuk az éjszakai fényviszonyokat, segítségével kinyithatjuk az autóíriszes optika blendéjét.



131. ábra

Nélkülözhetetlen segédeszköz a későbbiekben tárgyalásra kerülő back fókuszos nappali beállításához. (Mj: ND1 és ND3 jelöléssel általában külön találunk a színes és a fekete-fehér kamerák számára megfelelő szűrőt.) Tapasztalati tény, hogy igen nagy érzékenységű kameráknál egy ilyen készletből való szűrő kevésnek bizonyulhat, azaz ezen keresztül még mindig olyan nagy fény mennyiség jut a kamerába, hogy nem történik meg a blende teljes kinyitása. Ilyenkor javasolt több ilyen szűrő alkalmazása, vagy egy kisebb fényáteresztő képességgel rendelkező használata.

IR PASS filter, azaz infravörös fényt átengedő szűrő. Csak infravörös tartományban engedi át a fényt, így segítségével nappal is lehetőségünk van pl. az infravörös reflektort beállítani.

IR CUT filter, infravörös fényt kizáró szűrő, mely jelentős mértékben kiszűri az infravörös tartományba eső fényhullámokat. Használata olyan kültéri kameráknál ajánlott, ahol nappal olyan nagyobb napsütötte teret figyelünk meg, melynek infravörös fényelnyelő képessége alacsony. Ilyen lehet pl. a parkoló megfigyelésére telepített kamera, melyet az autók üvegéről és karosszériájáról visszaverődő infravörös fény túlvezérel. További előnyként jelentkezhethet, hogy az infravörös fényt kiszűrve javul a kép élessége is, mivel az infravörös fény más mértékben törik meg, és szűrés nélkül ezek az infravörös fénynyalábok defókuszáltságot okozhatnak. A szűrő használatának csak akkor van értelme, ha az éjszakai megvilágítást nem infravörös reflektor szolgáltatja.

POLAR filter, azaz polárszűrő. Használatának megértéséhez ugorjunk vissza a legelső fejezethez, mely a fény tulajdonságait elemezte. Itt leírásra került, hogy a fény transzverzális hullámokban terjed, azaz a terjedés irányára merőlegesen minden irányban rezeg. Ezt a fényt tükör segítségével részben, vagy egészben polarizálhatjuk, azaz a visszaverődő (polarizált) fény a terjedés irányára szintén merőlegesen, de már csak egy irányban rezeg.

A polárszűrő előállítása során egy üveglapra, vagy celluloid lemezre kettősen fénytörő mikrokristályokat visznek fel. A mikrokristályok polározási síkjai párhuzamosak. Két ilyen párhuzamos polározású üveg, vagy celluloid lapot egymáson elforgatva a fényáteresztő képesség tetszés szerint változtatható. Amennyiben a két lap polározási síkjai párhuzamosak, akkor az átmenő fény fényereje alig változik, ha a két polározási sík merőleges, akkor az átjutó fényerősség közel nulla.



132. ábra

Polárszűrő használatával lehetőség van a nemkívánatos polarizált fény kiszűrésére. Ilyen lehet pl. az ablaküvegről visszaverődő zavaró tükörkép, amikor is a visszavert fény polarizációs síkjának merőlegesére beállított szűrő a tükröződést többnyire kiszűri. **(132. ábra)**

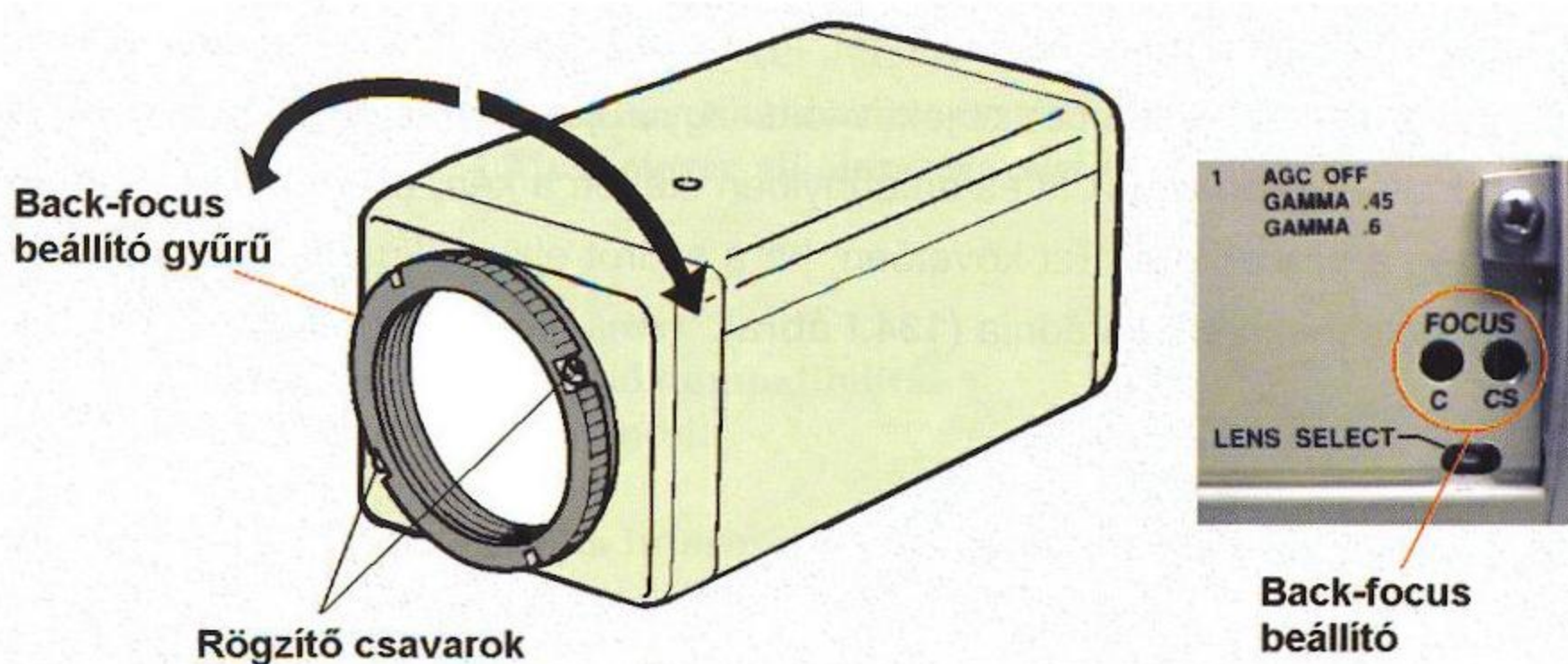
Back-focus beállítása

Az előzőekben szó volt arról, hogy még a jó minőségű objektív sem képes a 3 dimenziós tárgytérről sík felületre leképezni a képet, így a kép élessége csak valamilyen határok között lesz éles. Ezt a jelenséget mélységélességnek nevezünk. A mélységélességet több tényező befolyásolja, az objektív fókusz távolsága, a tárgy távolság és a rekesznyílás nagysága. Kültéri fix fókusz távolságú objektíveknel ezért előfordulhat, hogy sötétedéskor a kép egyre életlenebb lesz, mivel a blende egyre jobban kinyit. A kültéri manuál zoomos objektíveknel ezt még tetézheti a fókusz távolság kézzel történő változtatása.

Sok telepítő (és itt tisztelet a kivételnek) nem foglalkozik ezzel a beállítással. A legtöbben nem is értik, hogy miért hívják őket fel a telepítést követő este azzal, hogy életlen a kép, amikor ő azt precízen beállította. Este lévén már nem megy a helyszínre, így másnap nappali megvilágításnál megnyugvással veszi tudomásul, hogy az éjszakai ór már megint nem volt józan, hiszen a kép tökéletesen éles.

Annak érdekében, hogy a céltárgy éjszakai megvilágítás esetén is – lehetőleg teljes zoom átfogásban – éles maradjon, minden telepítéskor el kell végezni a back-focus állítást. Itt tulajdonképpen arról van szó, hogy amikor lecsökken a mélységélesség, akkor a kamerán elhelyezett állító szerkezettel (**133. ábra**), – mely az érzékelő elemet közelíti vagy távolítja az objektívhez – abba a síkba toljuk a képleképező elemet, ahol a kép fókuszált.

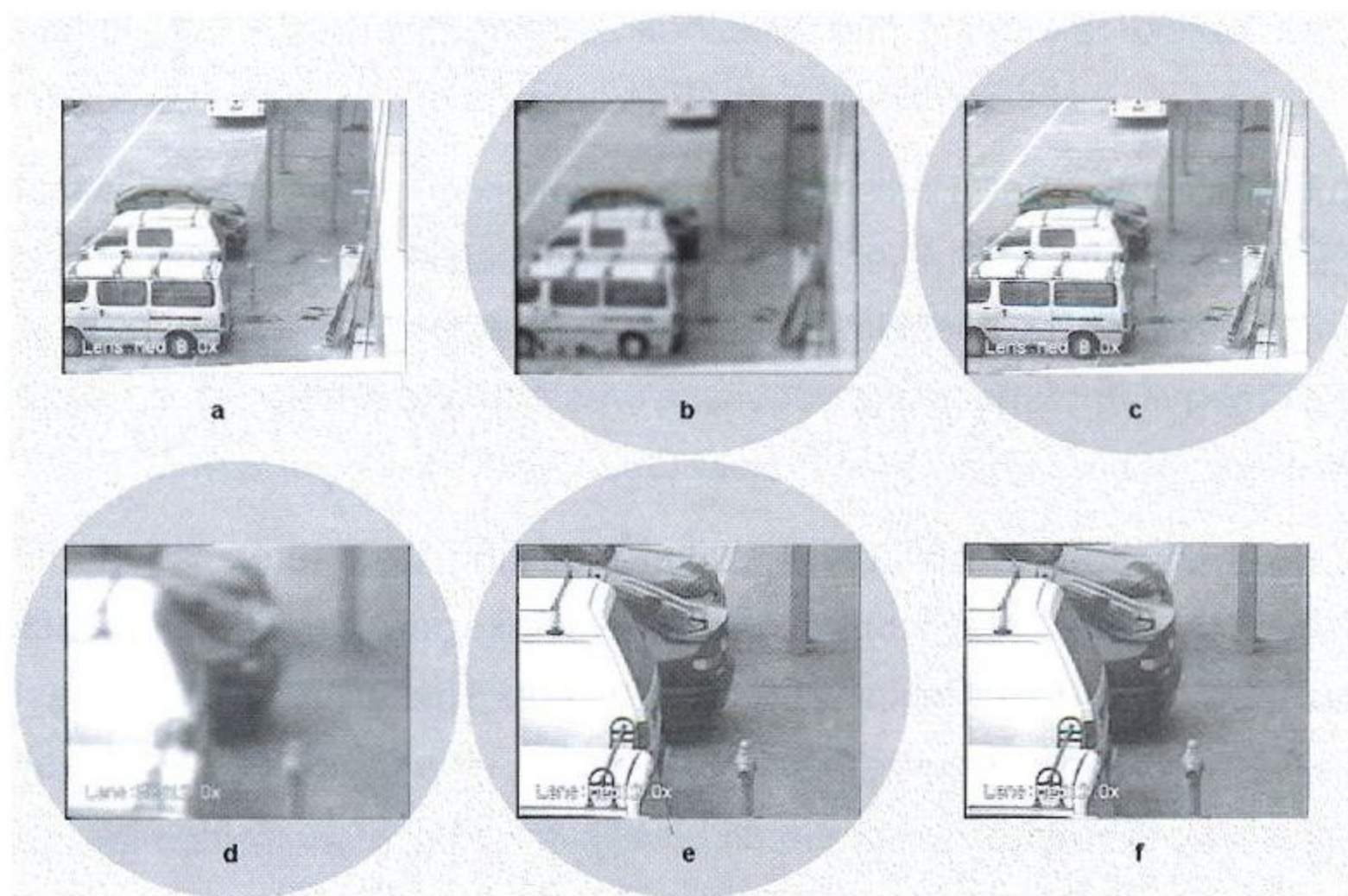
A beállításhoz szükségünk lesz egy ND szűrőre, hogy az éjszakai állapotot imitálni tudjuk.



133. ábra

Első lépésként a fókusz t végtelenre kell állítanunk. Ez monofokális optikánál úgy történik, hogy a kamerával megegyező irányba nézve ütközésig, az óra járásával ellenkező irányba forgatjuk a fókusz gyűrűt. Zoom objektívnel ezt motor segítségével távolról végezhetjük el.

A következő lépés (zoom objektív esetén), hogy az objektívet a lehető legkisebb fókusz-távolságba, tehát nagy látószögű állásba állítjuk **(134.a ábra)**. Harmadik lépésként helyezzük az ND szűrőt az optika elé. A szűrő hatására lecsökken az átmenő fény mennyiség és így a kamera blendéje kinyit. Ennek hatására megváltozik a mélységélesség és amennyiben a céltárgy nem esik bele a beszűkült határok közé, akkor a kép életlen lesz **(134.b ábra)**. Ekkor a kamerán (!) lévő „back focus”, vagy „focus” állítási lehetőséggel, pozícionáljuk a CCD chip-et éles állásba **(134.c ábra)**.



134. ábra

Amennyiben zoomos objektívünk van, zoomoljunk tele (közele) állásba. Mivel a fókusz-távolság is befolyásolja a mélységélességet, így valószínűleg ismételten életlen képet kapunk **(134.d ábra)**, ezért most az objektív fókuszgyűrűjével állítsuk élesre a képet **(134.e ábra)**. Ezek után, zoomoljunk ki és amennyiben életlen a kép, akkor a **134.b ábrától** ismételjük meg a procedúrát. Ezt követően, ha a szűrőt eltávolítjuk az optika elől, a képnek akkor is élesnek kell maradnia **(134.f ábra)**.

8. Kamera kiválasztás szempontjai

Most, hogy már megismertük a különböző kamera és objektív paramétereit, rátérhetünk az egyik legnehezebb témakörre, a kamera kiválasztására. Az adott célra legmegfelelőbb kamera kiválasztását számos olyan tényező befolyásolhatja amiket ha a felmérés időszakában nem ismerünk fel, akkor a beüzemelés követően kellemetlen meglepetést okozhatnak. Ebben a fejezetben példát láthatunk arra vonatkozóan is, hogy a gyártók hogyan próbálják meg kamerájukat jobb színben feltüntetni, és megpróbálják útmutatót adni arra is, hogy el tudjunk igazodni a katalógus lapokon szereplő adatok dzsungelében.

8.1 A kiválasztást befolyásoló tényezők

Kezdeként nézzük meg a főbb, kiválasztást meghatározó külső befolyásoló tényezőket (**135. ábra**). A felsorolás nem prioritás szerint történt, hiszen adott szituációban bármelyik lehet a legfontosabb.

- Felbontó képesség:** - **Magasabb biztonsági szintű helyek (High Security Level)**
Pl. bankok, VIP objektumok, továbbá azokon a helyeken ahol a képek egy esetleges későbbi analizálás miatt rögzítésre kerülnek, stb.
- **Alacsonyabb biztonsági szintű helyek (Low Security Level)**
Pl. bevásárló központok, pályaudvarok, forgalomirányítás, stb.
- Érzékenység:** - **Alacsony környezeti megvilágítású helyek** Pl. kültéri kamerák
- **Normál környezeti megvilágítású helyek** Pl. bevásárló csarnokok
- Szinkronizációs képesség:** - **Switcher alkalmazása esetén**
- **Multiplexer alkalmazása esetén**
- Tápellátás:** - **Kamera távolság**
- **Szünetmentességi igény**
- **Más rendszerrel való kompatibilitás**
- **Életvédelmi szempontok**
- Színes vagy fekete fehér:** - **A szín információnak van-e szerepe**
- Méret:** - **Rejtett szerelés**
- Jelátvitel:** - **Kompozit**
- **Távtáplált**
- **S-VHS**

135. ábra

A **felbontás** növekedésével egyenes arányban nő a kamera ára is, így emiatt fontos, hogy az optimális felbontású eszköz kerüljön kiválasztásra. Elmondható, hogy azokon a területeken, ahol a képi információ azonnali, vagy későbbi analizálásra kerül, melynek során folyamat felismerés, cselekmény, vagy személyazonosítás, – ipari alkalmazásoknál mérés – történik, a nagyfelbontású kamera alkalmazása javasolt. Szintén ilyen kamera telepítése indokolt nagy területek megfigyelésénél főleg, ha még mozgásérzékelővel is kombinálva van a rendszer.

Azokon a területeken, ahol a képi részletek nem hordoznak lényeges információt, elég a kisebb felbontás is. Ilyenek a különböző áttekintést nyújtó képek, amelyek személyek, közlekedési eszközök, tárgyak, ipari termékek tömegszerű megfigyelésére szolgálnak. Fontos, hogy a rendszer többi eleme is összhangban legyen a kamera felbontásával, azaz itt is a leggyengébb láncszem adja a rendszer tényleges felbontását. Így nincs értelme 500 TVL felbontású kamerát alkalmazni abban az esetben, ha a rögzítés hagyományos VHS rendszerben történik, és a képek feldolgozása a visszajátszott felvételekről történik.

A következő tényező az **érzékenység**. Ennek részletesebb meghatározására még ebben a fejezetben visszatérünk előljáróban most csak annyit, hogy kültéri alkalmazásoknál, ahol éjszaka is kell képi információt szolgáltatni és a környezeti megvilágítás szintje igen alacsony, nagy érzékenységű kamerákat célszerű használni, míg azokon a területeken, ahol a megvilágítás konzisztens⁸, elég a kisebb érzékenységű is.

A **szinkronizáció** a kiválasztást befolyásoló következő tényező. Azokban az esetekben, amikor a kamera képeket olyan központi egység fogadja, mely nem rendelkezik ún. Time Basic Corrector⁹ áramkörrel és a képek megjelenítése, vagy rögzítése szekvenciálisan (sorrendben) történik, külső, vagy hálózati szinkronizálású kamerákat kell alkalmazni. Ilyen egységek a későbbiekben tárgyalásra kerülő szekvenciális kapcsolók, képosztók és mátrixok, valamint egyes multiplexerek. A legtöbb multiplexer, melynek VCR kimenetén „digitális kép” jelenik meg időalap generátorral rendelkezik. Ezeknél az eszközök-nél (egy-két későbbiekben említésre kerülő speciális esetet kivéve) nem szükséges a szinkronizálás.

A következő témakör a **tápellátás**. Kiválasztását befolyásolhatja a kábelezési távolság, mivel 12 V-os kamerákhoz az egyenáram jelentős feszültségesés nélkül csak igen nagy keresztmetszetű kábelek alkalmazásával juthat el. Ezzel szemben a szünetmentes tápellátást ezzel a típusú kamerával könnyebb megvalósítani.

⁸ Konzisztens: erős, állandó

⁹ Time Basic Corrector: Időalap generátor

Ugyancsak a törpefeszültségű kamerák jöhetnek szóba olyan telepítéseknél, ahol egyéb életvédelmi szempontok is közrejátszanak.

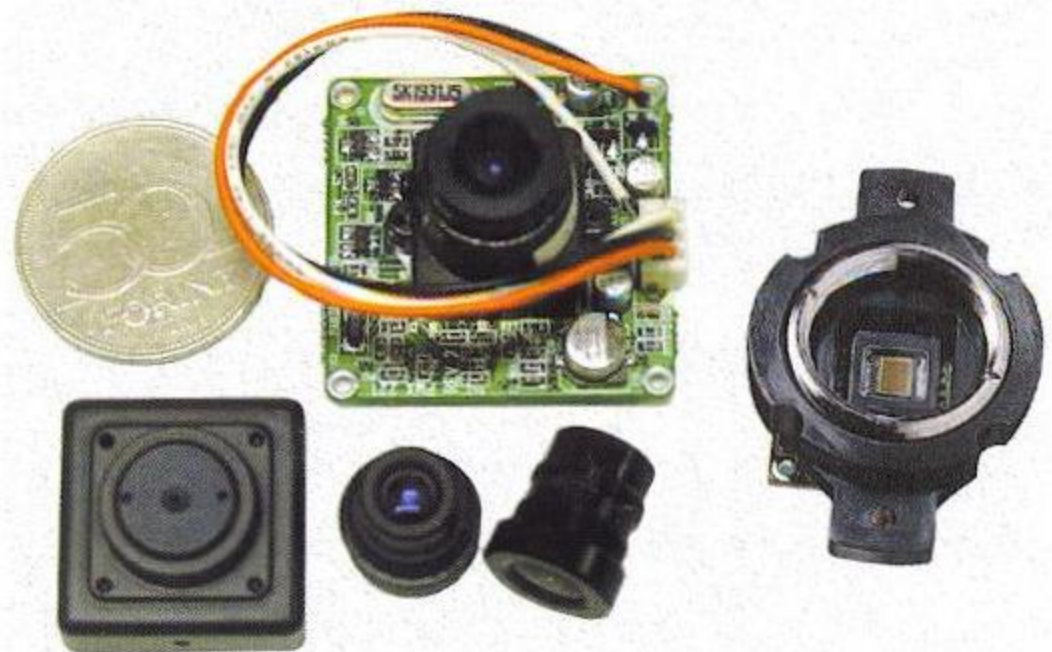
Egy „baby sitter” célra a kiságy végébe felszerelt kamerának nem biztos, hogy 230V-osnak kell lennie, vagy ha igen, akkor célszerű a gyereket megfelelő szigetelési ellenállással rendelkező védőruhába öltöztetni. A viccet félre téve, a tápellátási problémákra még visszatérünk.

Színes, vagy fekete-fehér? Napjainkban már kicsit könnyebb a választás, mivel a színes rendszerek árai jobban megközelítették a fekete-fehér rendszerekét, mint néhány évvel ezelőtt. Azonban ha a színek mint információnak nincs a megfigyelésben jelentős szerepe, akkor nem feltétlen szükséges a színeshez ragaszkodni. Kicsit kisarkítva: a fekete ruhás eszkimókat hóemberépítés közben színes kamerákkal megfigyelni kicsit luxusnak tűnik, míg egy Casino játékasztalát ahol a zsetonok színe igen fontos információ fekete-fehér kamerákkal felügyelni szintén elfogadhatatlan.

Ott ahol éjszakai megfigyelésre is szükség van, és a megvilágítást infrareflector biztosítja, fel sem merülhet a színes kamera alkalmazása, mivel a beépített infraszűrő, valamint az infrafény miatt úgysem látna színesben. Ezekben a helyeken, ha nappali fényviszonyok között a színek fontos szerepe van, Day and Night kamerákat kell alkalmazni, melyek nappal színes képet biztosítanak, míg éjszaka átkapcsolnak fekete-fehér üzemmódra. Végül érdemes megjegyezni, hogy folyamatos megfigyelésnél a fekete-fehér rendszerek monotonitás érzete lényegesen nagyobb, mint a színes rendszereké, azaz a biztonsági őr fárasztóbbnak érzi a fekete-fehér rendszer folyamatos megfigyelését.

Kiválasztási szempont lehet a **méret** is. Ez főként speciális rejtett szerelésnél lehet kritérium, ahol szívesebben alkalmazunk miniatűr kamerákat (**136. ábra**). Ezek a kamerák lehetnek dobozolt, vagy ún. NYÁK (panel) kamerák, melyek dobozolását nekünk magunknak kell elvégezni. Találkozhatunk Pin-hole, mini, vagy normál objektíves kivittel is. A kamerák mérete a technológia fejlődésével folyamatosan csökken

és így találkozhatunk meglepően jó képet adó miniatűr kamerákkal is, azért nem árt megjegyezni, hogy a normál kamerákat nem azért gyártják olyan nagy méretben, hogy foglalja a helyet, hanem mert bonyolultabb áramkörei extrémebb viszonyok között is megfelelő képet biztosítanak.



136. ábra

8.2 Érzékenység

Az összes közül a legnehezebben definiálható paraméterhez érkeztünk. Sajnos a kameragyártók sem egységesen értelmezik e jellemzőt. A katalógus lapokat lapozgatva találkozhatunk hajmeresztő 10^{-4} lx érzékenységgel, majd a kamerát megvásárolva és beüzemelve kiderül, hogy borús délelőtt már szemcsézett képet ad.

A gyártók katalógusain túl hazai és külföldi szaklapokban is találkozhatunk a pongyola érzékenység megadásával. Pályázati kiírásokban is felbukkannak olyan megfogalmazások, hogy a kamera érzékenysége 0,1 lx legyen. Nos, a későbbiekben látni fogjuk, hogy bármilyen CCD kameráról be lehet bizonyítani, hogy ilyen érzékenységgű. Képletesen, ez a kiírás olyan, mintha gépkocsinál azt a követelményt támasztanánk, hogy ne fogyasszon többet 8 liternél. De azt már nem tennénk hozzá, hogy városban, országúton, lejtőn, vagy 10 km-es távolságon.

Először próbáljunk meg analógiát találni a fotózásban használt film és a kamera érzékenysége között! Fototechnikában a film érzékenységét ISO-ban adják meg. Napos délelőtt (kb. 100000 lx környezeti megvilágítás mellett) 100 ISO érzékenységgű filmet használva a fényképezőgép blendéjét F16 blendenyílásra, a zársebességet 1/125-re állítjuk. Ugyanennél a fényviszonynál egy átlagos érzékenységgű fekete-fehér kamera CCD eleme 1/50 kiolvasási sebesség (shutter speed) mellett kb. F/720-as rekesznyílást kíván (Mj.: ennél nagyobb rekesznyitottsággal is értékelhető képet ad, mivel a kamera dinamikatartománya ezt lehetővé teszi.). Ezen shutter sebesség 2,5-ször lassabb, mint a fényképezőgép zársebessége, így a blendenyílást ezzel az értékkel korigálva a rekeszérték

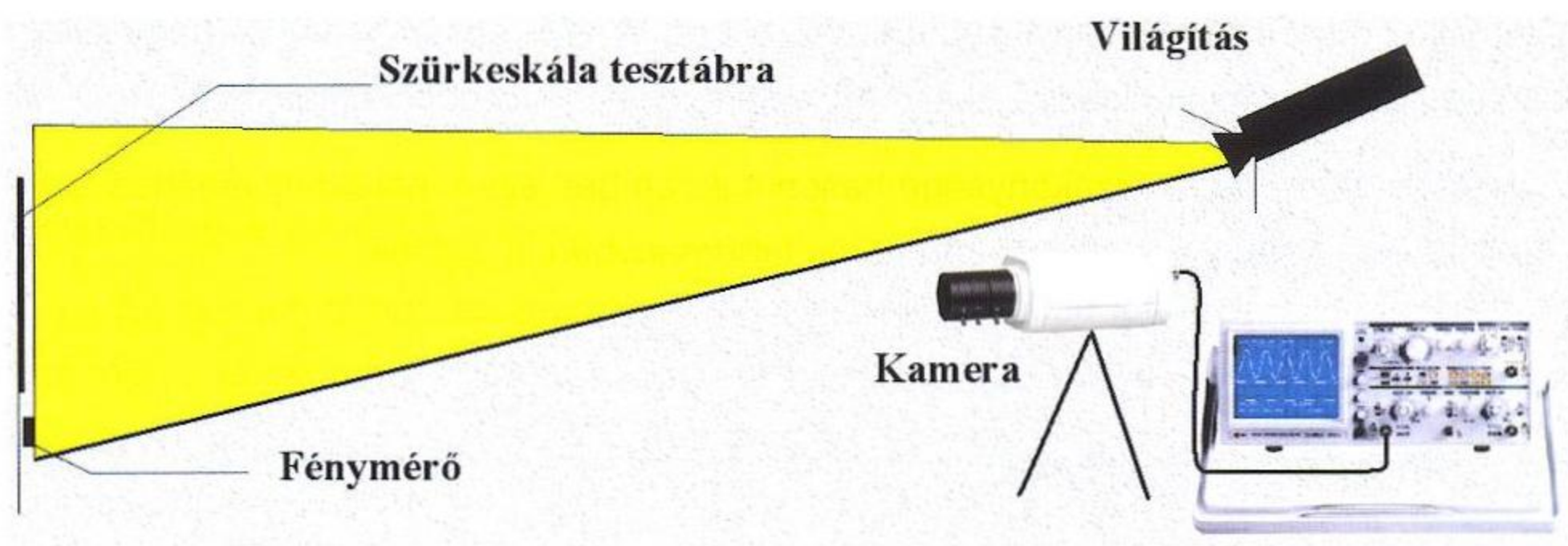
$$\sqrt{\frac{720^2}{2,5}} = 455$$

azaz négyszázötvenötre csökken. A két rekeszérték négyzetének a hányadosa:

$$\frac{455^2}{16^2} = 808,69$$

Ugyanolyan feltételek mellett a kamera tehát kb. 809-szer érzékenyebb, azaz a CCD elem érzékenysége megfelel egy $100 \text{ ISO} \times 809 = \mathbf{80900 \text{ ISO}}$ -s film érzékenységnek. Ez csak érdekességként lett kiszámolva, mivel a két képalkotó berendezést így nem lehet egzaktul összehasonlítani, de viszonyítási alapként jó ha tisztában vagyunk a kamera érzékenységének ilyen jellegű megadásával.

Ezek után nézzük, hogy a kameragyártók hogyan mérik a kamera érzékenységét (137. ábra).



137. ábra

A kamerát megfelelő távolságba egy mérőábra elé teszik és a tesztábrát megvilágítják. A tesztábránál elhelyeznek egy fénymérőt, majd a kamera kimenetére műszert csatlakoztatnak és a megvilágítás erősségét elkezdik csökkenteni. Amikor a kimenő jelszint eléri a kívánt határértéket, akkor a fénymérőről leolvassák az aktuális megvilágítási értéket. Az érzékenységhez tartozó kimenő jelszintet megadhatják videó jelszintben, azaz pl. full video, ami $1V_{pp}$ -t, azaz 1V csúcstól-csúcsig mért feszültséget jelent.

Másik megadási mód IRE¹⁰-ben történhet. Ebben az esetben az $1V_{pp}$ -t felosztjuk 140 IRE egységre és így fejezzük ki a kimenő jelszintet. Más megfogalmazásban: eltekintünk a videójel szinkrontartalmától és csak a világosságjelet vizsgáljuk, így 100 IRE megfelel 0.714286V Y-jel nagyságnak, míg pl. az 50 IRE ennek a fele. Ezek az érzékenységi adatok jól értelmezhetők.

Fontos megjegyezni, hogy a környezeti megvilágítás és a kimenő jelszint között nincs egyenes arányosság, azaz kétszer akkora környezeti megvilágítás nem feltétlenül jelent kétszer akkora kimenő jelszintnövekedést.

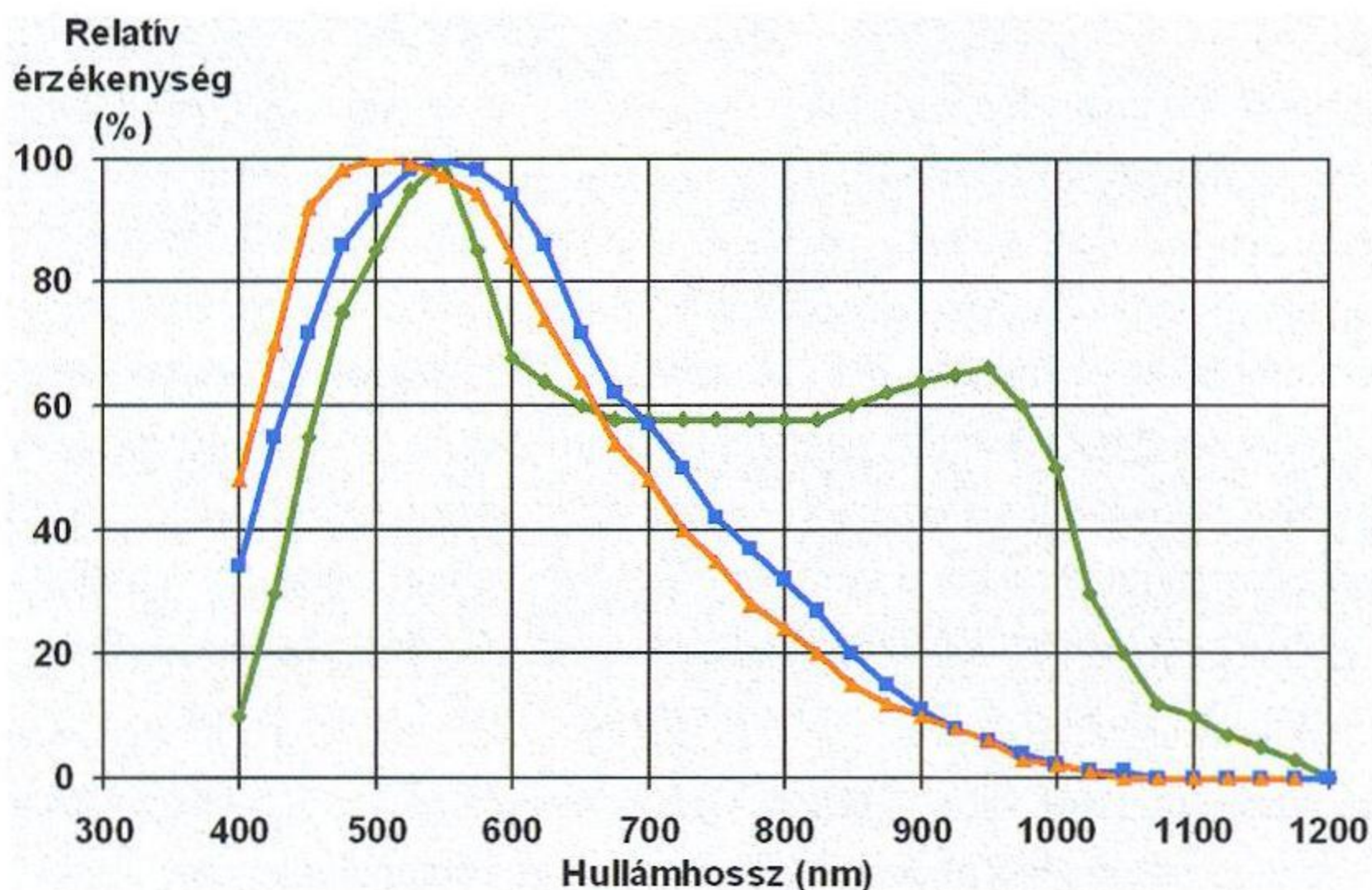
Találkozhatunk olyan megadási móddal is, amikor a gyártó a kimenő jelszintre azt mondja, hogy usable picture, azaz használható kép. Nos, ez egy „igen pontos” műszaki megfogalmazás, ami hasonlatos az APEH adózási jogszabályához, azaz mindenkinek mást jelent. Annyit azért hozzátehetünk, hogy ezt az értéket a legtöbb gyártó a $0,357V_{pp}$ videó jelszintnek, azaz 50 IRE-nek felelteti meg.

Korrekt katalóguslapok tartalmazzák a megvilágítás színhőmérsékletét is. Miért is fontos ez?

¹⁰ IRE: Institute of Radio Engineers

Nos egy keveset lehet javítani az érzékenységen, ha olyan fényforrást választanak ki, mely azokon a hullámhosszakon sugározza ki legnagyobb energia tartalommal az összetevőket, amelyeken a kamera a legérzékenyebb. A **138. ábrán** láthatjuk, hogy különböző típusú kamerák különböző spektrális érzékenységgel rendelkeznek.

A kamerák ilyen jellegű érzékenysége hasonlít az emberi szem érzékenységéhez azzal a különbséggel, hogy a kamerák infravörös tartományban is „látanak”.



138. ábra

Ha például a piros grafikonhoz tartozó kamerát választjuk ki és a tesztábrát olyan fényforrással világítjuk meg, amely az 500 nm-es hullámhosszúságú fényt lényegesen nagyobb energiával sugározza ki mint a többi összetevőt, akkor máris sikerült kedvezőbb érzékenységi paramétereket mérnünk, hiszen ezen a hullámhosszon a legérzékenyebb a kamera.

A következő számadat, melyet szintén illik megadni, a tesztábra fényvisszaverő képessége. Mint az a **137. ábrán** látszik, a fénymérő a tesztábránál van elhelyezve, azaz a mért érték ott értelmezhető. A kamerába ennek az értéknek már csak a töredéke jut, hiszen a bejövő fény egy része elnyelődik a tesztábrán és csak valahány százaléka jut el a kamerához. Ezt a valahány százalékot kell, hogy megtaláljuk a katalógus lapon. Ha nem találjuk, akkor lehet, hogy a gyártó matt fehér felületet használt, aminek a visszaverődési tényezője 89%. Abban az esetben tehát, ha ezt az értéket nem találjuk meg, akkor ezzel a 89%-kal számoljunk. Amennyiben két kamera összehasonlításakor konvertálni szeretnénk az értékeket, akkor az egyszerűség kedvéért elég csupán a két visszaverődési érték hányadosával megszorozni az érzékenységet.

Például, ha a specifikáció szerint 2 lx érzékenységet mértek 75%-os visszaverődési tényező mellett, akkor ez a kamera a 89%-os visszaverődési tényezőjű tesztábra előtt

$$\frac{75}{89} \cdot 2 \text{ lx} = 1,685 \text{ lx}$$

érzékenységet produkált volna.

A negyedik igen fontos tesztadat, amivel illik igen tisztában lennünk, hogy a mérés során milyen objektívet használtak. Nagyon sok cég igen jó minőségű, többnyire **F1** alatti rekeszértékű optikákkal teszteli a kameráit, így lényegesen jobb értékeket tud feltüntetni a katalógus lapjain.

Telepítés során ritkán van lehetőségünk ilyen objektív használatára, így tudnunk kell konvertálni ezeket az értékeket. Az F-stop számról már volt szó az objektíveknél. Most vizsgáljuk meg ezt a fényáteresztés szempontjából.

Az F-stop számot az alábbi képlettel fejezethetjük ki:

$$F = \sqrt{\frac{E_{\text{környezeti}} \cdot 0,2}{E_{\text{szenzor}}}}$$

Ebből $E_{\text{környezeti}}$ a környezeti megvilágítás értéke, míg E_{szenzor} a szenzorra érkező megvilágítás értéke. Ezt E_{szenzor} -ra rendezve:

$$E_{\text{szenzor}} = \frac{E_{\text{környezeti}} \cdot 0,2}{F^2}$$

Ezzel a képlet meghatározhatjuk, hogy a különböző rekeszértékű objektívek a bejövő fény mennyiség hány százalékát engedik át. Vegyük a bejövő fény mennyiséget 100-nak. Ekkor egy F/1,4-es objektív a fény

$$\frac{100 \cdot 0,2}{1,4^2} = 10$$

azaz tíz százalékát engedi át.

A fontosabb F-stop értékhez tartozó fényáteresztést szemlélteti a **139. ábra**.

F-Stop számok	F0,7	F1	F1,4	F2	F2,8	F4	F5,6	F8	F11
Fényáteresztés	40%	20%	10%	5%	2,5%	1,25%	0,625%	0,3125%	0,15625%

139. ábra

Megdöbbentő, hogy az általában használatos F1,4-es objektív csak mintegy 10%-át engedi át a bejövő fénynek. Még elszomorítóbb, hogy ez az érték sem teljesen igaz.

Amennyiben még pontosabban akarjuk kiszámolni, hogy mennyi fény érkezik meg a CCD elemre, akkor figyelembe kell venni az objektív fotometriai tényezőjét is. A **6.13-as** fejezetben röviden ismertetésre került, hogy az objektív tényleges fényáteresztő képessége lényegesen rosszabb, mint a fenti táblázat szerinti értékek. Ennek oka, hogy az optikát alkotó lencsék határfelületeiről kismértékben fény verődik vissza, valamint, hogy a lencseüvegek is elnyelnek kismennyiségű fényt. Így az F1,4-nek feltüntetett értéket kell beszorozni a fotometriai tényezővel (T), mely többnyire 1,1-es értékű. Az így korrigált fotometriai rekeszérték T1,54-re adódik.

Nézzük meg, hogy hogyan is jön létre a korrigált érték. A fotometriai tényező értéke:

$$T = \frac{f}{\sqrt{\tau}}$$

A τ az objektív fényáteresztési tényezője, melynek értéke 0,6 és 0,8 között változik. Pontosabb számolása a

$$\tau = (1 - \varepsilon)^n$$

képlettel történhet, ahol ε a lencse felületi visszaverődési tényezője, mely függ a gyártó által használt bevonatoktól és a lencse anyagától, de többnyire 0,015, míg n az objektívet alkotó lencsék felületének a száma.

Nézzünk egy konkrét példát! Legyen az objektív megadott rekeszszáma F1,4, tartalmazzon 8 db lencsetagot (16 db felületet), és a lencsék visszaverődési tényezője legyen 0,015. Így a korrigált fotometriai rekeszérték:

$$T = \frac{f}{\sqrt{(1 - \varepsilon)^n}} = \frac{1,4}{\sqrt{(1 - 0,015)^{16}}} = \frac{1,4}{\sqrt{0,7852}} = \underline{\underline{1,579}}$$

Ezzel az értékkel számolva a 10%-os fényáteresztő képesség

$$\frac{100 \cdot 0,2}{1,579^2} = 8,02$$

azaz közel 8%-ra csökken.

Most, hogy már áttekintettük a tesztelés módját, nézzük meg, hogy adott megvilágításnál, hogyan tudjuk megállapítani, hogy a kiválasztott kamera megfelelő lesz-e, vagy sem.

Válasszunk ki egy kamerát, mely az alábbi paraméterekkel bír (140. ábra):

Az érzékenység mérését egy 3200 °K színhőmérsékletű fényforrás mellett végezték. Két érzékenységi adatot találhatunk egymás alatt. Az ún. Scene illumina-

Sensitivity (3200 K):

		Usable Picture (50 IRE)	Full Video
Scene illumination	lx	0.15	0.5
Imager illumination	lx	0.02	0.07

1. For f/1.2 lens, 75% scene reflectance.

140. ábra

tion a tesztábránál, míg az Imager illumination az érzékelőnél mért környezeti megvilágítási érték. Az előbbi esetén F1,2 rekeszértékű optikát és 75%-os visszaverődési tényezőjű tesztábrát használtak.

A második esetben a mérés optika nélkül történt, így teljesen természetes, hogy így kisebb értéket kaptak az érzékenységre. Utánaszámolásakor kiderül, hogy ez a második adat nem hordoz számunkra új információt. Tudjuk, hogy az F1,2 rekeszértékű optika a fény

$$\frac{100 \cdot 0,2}{(1,2)^2} = 13,89$$

azaz közel 14%-át engedi át. Ha az optikát eltávolítjuk, akkor a megvilágítás fényerejét ilyen mértékben kell csökkenteni, hogy ugyanazt a kimenő jelszintet kapjuk. Így az érzékenység

$$0,15 \text{ lx} \cdot 0,1388 = 0,02 \text{ lx}$$

értékűre változik.

Térjünk vissza a feladathoz. Ezt a kamerát szeretnénk olyan környezetben használni, ahol a minimális környezeti megvilágítási érték 2 lx. A kamerát mozgásérzékelővel összekötve akarjuk alkalmazni, így nem kívánatos hogy az AGC bekapcsoljon. A megfigyelés egy hatalmas lebetonozott térre irányul, ahol észre kell venni, ha mozgás történik. Az optika rekeszértéke F1,4.

Az első amire érdemes odafigyelni, hogy mindig a legrosszabb esetre kell számolni. Azaz a példánkban a 2 lx a legalacsonyabb érték, melyet a megfigyelni kívánt területen „holdmentes” időben mértünk. A kamera katalógus lapjára pillantva látszólag úgy tűnik, hogy 0,15 lx-os érzékenységével a kívánt célra meg fog felelni.

Ha pontosabbak akarunk lenni, akkor az alábbi képlettel kell számolnunk és rájöhetünk, hogy ez nem ilyen triviális.

$$E = \left[\left(\frac{F_x}{F_k} \right)^2 \cdot \left(\frac{S_x}{50} \right) \cdot \left(\frac{A_k}{A_x} \right) \cdot \left(\frac{V_k}{V_x} \right) \cdot \left(\frac{U_x}{U_k} \right) \right] \cdot E_k$$

Első ránézésre a képlet egy kicsit bonyolultnak tűnik, de csupa olyan paraméterről van szó, amely már ismert számunkra.

Az **x** indexxel jelölt változók azok, melyeket mi mérünk az adott helyszínen, illetve amelyeket beállítani, alkalmazni szeretnénk. A **k** indexűek ugyanezen paraméterek katalógus adatait tartalmazzák. Az egyenlet elején szereplő **E** a helyszínen mért környezeti megvilágítási értéket jelenti, (jelen esetben 2 lx), míg az **E_k** a kamera érzékenységet (0,15 lx). A kapcsos zárójelben szereplő hányadosok, azok a tényezők, melyek befolyással vannak a kamera tényleges érzékenységre. Ez az öt tényező sorrendben a következő: az objektív rekeszértéke (**F**), a shutter sebesség (**S**), az AGC (**A**), a visszaverődési tényező (**V**), a kimenő videó jelszint (**U**). Amennyiben az öt hányados szorzatát megszorozzuk a kamera katalógusban szereplő érzékenységgel (**E_k**) és a kapott eredmény kisebb lesz, mint a helyszínen mért környezeti megvilágítási érték, akkor a kamera az adott helyszínre megfelelő lesz.

Helyettesítsük be a példa számadatait:

Az első tört a két objektív rekeszértékének a hányadosa, azaz a számlálóba kerül az általunk kiválasztott F1,4 rekeszértékű, míg a nevezőbe a katalógus lapon szereplő F1,2. (Ezzel az optikával végezték a tesztelést.)

A második tört számlálójába a kívánt shutter speed sebességet írjuk be. Mivel a terület figyeléshez nem szükséges a sebességet növelni, így az **S_x** helyére 50-t írhatunk. (Mj.: a gyári tesztelés mindig normál, 1/50-es sebességen történik, ezért került az **S_k** helyére fixen beírásra az 50-es érték.)

Harmadik tényező az erősítés mértéke. A katalógus lapon nem szerepel, de többnyire kikapcsolt AGC mellett adják meg az érzékenységet. Ebben az esetben az **A_k** helyére 1-et kell írni. A példában szerepel, hogy kamerakép jelkiértékelés történik, így célszerű úgy méretezni, hogy ne legyen szükség az AGC-re, mert az jelentős zajt is termel. Ebben az esetben az **A_x** helyére is 1-et írhatunk. Amennyiben akár a nevezőben, akár a számlálóban fel kell tüntetni az erősítés mértékét, úgy a dB-ben megadott számot át kell konvertálni feszültség viszonyra. Példánknál maradva, ha az érzékenység mérése bekapcsolt AGC mellett történt volna (+30 dB), úgy az **A_k** helyére a 31,6-ot kell behelyettesíteni **(68. ábra)**

A negyedik hányadost a legnehezebb megadni, mivel ez az egyetlen olyan tényező, mely kevésbé egzakt. A katalógus érték, ha meg van adva (jelen esetben 75%) egyszerűen beírható, ha, ha nincs akkor 89%-kal számolhatunk. A helyszíni visszaverődési tényezőhöz azonban már kell egy kis tapasztalat. A **141. ábra** ad egy kis segítséget a visszaverődési értékek meghatározásához. Példánkban beton szerepel, így válasszuk ki a rosszabbik visszaverődési tényezőt, azaz a régi betonra vonatkozó 25%-ot.

Ezzel elérkeztünk az utolsó hányadoshoz, a kimenő jelszinthez. A katalógus lapon szereplő 0,15 lx érzékenység 50 IRE esetén van értelmezve. Amennyiben megelégszünk ezzel a jelszinttel úgy beírhatjuk ide ezt az értéket, így a tört értéke 1 lesz. (Mj. amennyiben tehetjük ragaszkodjunk a katalógus lapon szereplő jelszintekhez, mivel az érzékenység-kimenőszint függvény nem lineáris, így más értékekkel számolva nem kapunk pontos eredményt. (Példánkban, ha „full videójelre” lett volna szükség, akkor a 0,6 lx érzékenységet kell az E_k helyére beírni!))



141. ábra

Minden tényezőjét ismerve a képletnek, helyettesítsük be az értékeket:

$$E = \left[\left(\frac{1,4}{1,2} \right)^2 \cdot \left(\frac{50}{50} \right) \cdot \left(\frac{1}{1} \right) \cdot \left(\frac{75}{25} \right) \cdot \left(\frac{50}{50} \right) \right] \cdot 0,15 \text{ lx} = [4,08] \cdot 0,15 \text{ lx} = \underline{\underline{0,6125 \text{ lx}}}$$

Az eredményből kitűnik, hogy a kamera megfelelő lesz az adott helyszínen. A helyi paramétereket behelyettesítve az érzékenysége ugyan közel 4-szeresére romlott (kapcsos zárójel), de még így is a 2 lx-on belül van. Más környezeti jellemzők esetén, pl. ha aszfaltot figyelnénk beton helyett, akkor a kapcsos zárójelen belüli törtek szorzata a 4-ről 20-ra növekedne, és így a kamera már nem felelne meg erre a célra.

A fenti képletet használhatjuk két kamera korrekt összehasonlítására is. Ebben az esetben az egyik kamera paraméterei kerülnek az x indexű helyre, míg a másiké a k -ra, és amelyik indexnél a kisebb megvilágítási érték szerepel, az az érzékenyebb.

Nézzünk egy egyszerű összehasonlítást!

Van két kameránk, melyek csak abban térnek el egymástól, hogy az egyiket F1,2, a másikat F1,4 rekeszértékű optikával tesztelték, de mind a kettőre 1 lx érzékenységet adtak meg. Melyik is az érzékenyebb?

Sokan az F1,2 -est választják, holott pontosan ez az érzéketlenebb, mivel egy sokkal jobb fényáteresztő képességgel rendelkező optikával mérték ugyanazt az eredményt mint a másiknál. A különbség:

$$\left(\frac{1,4}{1,2}\right)^2 = 1,36$$

Azaz, ha F1,2 helyett F1,4-es optikát használtunk volna a másiknál is, akkor az érzékenysége 1 lx-ról 1,36 lx-ra változott volna. **Ezért nem szabad pusztán csak lx-ban a kamera érzékenységet megadni, hanem az összes befolyásoló tényezőt fel kell tüntetni.**

8.3 A kiválasztás buktatói

Az előző fejezetben leírt számolási technika sajnos csak elvi jelentőségű. Ennek az az oka, hogy az érzékenység és a kamera többi paramétere igen szoros összefüggésben van, melyeket a gyártók gyakran figyelmen kívül hagynak. Mike Constant a szakma egy

Szenzor méret Pixel szám Felbontás (TVL) Érzékenység F0,75 (lx) Jel/Zaj viszony (dB)		1-es kamera 1,3"			2-es kamera 1,2"			3-as kamera 1,2"			4-es kamera 1,3"		
		752x576 580 0,0008 >52			752x576 580 0,0004			752x576 580 0,0002 >52			752x576 580 0,0003 >48		
F1,4 optikával	Konvertált érték F0,75	Videó- jel mV	Fel- bontás TVL	Jel/Zaj viszony dB	Videó- jel mV	Fel- bontás TVL	Jel/Zaj viszony dB	Videó- jel mV	Fel- bontás TVL	Jel/Zaj viszony dB	Videó- jel mV	Fel- bontás TVL	Jel/Zaj viszony dB
50 lx	14,32584 lx	740	600	48,4	600	600	51	700	600	55,9	680	575	43,6
10 lx	2,86517 lx	770	580	48,7	580	600	52,3	680	600	52,1	680	575	43,6
1 lx	0,28652 lx	660	600	49,3	500	580	39	600	600	51	630	575	42,9
0,5 lx	0,14326 lx	660	580	39,8	500	550	37,4	600	600	40,6	620	575	42,8
0,1 lx	0,02865 lx	620	500	37,9	500	550	35,4	600	600	40,6	640	550	37
0,05 lx	0,01433 lx	500	500	37	500	400	35,4	620	600	40,8	600	550	36,5
0,01 lx	0,00287 lx	360	350	33,2	480	300	35,1	560	550	40	500	450	34,9
0,0028 lx	0,00080 lx	300		31	500	200	33,9	450	450	38,1	460	250	33,1
0,0010 lx	0,00029 lx				400		31	300	350	32,9	500	250	32,9

142. ábra

igen jelentős angol képviselője végzett egy teszt kísérletet, melyben különböző kamerákat hasonlított össze, illetve viszonyított a katalógus lapon szereplő értékekhez. Az eredmény megdöbbentő volt (142. ábra). A táblázat felső részén láthatjuk a kamerák gyári specifikációit, míg az alsó részen a valóságban mért adatokat. A mérés F1,4-es optikákkal történt, mivel így a nagyobb környezeti megvilágítási értékek könnyebben beállíthatók.

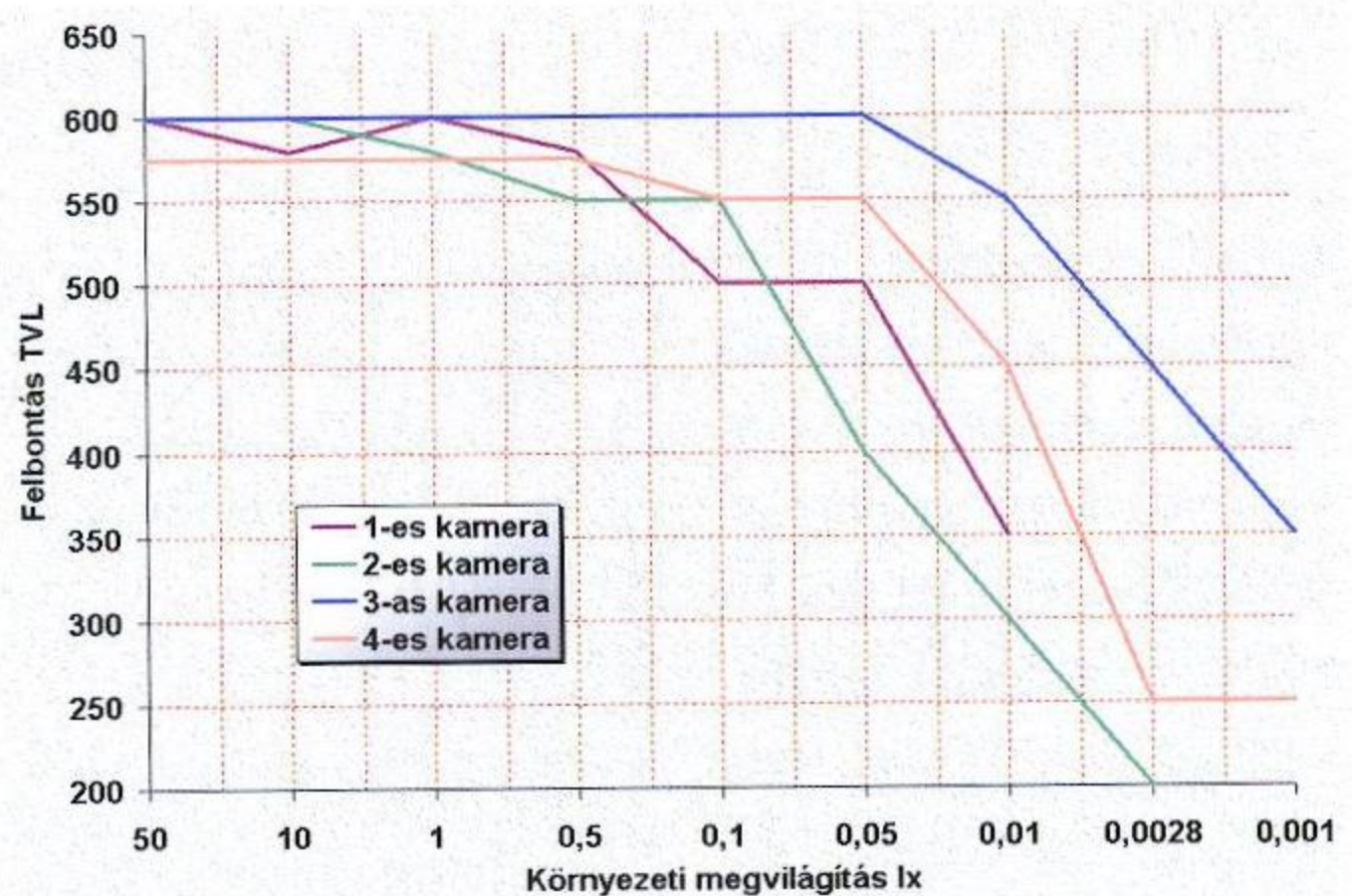
Ez a már ismert

$$\frac{0,75^2}{1,4^2}$$

hányadossal lett konvertálva a gyári rekeszértékhez (F0,75).

Három fő érték került mérésre a csökkenő megvilágítás függvényében. Jól látszik, hogy a gyárilag megadott és a mért értékek még csak „köszönő viszonyban” sincsenek egymással. Az 1-es kamera például a megadott felbontást valóban teljesíti, csak lényegesen nagyobb megvilágítási értéknél. Ugyanez igaz a jel/zaj viszonyra és a kimenő jelszintre is (Mj.: a kimenő jelszintek szinkronjelek nélkül értendők.).

A mért értékek és a gyári specifikáció között természetesen lehetnek eltérések, hiszen – mint már beszéltünk róla – további befolyásoló tényező a megvilágítás színhőmérséklete, illetve a tesztábra visszaverő képessége, valamint a fénymérő pontos elhelyezkedése. Így a hangsúly nem a mért és a ka-

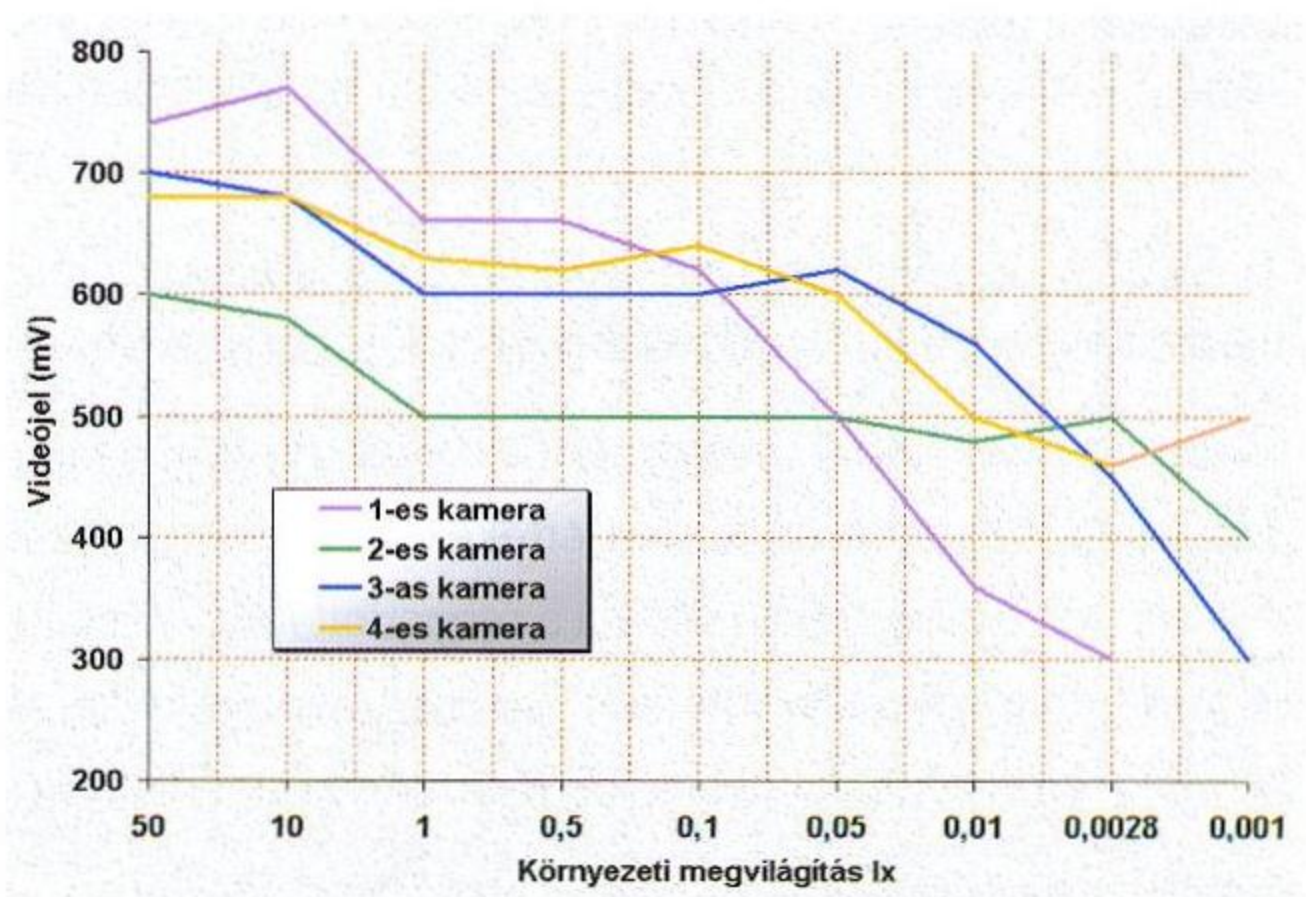


143. ábra

talógus szerinti értékek különbségén van, hanem azon, hogy a megvilágítás csökkenésével a különböző paraméterek hogyan változnak, valamint, hogy a megadott gyári értékeket nem mindig egymással összefüggő jellemzőként kell értelmezni. Nem mondhatjuk azt, hogy pl. a 3-as kamera nem tudja az 580 TVL felbontást, vagy az 52 dB-nél jobb jel/zaj viszonyt, vagy a 0,0002 lx érzékenységet. Bármelyiket teljesíti, csak nem egyszerre.

Jogosan merül fel a kérdés, hogy akkor a gyártóknak a vevők megtévesztése a céljuk? Azt gondolom, hogy semmiféleképpen, hiszen ezt a külföldi fogyasztóvédelmi hivatal feltehetően szigorúan büntetnék. Csupán csak nekünk telepítőknek és felhasználóknak is tisztában kell lennünk, hogy mi áll a számok mögött. Végezetül érdemes egy pillantást vetni a **143. ábrára**, mely az előző mérések környezeti megvilágítás és felbontás összefüggését ábrázolja.

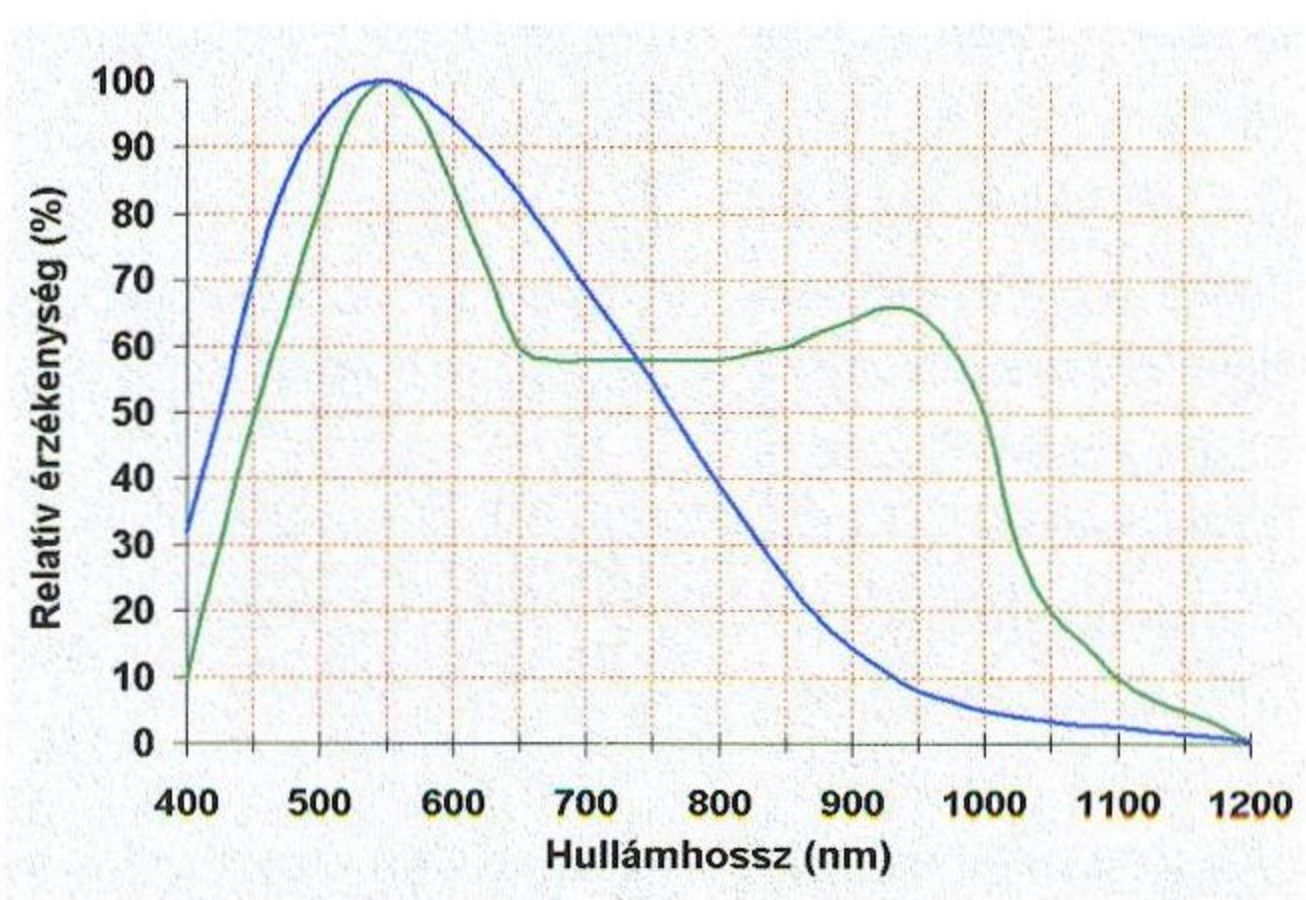
A **144. ábra** pedig a kimenő jelszint nagyságát ábrázolja a környezeti megvilágítás függvényében. A grafikonon láthatjuk, hogy nem lineáris az összefüggés fényviszony és a kimenőjel változása között. Tovább bonyolítja a helyzetet, hogy ez az összefüggés a megvilágítás spektrális eloszlásától is függhet.



144. ábra

8.4 Megvilágítás

Abban az esetben, ha a környezeti megvilágítás kevésnek bizonyul, nem biztos, hogy érzékenyebb és drágább kamerákat kell alkalmaznunk, hogy megfelelő minőségű képet kapjunk. Megoldás lehet többek között, ha a megfigyelni kívánt területen mesterséges fényforrásokat szerelünk fel. Ezeknek némi



145. ábra

preventív hatása is van, mivel a potenciális elkövetők nem szívesen mozognak kivilágított területeken. Amennyiben lehetőségünk van, ragaszkodjunk a normál látható fényű megvilágítás alkalmazásához.

Sajnos nem minden esetben van erre lehetőség, mivel legtöbbször az erős éjszakai megvilágítás zavarhatja a lakókörnyezetet is. Ebben az esetben a látható fényű megvilágítás helyett olyan fényforrásokat kell telepíteni, melynek fénykibocsátása az emberi szemnek láthatatlan tartományban, az ún. infravörös tartományban van.

A **145 ábrán**, látható, hogy a fekete-fehér CCD kamera a 720 nm-nél nagyobb hullámhosszúságú fényeket is viszonylag nagy relatív érzékenységgel tudja feldolgozni.

Az ábrán azt is láthatjuk, hogy vannak speciálisan e tartományra kifejlesztett CCD kamerák is, melyek infraérzékenysége 4-6 szorosa a normál kamerákénak. A CCD chip gyártási technológiája határozza meg a spektrális érzékenységet.

A félvezető elem vastagsága az, ami befolyásolja, hogy milyen hullámhossztartományban tudjuk használni az érzékelőt.

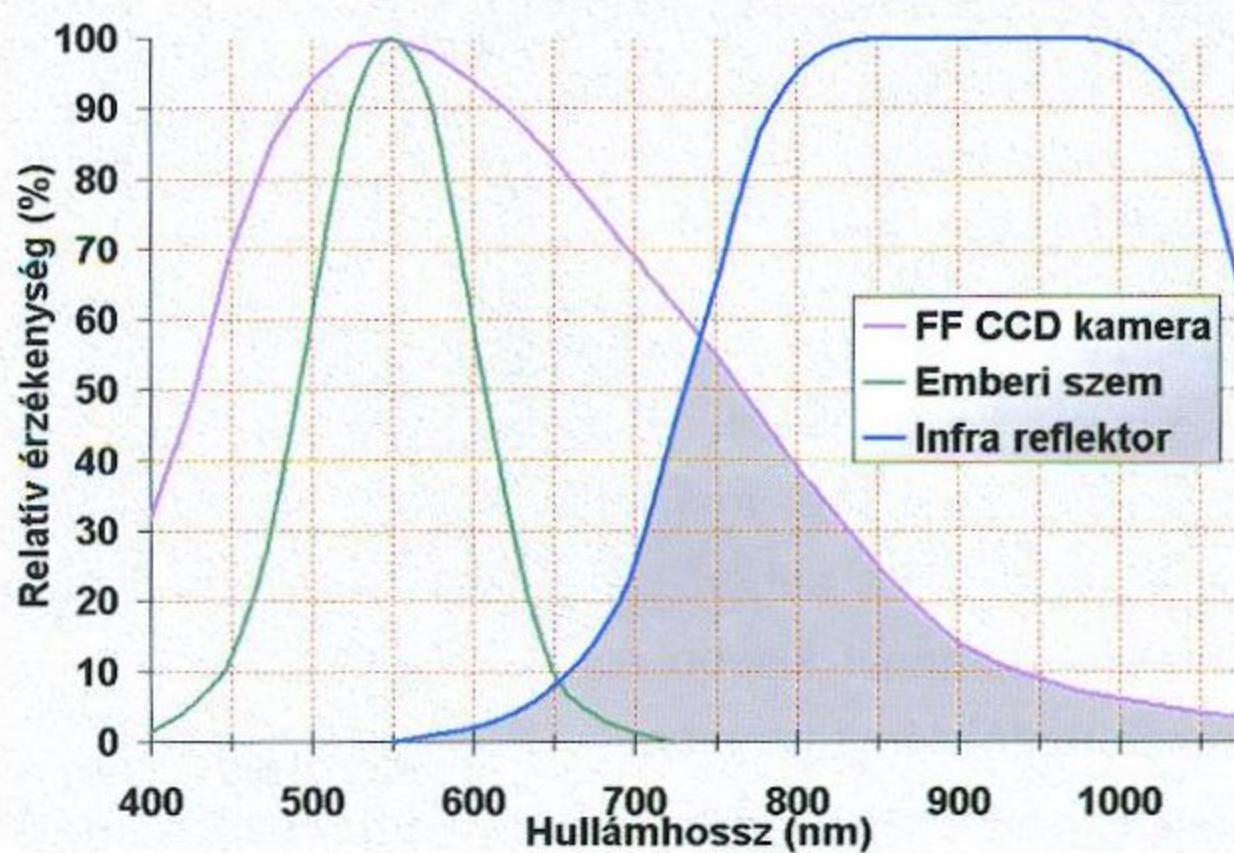
A 720 nm-es tartományban érkező fotonok ugyanis 500 μm -t is képesek megtenni a félvezető rétegben, míg a 400 nm-es tartományhoz közeli fotonok pár mikrométer után elnyelődnek. A belépő fény szempontjából léteznek előlről, az elektródák felől megvilágított (frontside) és hátulról, vagyis a Si alapréteg felől megvilágított (backside) CCD-k. A frontside CCD-k érzékenyebbek a kék fény hullámhossztartományban, mivel a rövid hullámhosszúságú fotonok által létrehozott elektron-lyuk párok így közvetlenül az elektródák közelében keletkeznek, ahol sokkal erősebb az elektromos tér szétválasztó hatása, mint 500 μm -rel beljebb, ahova csak a vörös fotonok hatolnak be. Előnye, hogy a Si alapréteg lehet vastagabb, ami nagyobb mechanikai szilárdságot biztosít. Hátrány viszont, hogy a fénynek át kell hatolni az elektródákon és a szigetelő rétegen, így nagyobb a veszteség. Így ennek a CCD-nek a detektált és beérkezett fotonok aránya (kvantumhatásfoka) csak az 50% körüli értéket éri el.

A backside CCD-k pedig inkább a vörös fény hullámhossztartományára érzékenyebbek. A spektrális érzékenység kiegyenlíthető az alapréteg néhányszor 10 mikrométeresre vékonyításával. Ezeknél az elvékonyított (thinned CCD) érzékelőknél a beérkező fény szinte akadálytalanul jut a félvezetőbe, így elérhetik akár a 80%-os kvantumhatásfokot is.

Amennyiben normál fekete-fehér CCD kamerát alkalmazunk, nagyon lényeges, hogy megfelelő hullámhosszúságú infraszűrőt telepítsünk. Mire is kell figyelni tulajdonképpen?

Az infra fényforrásoknak 3 fő típusa van forgalomban. A legismertebb a halogén izzós kialakítás, melynél a látható fényű fénykibocsátást az izzó elé rakott infraszűrővel akadályozzuk meg.

Ezek a fényforrások 230V-os és törpefeszültségű kivitelben is készülnek. A szűrők gyártótól függően, tipikusan 715 nm, 730 nm, 780 nm, 830 nm, 850 nm és 950 nm hullámhossz tartománytól engedik át a fényhullámokat. A **146. ábra** egy 730 nm-es szűrővel ellátott infrareflektor spektrális energia eloszlását szemlélteti.



146. ábra

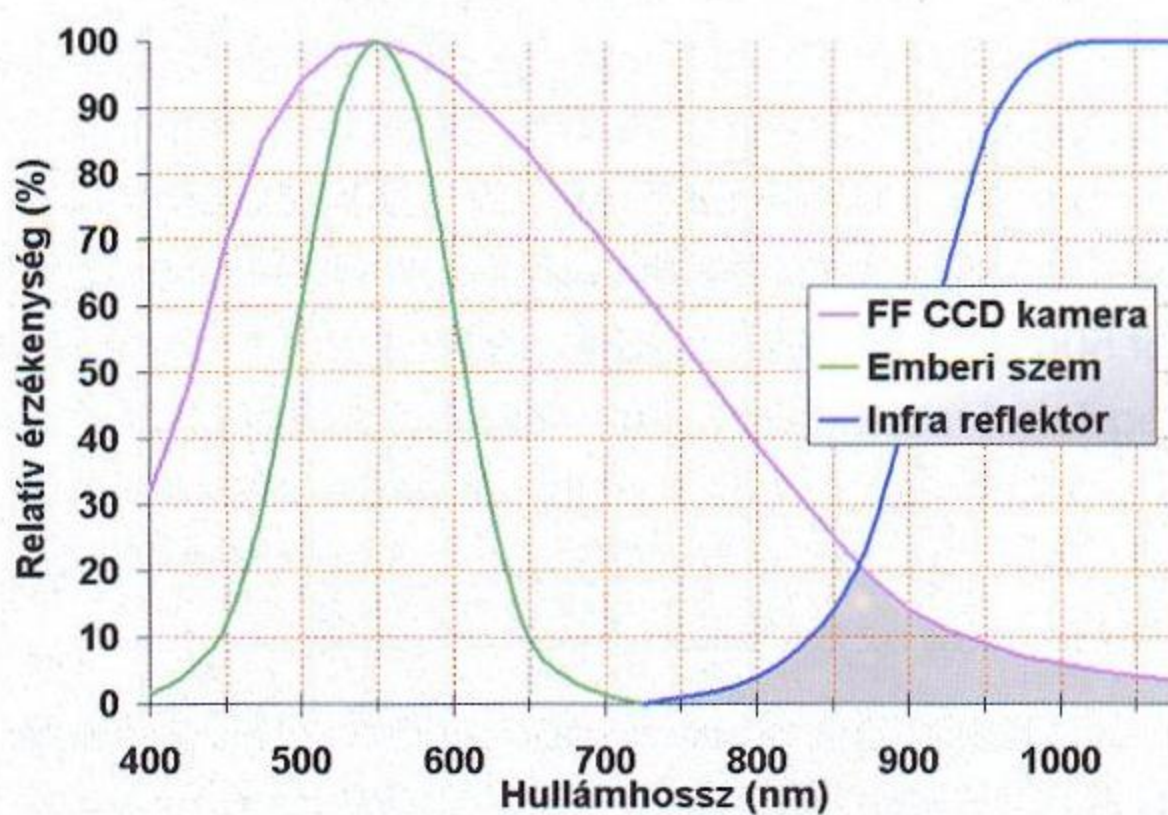
A kisugárzott fénymennyiségből a kamera a szürkével jelzett terület nagyságának megfelelő fénymennyiséget tud hasznosítani. Az ábrán látható, hogy van átfedés a kisugárzott fény és az emberi szem spektrális érzékenysége között is. Ennek oka, hogy az infra-szűrő nem pontosan 730 nm-től engedi át a fényt, hanem – ugyan jóval kisebb mértékben, de – már alacsonyabb hullámhossznál is. A kisugárzott fénymennyiség olyan kicsi, hogy az már a környezetről visszaverődve nem okoz fényingereket, viszont probléma lehet, hogy a reflektor a vörösen izzó fényével sötétben könnyen észre vehető.

Amennyiben ez probléma (pl. rejtett megfigyeléseknél), akkor olyan reflektort kell választani, melynek szűrője magasabb hullámhossz tartományt enged csak át (**147. ábra**). Az ábrán lévő szűrő tipikusan 830 nm-es tartomány felett engedi át a fényt, így emberi szem számára látható tartományban már közvetlenül a fényforrás sem bocsát ki fénysugarakat.

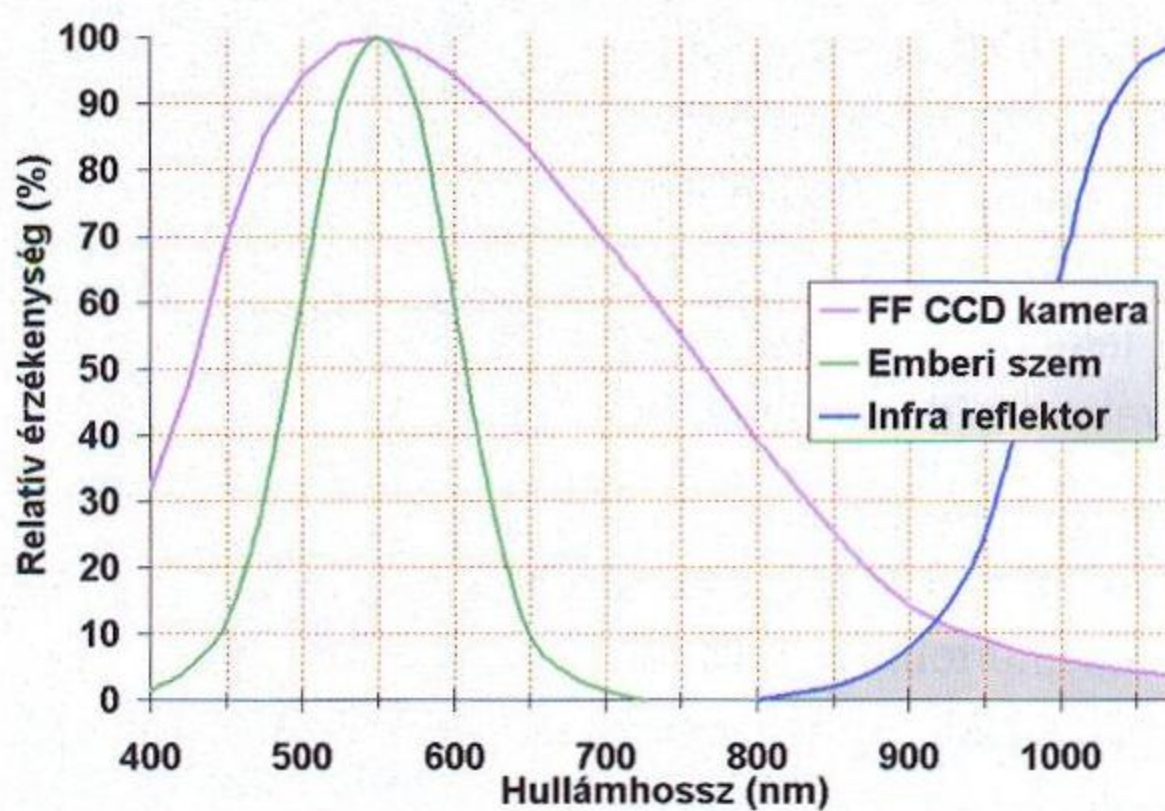
Léteznek egészen magas hullámhossz tartományban sugárzó reflektorok is. Ilyet szemléltet a **148. ábra**.

Hasonlítsuk össze a három grafikon szürke területeit. Érzékelhető, hogy minél magasabbra választjuk a sugárzási hullámhosszt, annál kisebb a hasznosítható fénytartomány a kamera számára, így az értékelhető kép érdekében ezzel arányosan kell a kibocsátott teljesítményt növelni.

A reflektor kialakításától függően a fénysugárzási szögük az adott telepítéshez, illetve egészen pontosan az adott optika látószögéhez adaptálható. Így 10°-os nyílásszögtől egészen a 80°-ig bezárólag sokféle reflektor kapható.



147. ábra



148. ábra

A halogén izzós infrarefektorok egyik nagy hátránya, hogy viszonylag rövid, általában 2000 üzemóra élettartammal rendelkeznek. Ez tovább csökkenhet a rázkódás következtében amennyiben nem fixen, hanem forgózsámolyos, mozgatható kamerákra kerülnek felszerelésre.

Lényegesen kisebb teljesítményű, de jóval hosszabb élettartamú 25000-1000000 üzemórájú infrarefektorokat állítanak elő LED -ekből. Ezek az eszközök többnyire kisebb (7W, 15W, 50W) teljesítményűek. Fénysugárzási szögüket a beépített LED-ek sugárzási szöge határozza meg, mely általában 30-40° között van, amennyiben nincs kiegészítő lencsetag a diódák előtt.

Végül LASER (lézer) diódákból felépített infrasugárzó is kapható. Ezek igen keskeny nyalábban bocsátják ki az infravörös fényt, így a diódák előtt legtöbbször szórólencsét alkalmaznak, annak segítségével érik el a 30°-os sugárzási szöget. Előnyük, hogy rendkívül kis méretben és kis áramfelvétellel készülnek. Élettartama rövidebb, mint a LED-s infrasugárzóké, kb.10000 üzemóra.

A **149. ábra** néhány különböző típusú infrarefektort ábrázol.



149. ábra

Infravörös megvilágítás alkalmazása esetén számolnunk kell azzal, hogy a nagyteljesítményű reflektorok áramfelvétele meglehetősen nagy, ezt nagyobb távolságok esetén a kábelkeresztmetszet tervezésénél figyelembe kell venni. Ezenkívül a reflektorok igen nagy hőmennyiséget disszipálnak, így elhelyezésüknél ezt is számításba kell venni.

¹¹ LED:Light Emitting Diode LASER:

¹² Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

Oda kell figyelni az alkalmazott optikára is, mivel olcsóbb, rossz minőségű optikák az infravörös tartományban erősen defókuszált képet produkálhatnak, mivel látható fényű és infravörös megvilágítás esetén különböző a fénytörési szög és így a fókuszpont is. Ezt az alkalmazott megvilágítás hullámhossza befolyásolja. Minél távolabb van ez a látható fénytől a jelenség annál zavaróbb. Néhány gyártó kínálatában ún. „Zero focus shift” (nulla fókusz elmozdulás) feliratú optikát is találhatunk, amelyek ténylegesen mindkét megvilágításnál éles képet produkálnak.

Az eddigiekben szinte csak a kültéri megvilágításról esett szó, holott beltérben is adódhatnak a megvilágításból adódó problémák. A legtöbb gond abból adódik, hogy a kamera pontos elhelyezése nincs kellően leegyeztetve az elektromos tervezővel, vagy belsőépítésszel. Sokszor telepítéskor vagy rosszabb esetben beüzemeléskor derül ki, hogy a kameránk alatt pont egy nagyteljesítményű felfelé világító látvány reflektor üzemel, amely nagymennyiségű hővel és fénnel sugározza be kameránkat. Ilyenkor többnyire mindig a telepítő marad alul, és a kamerát kell áthelyezni, míg a lámpa marad. Ezek a pótmunkák sokszor igen tetemes plusz költséggel járnak, mivel a védőcsövezést festés után toldani nem kis felfordulással jár.

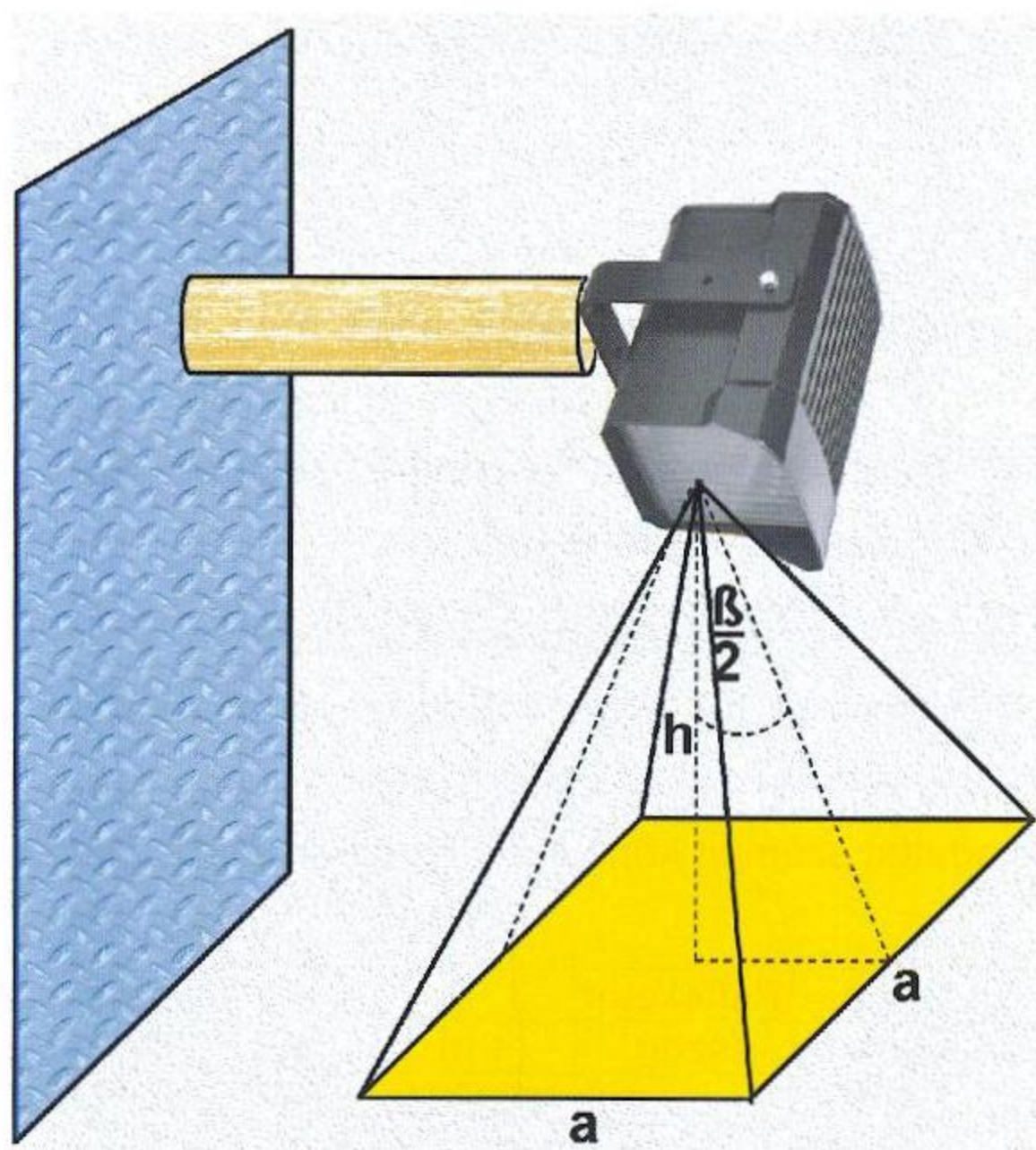
Az ilyen problémák megelőzéséhez már a tervezési szakaszban fel kell venni a kapcsolatot az elektromos tervezővel (mivel általában a biztonságtechnikai rendszer tervező biztosítja a védőcsövezési rajzot, ez egyébként is be kell következzen), valamint a belsőépítésszel, és a kamera elhelyezéseket egyeztetni kell velük. Arra viszont figyeljünk, hogy nagyon sok belsőépítész – és itt elnézést a kivételtől – a videó eszközeinket is építészeti tárgynak tekinti, így sokszor ő próbálja meg – esztétikai megfontolások alapján a kamera helyét meghatározni. Ilyenkor, ha nem tudjuk meggyőzni, viszont az áthelyezéssel a védelmi filozófiánk csorbulni látszik, vonjuk be az egyeztetésbe a megrendelőt is, és ismertessük vele, hogy az áthelyezéssel milyen kockázatot vállal. Ne felejtjük el, hogy a belsőépítész ugyanolyan alvállalkozója a megrendelőnek, mint mi magunk, a rosszul telepített rendszerekből bekövetkező káreseményekért pedig nem ő fogja „állni a sarat”.

Szintén érdekes szituáció, amikor a belsőépítész teteti lejjebb a kamerát, melyiket a pénzügyi korszak elfordítanak, vagy amikor ő mondja meg, hogy a kültéri ház milyen típusú(!) legyen, amelyikbe a kamera csak cipőkanállal fér be, és így igen sűrűn a túlmelegedés miatt ki is kapcsol, vagy... sorolhatnám.

A fenti néhány kicsit nevetségesnek tűnő gondolatot nem véletlenül írtam le, személyes tapasztalataim, és az ilyen jellegű ügyekben tőlem kért állásfoglalások azt bizonyítják, hogy a jelenség nagyon is létezik.

Ezek után megkérdezhetjük: melyik biztonságtechnikai szakember mondta már azt a belső építésznek, hogy „én már pedig fel nem szerelem a kamerát erre a ronda színű falra! Tessék sárgára átfesteni, mert az a kedvenc színem és akkor lesz videó rendszer!” Ugye ez így ebben a felállásban nevetségesen hangzik? Tessék mondani: és fordítva miért nem?!

Kis kitérő után foglalkozzunk még egy beltéri megvilágítási problémával, a pénztárakba elhelyezett kameráknál fellépő tükröződéssel. Nem véletlenül világi problémának lett nevezve, hiszen az üvegről a kelleténél nagyobb mennyiségben visszaverődő fény fő okozója az lehet, hogy a pénztáron belüli és kívüli fény nincs egyensúlyban. Be- és kitekintés szempontjából az ideális az lenne, ha a két tér környezeti megvilágítási értéke közel azonos lenne. Gyakran előfordul azonban, hogy az ügyféltéri (közönségforgalmi) világítást lekapcsolják, a pénztárakban viszont,



150. ábra

– mivel az adminisztrációs munkához megfelelő szintű megvilágítás szükséges- kiegészítő helyi fényforrás mellett végzik a tevékenységet. Ilyen szituációban bekövetkező fegyveres támadás esetén senki ne csodálkozzon, hogy a felvételeken az elkövető feje helyett a pénztáros ijedt tekintete néz ránk vissza az üvegről. Ezt elkerülhetjük, ha felhívjuk a megrendelőnek a figyelmét, hogy az utólagosan elhelyezett helyi fényforrások, illetve a nem megfelelően működtetett világítás milyen járulékos problémákat okozhat.

A visszaverődést csökkenthető a már említett polár szűrővel is, ennek optikához adaptált beszerzése viszont igen nehézkes.

Ezek után nézzük meg, hogy hogyan is számolható egy adott helyszín megvilágítása a kibocsátott fényáram és a távolság ismeretében. Vegyünk először egy egyszerűbb esetet, amikor a megvilágított felület a fényforrásból érkező fénysugarakra merőlegesen helyezkedik el (**150. ábra**).

Az egyszerűség kedvéért vegyük, „a” oldalú négyzetnek a besugárzott területet. (Mj.: a feladat természetesen kör alakú területtel is számolható.)

Ha ismerjük a fényforrás β sugárzási szögét, akkor a távolság (magasság) segítségével a négyzet oldalhossza kifejezhető:

$$\tan \frac{\beta}{2} = \frac{a}{h} \Rightarrow \frac{a}{2} = h \cdot \tan \frac{\beta}{2} \Rightarrow a = 2h \cdot \tan \frac{\beta}{2}$$

Ha ismerjük a kibocsátott fényáram nagyságát akkor a felület megvilágítási értéke:

$$E_{(lux)} = \frac{\Phi}{A} = \frac{\Phi}{a^2} = \frac{\Phi}{\left(2h \cdot \tan \frac{\beta}{2}\right)^2} = \left[\frac{lm}{m^2} \right] = [lx]$$

A gyártók sajnos nem mindig adják meg, hogy mekkora fényáramot bocsát ki az adott reflektor. Ilyenkor ökölszabályként használhatjuk azt a közelítést, hogy egy átlagos halogén izzó 20 lumen/watt fényáramot sugároz. Ezt a fényáramot az izzó a megadott üzemi feszültségen képes leadni.

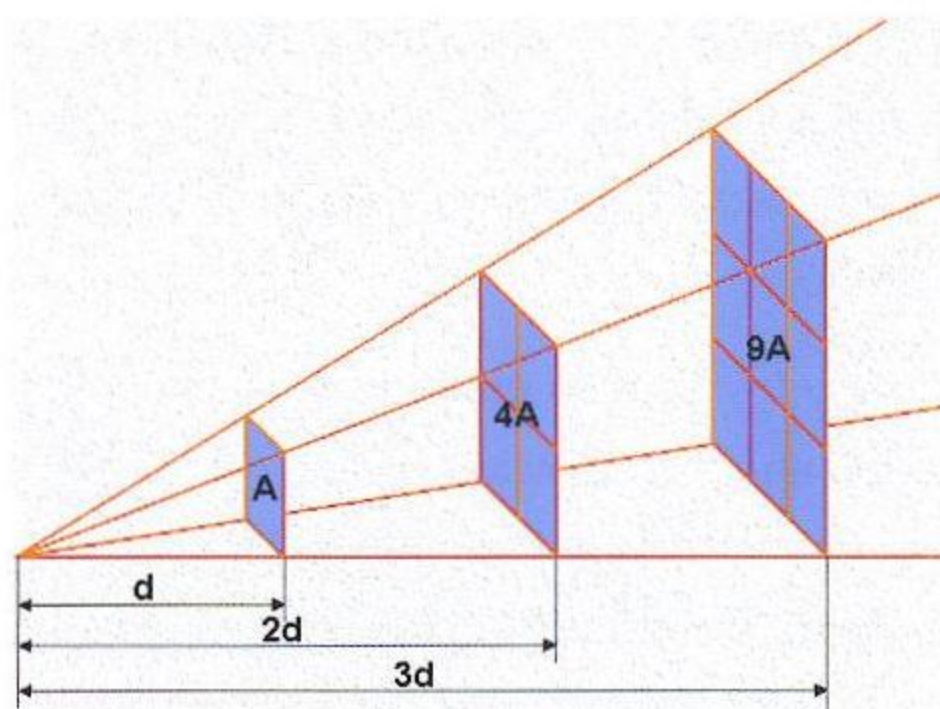
Sok gyártó az izzó élettartamának növelése céljából alacsonyabb feszültségen működő reflektorait, így a kibocsátott fényáram mértéke is kisebb lesz. E miatt javasolt 50%-os fényáram kibocsátást figyelembe venni, azaz 10 lumen/watt értékkel számolni. Ezzel az adattal számolt környezeti megvilágítási értékeket mutatja a **151. ábra**.

Lámpa teljesítmény	Reflektor szög	Megvilágítástól való távolság						
		1 m	5 m	10 m	20 m	50 m	100 m	200 m
500 W	10°	163308 lx	6532 lx	1633 lx	408,3 lx	65,3 lx	16,3 lx	4,1 lx
500 W	20°	40204 lx	1608 lx	402 lx	100,5 lx	16,1 lx	4 lx	1 lx
500 W	30°	17410 lx	696 lx	174,1 lx	43,5 lx	7 lx	1,7 lx	0,4 lx
300 W	10°	97985 lx	3919 lx	980 lx	245, lx	39,2 lx	9,8 lx	2,4 lx
300 W	20°	24123 lx	965 lx	241,2 lx	60,3 lx	9,6 lx	2,4 lx	0,6 lx
300 W	30°	10446 lx	418 lx	104,5 lx	26,1 lx	4,2 lx	1 lx	0,3 lx
150 W	10°	48992 lx	1960 lx	490 lx	122 lx	19,6 lx	4,9 lx	1,2 lx
150 W	20°	12061 lx	482 lx	120,6 lx	30,2 lx	4,8 lx	1,2 lx	0,3 lx
150 W	30°	5223 lx	209 lx	52,2 lx	13,1 lx	2 lx	0,5 lx	0,1 lx
75 W	10°	24496 lx	980 lx	245 lx	61,2 lx	9,8 lx	2,4 lx	0,6 lx
75 W	20°	6031 lx	241 lx	60,3 lx	15,1 lx	2,4 lx	0,6 lx	0,2 lx
75 W	30°	2612 lx	104 lx	26,1 lx	6,5 lx	1, lx	0,3 lx	0,07 lx
50 W	10°	16331 lx	653 lx	163,3 lx	40,8 lx	6,5 lx	1,6 lx	0,4 lx
50 W	20°	4020 lx	161 lx	40,2 lx	10,1 lx	1,6 lx	0,4 lx	0,1 lx
50 W	30°	1741 lx	70 lx	17,4 lx	4,4 lx	0,70 lx	0,17 lx	0,04 lx
35 W	10°	11432 lx	457 lx	114,3 lx	28,6 lx	4,6 lx	1,1 lx	0,3 lx
35 W	20°	2814 lx	113 lx	28,1 lx	7 lx	1,1 lx	0,3 lx	0,07 lx
35 W	30°	1219 lx	49 lx	12,2 lx	3 lx	0,5 lx	0,12 lx	0,03 lx
20 W	10°	6532 lx	261 lx	65,3 lx	16,3 lx	2,6 lx	0,7 lx	0,16 lx
20 W	20°	1608 lx	64 lx	16 lx	4, lx	0,6 lx	0,2 lx	0,04 lx
20 W	30°	696 lx	28 lx	7 lx	1,7 lx	0,3 lx	0,07 lx	0,02 lx

151. ábra

A táblázat az előbb levezetett képlet alapján készült, és a számolásmentes tervezést hivatott segíteni. Egy dolgot azért érdemes belőle kiemelni. A környezeti megvilágítási értékek a távolság négyzetével fordítottan arányosak (**152. ábra**).

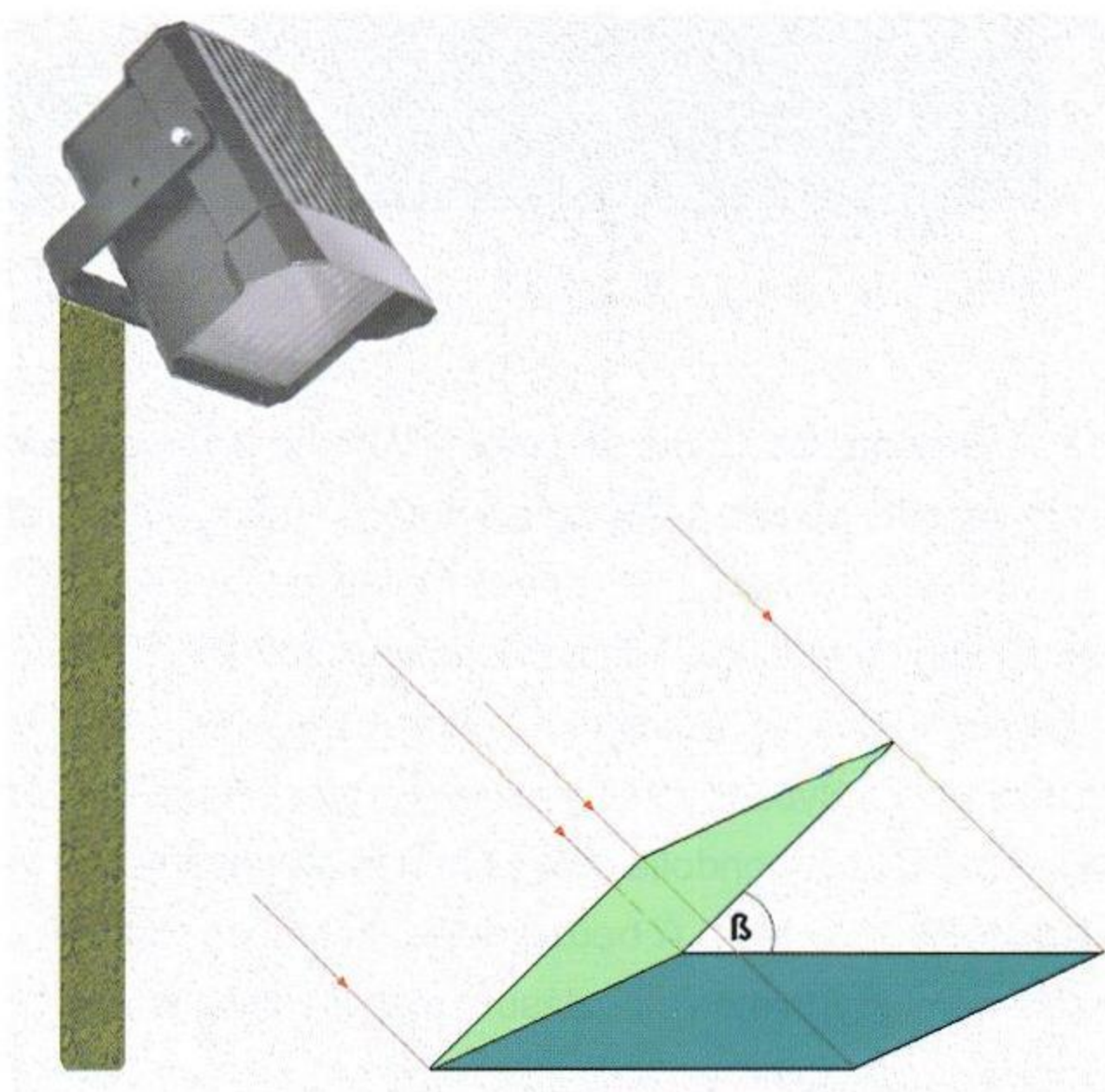
Azaz, ha egy fényforrástól 10 méter távolságra 36 lux a környezeti megvilágítás, akkor 20 méterre 9 luxot, 30 méterre 4 luxot mérhetünk.



152. ábra

Az eddigi számolás során merőleges megvilágítást feltételeztünk, mely a gyakorlati telepítés során elég ritkán fordul elő. Ezért nézzük meg, hogy miként változik a megvilágítás értéke, ha a reflektorból érkező fénysugarak, a merőlegestől eltérő szögben érik a céltárgyat.

Nézzük a **153. ábrát**. Itt a reflektorból érkező fénysugarak 45 fokban érik a felületet. A világos zölddel jelölt **A** területen (mely terület merőleges a beeső fénysugarakra) **E** nagyságú környezeti megvilágítási értéket mérünk. Ekkor a tényleges (sötét zölddel jelölt) **A/cosβ** nagyságú területen **Ecosβ** környezeti megvilágítási értéket mérhetünk, amely (mivel $\cos\beta \leq 1$) mindig kisebb lesz mint a merőleges (zöld)síkon mérhető **E** érték. A képletben említett **β**

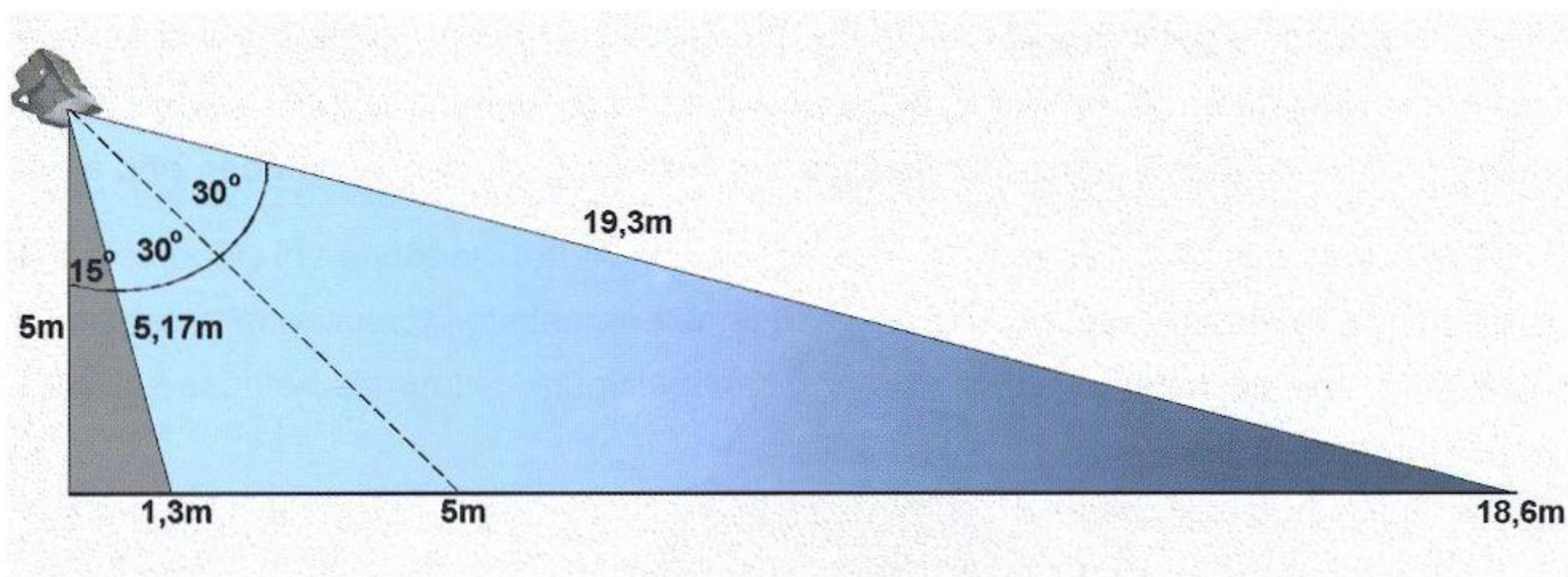


153. ábra

szögön a két sík által bezárt szöget értjük, mely azonos a lámpa tengelyének a függőleges oszloppal bezárt szögével. A gyakorlatban pont ez a szög okozza a problémát. Ugyanis minél jobban közelít a 90 fokhoz, annál nagyobb különbséget mérhetünk a közeli és távoli bevilágított terület megvilágítási értéke között.

Ezt a beállítást szemlélteti a **154. ábra**. Ennél a példánál a szerelési magasság 5 méter, a reflektor dőlési szöge 45 fok, míg a fénykisugárzási szög 60 fok. Ebben a konfigurációban a legközelebbi megvilágított terület 1,3 méterre, míg a legtávolabbi 18,6 méterre található.

A fény így az első esetben 5,17 m-t míg a másodikban 19,3 m-t, azaz kb. 4-szer akkora távolságot halad. Mivel a megvilágítás értéke a távolság négyzetével fordítottan arányos, így ennek megfelelően közel 16-szoros különbséget mérhetünk. Azaz, ha egy 300 W-os lámpa közel 90 lux környezeti megvilágítást produkál a lámpától mért kb. 5 méterre (azaz az oszloptól 1,3 méterre), akkor a legtávolabbi ponton, azaz az oszloptól 18,6 méterre kb. 5,6 luxot mérhetünk.

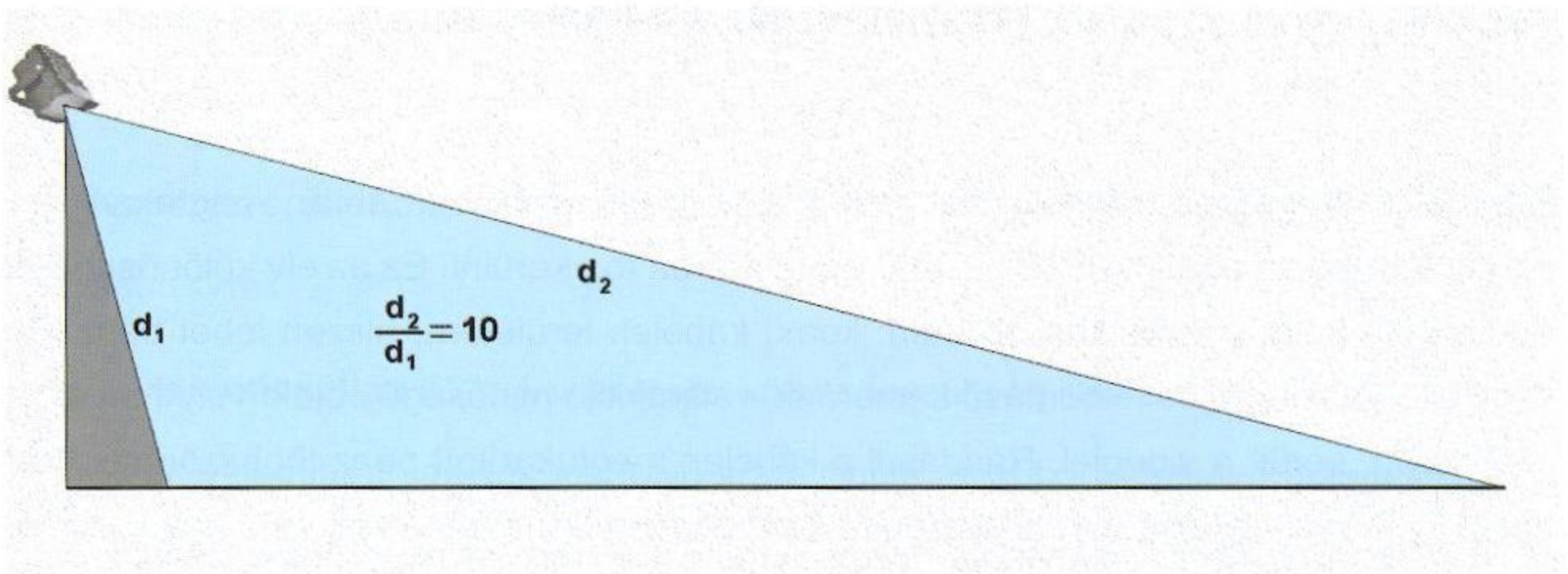


154. ábra

Ez a megvilágítási különbség már jól látható a kamera képen. Ugyanis kültéri, autoiriszes alkalmazásnál, széles látószögű optika esetén a blendét nem tudjuk mindkét szélsőséges esethez hozzáállítani. Ennek következtében vagy a közeli tárgyak lesznek túlvezéreltek, vagy a távoliak felismerhetetlenül sötétek. Ez a környezeti megvilágítási értékben mérhető különbség bármilyen teljesítményű fényforrás esetén megmarad. Ezt azért érdemes hangsúlyozni, mert a tervező, vagy telepítő gondos számolás és körültekintő tervezés nélkül azt gondolja, hogy majd betervez egy 500 W-os reflektort, és akkor minden kiválóan látható lesz. A beüzemelést követően döbben csak rá, hogy a kép teljes egészére nem egyenletes eloszlású a megvilágítás és a közeli tárgyakra visszaverődő fénysugarak „elvakítják” a kamerát.

Mit lehet ilyen esetben tenni? Az első és legfontosabb, hogy a reflektor sugárzási szöge és az objektív nyílásszöge megfelelően illeszkedjen egymáshoz.

Nagyobb távolságok esetén használjunk több, különböző területre világító reflektort. Végzetül választhatunk olyan fénysugárzót is, mely közel egyenletes megvilágítást biztosít egy 10-es átfogású távolságon (**155. ábra**).



155. ábra

Az ilyen reflektoroknak ugyan kicsit magasabb az áruk, viszont igen egyenletes fényeloszlást produkálnak. Ezek között is két típus létezik. Az egyikben a sugárzó reflektorok vannak úgy kialakítva, hogy a távolabbi részre kb. 100-szor akkora fény mennyiséget sugározzanak, mint közelre. A másik típusnál két külön reflektorizzó található, különböző fényárammal és sugárzási szöggel.

9. Képtviteli eszközök

Egy bölcs öregember egyszer azt mondta, hogy az építkezés során megtakarított 1 penny később az újraépítés során már egy dollárba fog kerülni. Ez az elv különösen igaz a koaxiális (körszimmetrikus, röviden: koax) kábelek területére, hiszen lehet bármilyen nagy érzékenységű és felbontású kameránk, valamint jó minőségű objektívünk, ha az átvitel során „sérül” a videojel. Ráadásul a kábelen megtakarított pénz többszörösét fizethetjük ki, ha egy elkészült rendszert újra kell kábelezni. Emiatt lényeges, hogy tisztában legyünk a jelátvitel alapjaival és buktatóival. **Videó rendszereknél törekedni kell arra, hogy lehetőleg csak jó minőségű koaxiális kábelt használjunk.**

9.1 Koaxiális kábelek

A pontos megértéshez nézzük először a kábelekre jellemző paramétereket:



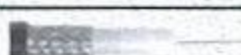
- ↳ **Csillapítási állandó (α):** A kábelre jellemző egyik legfontosabb állandó, melyet dB/100m-ben adnak meg. Értéke függ a frekvenciától, a vezeték dielektrikumától és a skinhatás illetve örvényáram miatt a vezeték felszínétől. Számítása összetett, ezért ennek értékét általában mérésekre alapozva adják meg. Állandó frekvencián a mért vezeték csillapítása a két végpontján mért feszültségekből az alábbiak szerint számolható:

$$a = 20 \cdot \log \frac{U_1}{U_2}$$

amiből (l vezeték hossza)

$$\alpha = \frac{a}{l}$$

Nézzük meg a 3 legáltalánosabban használt koaxiális kábel típus frekvencia függő csillapítását (156. ábra). láthatjuk,

	RG59	RG6	RG11
1MHz	0,97 dB/100m	0,87 dB/100m	0,63 dB/100m
10MHz	3,33 dB/100m	2,33 dB/100m	1,67 dB/100m
			

156. ábra

hogy a frekvencia növekedésével, a csillapítás mértéke is növekszik.

↪ **Induktivitás állandó, fajlagos induktivitás (L'):** mH/km-ben, vagy $\mu\text{H}/\text{km}$ -ben megadott érték

↪ **Kapacitás állandó, fajlagos kapacitás (C'):** nF/km-ben, vagy pF/km-ben megadott érték

↪ **Hullámellenállás (Z_0):** A vezetékek közötti feszültség illetve az így kialakult villamos térerő, valamint a vezetékben folyó áram illetve az ebből keletkező mágneses tér a vezeték minden egyes pontján meghatározott arányban áll egymáshoz. Ezt az arányt nevezzük hullámellenállásnak. Az ideális vezeték hullámellenállása a vezeték induktivitásából és kapacitásából is meghatározható,

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L'}{C'}}$$

vagy a relatív permittivitásból (ϵ_r) és a vezeték méreteiből is számítható. Koaxiális kábel esetén, ahol „D” a vezeték külső, „d” pedig a belső ér átmérője:

$$Z_n = \frac{138}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \lg \frac{D}{d}$$

↪ **Rövidülési tényező (v/c):** Viszonyszám, mely azt fejezi ki, hogy a „v” terjedési sebesség mennyivel kisebb a „c” fénysebességnél. Az elektromágneses hullám terjedési sebessége a vezeték permittivitásától (ϵ), és permeabilitásától (μ) függ.

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \cdot \mu}}$$

Mivel $\epsilon = \epsilon_r \cdot \epsilon_0$ és $\mu = \mu_r \cdot \mu_0$, így a terjedési sebesség vákuumban, vagy levegőben¹³ :

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \cdot \mu_0}} = c$$

¹³ figyelembe véve, hogy itt megközelítőleg $\mu_r = 1$ és $\epsilon_r = 1$

azaz az elektromágneses hullám terjedési sebessége megközelítőleg a fénysebességgel egyenlő.

Abban az esetben, ha a terjedési közeg szilárd dielektrikum, ahol $\epsilon_r > 1$, a terjedési sebesség kisebb, mint a fénysebesség. Ezt a kifejezést nevezzük rövidülési tényezőnek. A nevét onnan kapta, hogy az elektromágneses hullám hullámhossza az $\epsilon_r > 1$ vezetéken történő terjedés során megrövidül. Nagyságát egyszerű hullámhossz méréssel is meg lehet határozni.

Láthatjuk, hogy a videojel átviteléhez sok szempontot figyelembe véve kell kiválasztani a megfelelő kábel típust. A CCTV rendszereknél a már említett koaxiális kábeleket alkalmazzuk.

Lényeges, hogy a rendszerben csak 75 Ω -os impedanciájú kábeleket szabad alkalmazni. Próbáljuk meg kerülni az olcsó, rossz minőségű kábelek használatát, mert beüzemelés során számtalan megmagyarázhatatlan jelenséggel fogunk találkozni, melynek többnyire az a vége, hogy a teljes kábelezést le kell cserélni.

A koaxiális kábeleket különböző minőségekben és típusokban gyártják. Ismerve a gyártó cégek kábel adatait, az adott feladathoz általában jól megválasztható a szükséges típus. Nézzük meg a három legáltalánosabban használt koaxiális kábellel áthidalható maximális távolságot.

A kábelek jelölése valamikor a külső átmérőből indult. A legáltalánosabban használt az RG59-es kábel. Ezt valamikor 5.9-nek jelölték, de a pont szép lassan elmaradt. Ezt a kábelt normál esetben kb. 300 méter távolságra használhatjuk. Ennek ellenére találkozhatunk olyan gyári specifikációkkal, ahol 900-1000 métert jelölnek meg áthidalható távolságként. Ez főként távtáplált, illetve távvezérelt kameráknál fordul elő, ahol adatokat küldünk a kamera felé a kamera pedig videojeleket küld a központnak. Ez azért van így, mert a gyártók különleges erősítő és szűrő áramköröket iktatnak be az adó és vevő oldalon, hogy a jelszint ilyen távolságra is torzítatlanul eljusson.

Ugyan ezen az elven megfelelő erősítéssel normál videojelet az ajánlott (300m-es) távolságnál lényegesen messzebbre (akár 1000 m-re!) mi is elvihetjük, ehhez azonban a jelalakok és jeltorzulások mélyebb ismerete szükséges.

A következő kicsit vastagabb kábel az RG6-os. Az ajánlott maximálisan áthidalható távolság ezzel a kábellel kb.450m. Az RG11-es kábel nehéz, kemény és merev, ezzel a típussal azonban az áthidalható távolság 900 méter is lehet.

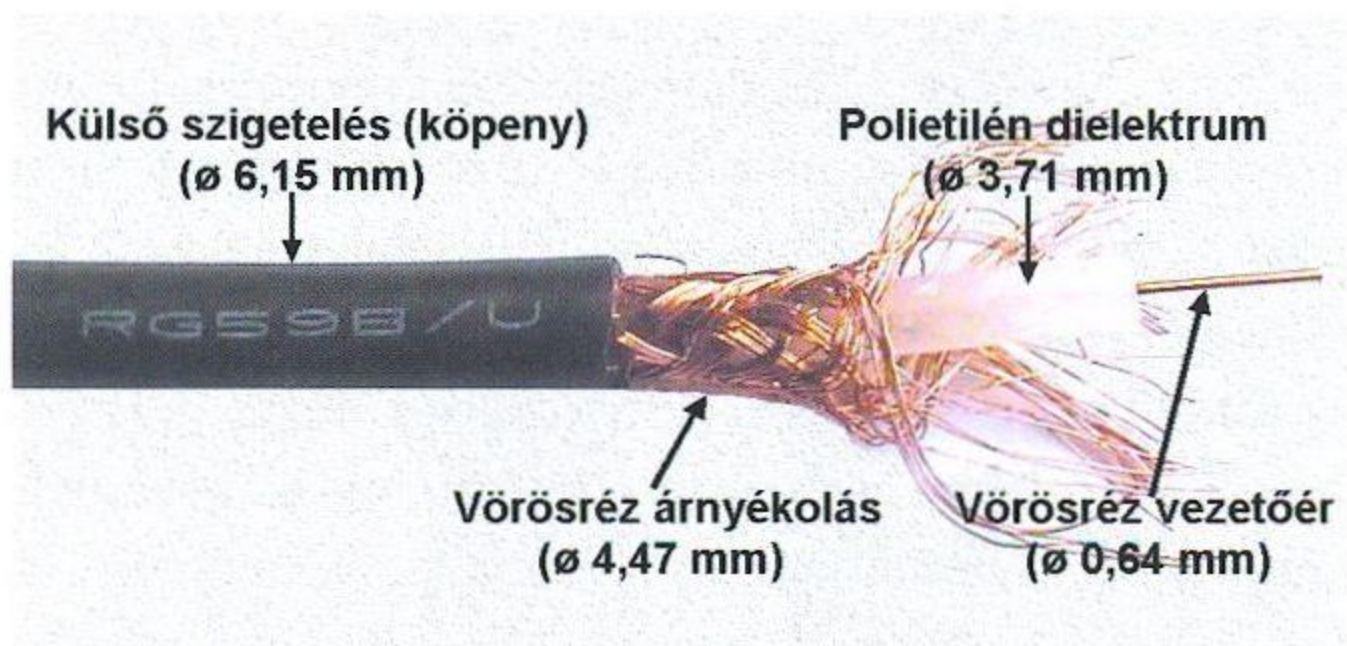
Ha már szóba került érdemes még egy kicsit elidőzni az áthidalható távolságnál. Ezt is sok tényező befolyásolja. Lényeges, hogy a kábel környezetében milyen nagyságú zavaró erőterek vannak jelen.

Ezzel összefüggésben nem elhanyagolható a koaxiális kábel árnyékolásának a minősége, a csillapítása, továbbá a kábelen alkalmazott megszakítások száma és kötések minősége. Mindezekén túl talán ugyanilyen fontos az alkalmazott vezeték kapacitási állandója.

Ugyanis többnyire ez, és nem a csillapítás az, ami behatárolja a maximális áthidalható távolságot. A kábelkapacitás ugyanis egész egyszerűen „lenyalja” a sorszinkron jeleket, melynek következtében a kép sorszinkron hibás lesz. Ez a képen úgy jelentkezik, hogy többnyire a világosabb részeknél a kép vízszintes irányban megtörik. Megfelelő áramkörrel ez a jeltorzulás korrigálható.

Most nézzük meg, hogy hogyan is néz ki a valóságban egy jó minőségű koaxiális kábel (**157. ábra**). A legkülső része a koaxiális kábelnek a köpeny. A köpeny védi meg a kábelt az időjárástól, portól, sérülésektől, víztől, korróziótól.

Egy kábelt, ha például föld alá fektetünk, akkor olyannak kell lennie a köpenynek, mely a talajban zajló kémiai folyamatoknak és mechanikai igénybevételnek ellenáll. Erre a célra gyártanak külön kettős köpenyű, vagy kettős köpenyű és páncélozással megerősített ko-



157. ábra

axiális kábeleket. A páncélréteget egy 1,4 mm átmérőjű, egymás mellé szorosan feltekert köracél huzal alkotja. Ez a réteg a földre történő lefektetéskor tökéletesen megvédi a vezetékét az esetleges mechanikai behatásoktól.

Beltéren, falon kívüli elhelyezésnél javasolt olyan külső szigetelésű kábel alkalmazása, melyik tűz esetén nem ad ki mérges gázokat.

Kültéren kifeszített (póznáról póznára szerelésnél) koaxiális kábel esetén, olyan köpenyt célszerű alkalmazni, ami UV álló, azaz a napsugárzás nem fogja roncsolni az anyagát. Ellenkező esetben a hagyományos szigetelés a nap UV sugárzástól megkeményedik, majd egy kisebb mechanikai behatás következtében a külső szigetelés megrepedezik. Ezen a repedésen keresztül a csapadék, pára, nedvesség bejut a kábel belsejébe és így okoz komoly problémát a kép minőségében. Szintén a kültéren szerelt átfeszítéseknel olyan koaxiális kábel használata javasolt, mely önhordó azaz rendelkezik tartósodronnyal¹⁴. Összegezve: a köpenynek feladata védeni a kábelt a külső mechanikus behatásoktól.

¹⁴ Ez általában a koaxiális kábel mellett lévő 5-8 db egyenként 1mm átmérőjű acélhuzal.

A köpeny alatt a következő réteg az árnyékolás. Az árnyékolás többféle anyagból lehet. Lehet réz, alumínium és rengeteg egyéb más vezető fém.

A CCTV rendszereknél alkalmazott kábelek árnyékolása 100%-osan tiszta rézből készülnek. Az árnyékolás nagyon fontos része a kábelnek. Ez akadályozza meg, hogy a külső környezeti zavarok hatással legyenek a vezetékben továbbított információra. Az árnyékolás anyagán kívül lényeges szempont ennek struktúrája is. Javasolt az ún. fonott árnyékolású kábel alkalmazása, amelynél a szálak egymásba fonva készülnek, hiszen minél összefüggőbb az árnyékolás, annál jobban kifejti védő hatását.

A következő réteg az árnyékoláson belül a dielektrikum. A dielektrikum többnyire polietilénből készül, de számtalan más egyéb anyagból is készülhet. Ez az a réteg ami „beállítja” a kábel impedanciáját, azaz váltakozó áramú ellenállását.

Végül, legbelül van a kábelben a középső mag, maga a vezeték. Ez is sokfajta anyagból lehet. A CCTV rendszereknél az árnyékoláshoz hasonlóan itt is javasolt a 100%-osan rézmagú kábel. Maga a rézmag kialakítása is kétfajta lehet. Az egyik egy tömör, a másik pedig több vékony szálból összefonott, összesodort vezeték. Ez utóbbi típust célszerű használni minden olyan esetben, amikor a kábel valamilyen mozgásnak van kitéve. Ilyen lehet például szabadtéren, mikor póznáról póznára vezetjük a kábelt, vagy ha forgózsámolyra telepítjük a kamerát. Ezekben az esetekben, ha nem használunk fonott magú kábelt, akkor előfordulhat, hogy néhány ilyen mozgás után a kábel belsejében a mag eltörik valahol, és ez egy hosszadalmas hibakeresési eljárást eredményezhet.

A koaxiális kábel ismertetése után foglalkozzunk egy kicsit a csatlakozókkal is, mivel a telepítés során fellépő hibák körülbelül 80%-át hibás csatlakozók okozzák (**158. ábra**). Nagyfrekvenciás jelátvitelnél több csatlakozótípust alkalmaznak. Az otthoni televíziós technikában találkozhatunk az ún. antennacsatlakozóval. Az UHF vagy ismertebb nevén Amphenol csatlakozót magas frekvenciájú jelek átviteléhez fejlesztették ki, abban az időben, amikor a videó technika még csak gyerekcipőben járt.



158. ábra

Többnyire különböző nagyfrekvenciás mérőberendezéseken találhattuk és találhatjuk meg ma is ezt a kissé nagynak tűnő csatlakozót, melyet a kezdeti videós korszakban kamerák kimenetén is használtak.

Az F csatlakozót főként a műholdas technikában alkalmazzák. Ennél a típusnál a belső vezető közvetlenül ér bele az aljzatba, vagy a toldóba, mely a műholdas technikában jelenlevő GHz-es frekvencián nem okoz kontaktus problémát. A CCTV rendszereknél ennél lényegesen alacsonyabb frekvencián dolgozunk, ezért itt már fontos a pontos galvanikus csatlakozás, valamint szükség lehet időnként sodrott belsőmagú kábel használatára is, ezért ezen kívánalmak kielégítésére jött létre az ún. BNC csatlakozó.

A BNC csatlakozó háromfajta formátumban kapható. A legjobb kontaktust a hagyományos kábelre forraszthatós kivittel érhetjük el. E mellett kültéri szerelés esetén ennek a kivitelnek a legjobb a nedvességgel és korrózióval szembeni ellenálló képessége is. Hátránya, hogy szerelése igen időigényes és forrasztópáka szükséges hozzá. Ez mellett szerelése egyedül némi ügyességet is igényel. Gondoljunk bele, hogy mínusz tíz fokban állunk a létra tetején, „munkavé-



159. ábra

delmi okokból” egyik kezünkkel kapaszkodva. A másik kezünkben a lecsupaszított kábel, a harmadikban a BNC, a negyedikben a páka és a forrasztóón. Nos, ha így sikerül, akkor az ötödikkel és hatodikkal még tapsolhatunk is. Ráadásul a forrasztáshoz 230 V szükséges, mely időnként tovább bonyolítja a helyzetet. Gázpákát használni csak abban az esetben javasolt, ha az igen jó minőségű, mivel ellenkező esetben a kelleténél nagyobb hőmennyiség megolvaszthatja a dielektrikumot. Lényegesen egyszerűbb és gyorsabb szerelést tesz lehetővé az ún. préselhető vagy más nevén „krimpelhető” formátumú csatlakozó **(159. ábra)**.

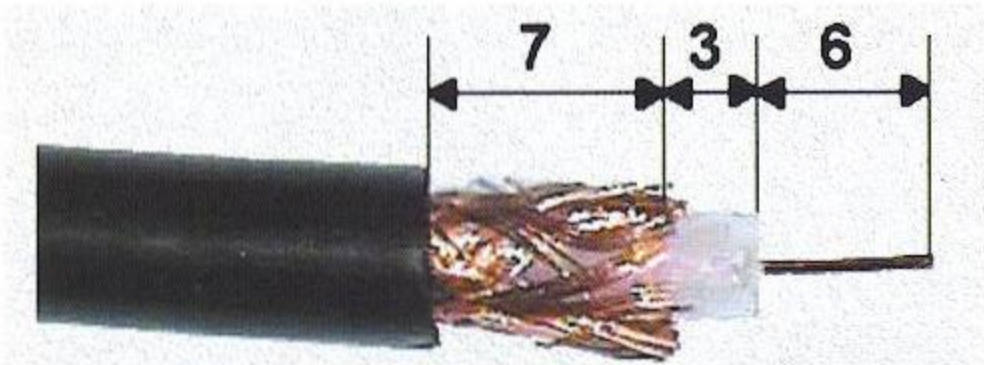
Ennél a megoldásnál a kábelre egy speciális szerszámmal kell rápréselni a BNC-t. A kábelt először megfelelő hosszban „megblankoljuk”. A műveletre ma már találhatunk olyan eszközt, mellyel ezt a – egyébként több lépésből álló – munkafázist egy mozdulattal el tudjuk végezni.

Ilyen szerszámot mutat a **160. ábra**. A szerszám megfelelő vágás mélységét először be kell állítani és csak ezután lehet rendeltetészerűen használni. Ezért javasolt a tényleges használat előtt próbacsupaszítást végezni.



160. ábra

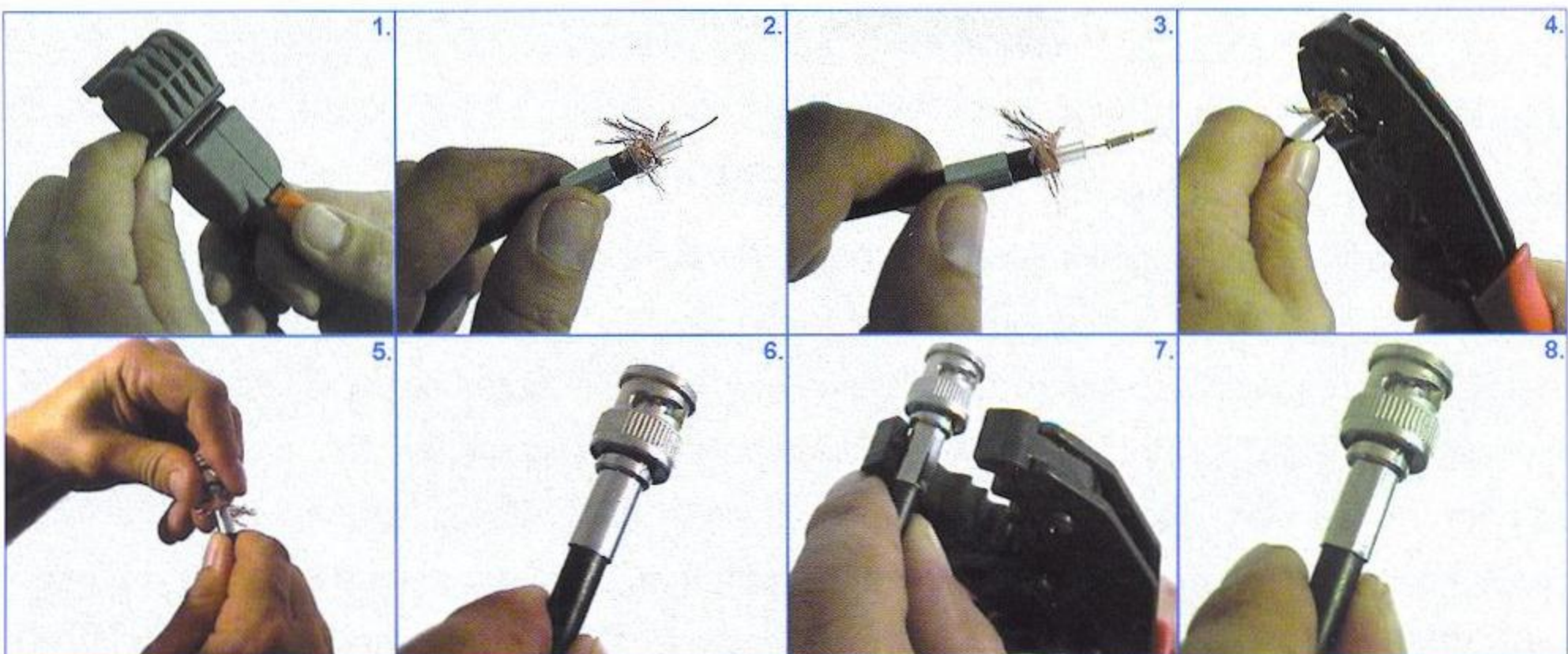
Nagyon lényeges a megfelelő hosszban történő blankolás, mert csak így érhetjük el a műszakilag és persze nem utolsó sorban esztétikailag is megfelelő csatlakozás kialakítását. Amennyiben nem az ábra szerinti célszerszámmal végezzük a csupaszítást, akkor a **161. ábra** szerinti, milliméterben megadott csupaszítási méreteket célszerű figyelembe venni.



161. ábra

A blankolást követően először a belső érre préseljük rá a fogó segítségével az aranyozott tüskét. Ezt követően ráhúzzuk a kábelre a rögzítést biztosító gyűrűt, majd a tüskére ráhúzzuk a BNC-t. Ezután a rögzítőt feltoljuk a BNC nyakáig, ütközésig és a fogóval rápréseljük a kábelre. Az esetlegesen kilógó árnyékolást jó minőségű csípőfogóval többen levághatjuk. A teljes szerelés menetét szemlélteti a **162. ábra**.

A blankolást követően először a belső érre préseljük rá a fogó segítségével az aranyozott tüskét. Ezt követően ráhúzzuk a kábelre a rögzítést biztosító gyűrűt, majd a tüskére ráhúzzuk a BNC-t. Ezután a rögzítőt feltoljuk a BNC nyakáig, ütközésig és a fogóval rápréseljük a kábelre. Az esetlegesen kilógó árnyékolást jó minőségű csípőfogóval többen levághatjuk. A teljes szerelés menetét szemlélteti a **162. ábra**.



162. ábra

A kábelre a gyűrűt túl szorosan rányomni nem lehet, mivel a fogó úgy van kialakítva, hogy egy racsnis kioldó szerkezet ezt megakadályozza. A szerszám alkalmas 50 ohmos koaxiális kábel csatlakozóinak a szerelésére is, ami viszont vékonyabb mint a 75 ohmos. Ehhez a fogóban ki kell cserélni a szorító pofákat. Előfordulhat, hogy tévedésből ezzel nyomjuk meg a vastagabb videokábelt, ami már káros keresztmetszet csökkenést okoz a kábelnél.

A rövid leírás és a képek is azt bizonyítják, hogy a csatlakozó szerelése gyors és megfelelő mechanikai szilárdságot biztosít. Ez utóbbit tovább növelhetjük a kábel nyakára húzott törésgátlóval. A csatlakozót megfelelő minőségű fogóval szinte lehetetlen rosszul felszerelni, ha megfelelő hosszúságban csupaszítjuk meg a vezetéket. Tipikus hiba kopott pofák esetén a nem kellő mértékben kifejtett préselési erő, mely a BNC lecsúszását okozza a kábelről, valamint az, amikor a belső ér rövidre vágásakor a belső tűske nem ér ki a megfelelő mértékben a csatlakozóból. Ügyeljünk arra is, hogy a különböző típusú vezetékekhez különböző csatlakozók a megfelelők, mivel a kábel külső – és így a gyűrű belső – átmérője nem egyforma.

Végül érdemes megemlíteni az F csatlakozó mintájára, – csak annál lényegesen gyengébb adaptációval – készült felcsavarozható formátumú BNC csatlakozót. Installálása előtt a koaxiális kábelt úgy kell megblankolni, hogy abból csak a belső ér lógjon ki. Ez képezi majd tűske nélkül, önállóan a csatlakozó belső magját. A BNC-t ezek után az F csatlakozóhoz hasonlóan fel kell tekerni a kábelre, majd a nyakánál elhelyezett hernyócsavarral rögzíteni kell. Ennek a csavarnak a rögzítésen túl az is a szerepe, hogy áthatoljon a külső köpenyen és az árnyékolásba belehatolva galvanikus kapcsolatot hozzon létre a BNC testével.

Nos talán a szerelési ismertetésből kiderült, hogy ennek a típusnak a használata több veszélyt is rejthet magában. Először is nem célszerű használni őket olyan területen, ahol a BNC csatlakozót sűrűn leszedik, illetve újra csatlakoztatják. Az állandó mozgatás, csavarás, egyszerűen le fogja csavarni a csatlakozót a kábelről. Másodsorban nem javasolt ilyen felcsavart csatlakozót kültéren, illetve kameramozgató mechanizmus alkalmazása esetén használni. Ennek két oka is van. Az egyik az, hogy egy szabadban lévő kábelnek, szintén lehetnek apró mozgásai és ez egyszerűen le fogja dolgozni a csatlakozót a kábelről. A második ok az, hogy ez a csatlakozási típus nem vízálló, nem nedvességálló, tehát a nedvesség korróziót fog okozni. A harmadik probléma magából a szerelésből adódhat, ugyanis a hernyócsavar megfelelő mélységű becsavarása nem könnyű feladat. Amennyiben a csavar vége túl tompaszögű, úgy az nem tud áthatolni a külső köpenyen és csak deformálja a kábelt. Túl hegyes kiképzés esetén pedig könnyen áthatol a külső részen, de ezzel a mozdulattal belehatolhat a dielektrikumba is, és így könnyen rövidzárt okozhat.

Szintén problémát okozhat, ha a belső ér picit meggörbül és amikor csatlakoztatni akarjuk az aljzathoz, akkor felakad a belső hüvely szélén, majd teljesen elhajolva szintén rövidzárt okoz.

Akkor mikor is használhatjuk ezt a csatlakozót? Nagyon jól használhatók olyan vészhelyzetben amikor a csatlakozást nagyon gyorsan kell megoldani. Ez viszont nem minősül tartós, megbízható megoldásnak, ezért érdemes mielőbb kicserélni.

A következő fontos kérdés lehet a kábeltoldás kialakítása, illetve, hogy hány toldás lehet egy kábelhosszban? Az általánosan elfogadott „ökölszabály” az, hogy 5 vágási pontot szabad megengedni maximum. A toldás minden esetben toldó csatlakozóval készüljön. Ilyenkor az összetoldandó végek mindegyikére kerüljön egy-egy BNC és közé a **163. ábra** szerinti toldó. A kameránál és a monitornál levő csatlakozók együttesen egy ilyen pontnak számítanak.



163. ábra

A videójeleknél általában 10, 12, maximum 14 dB csillapítás engedhető meg. Tudnunk kell, hogy a kábelen minden megszakítás, – még a megfelelő toldó csatlakozók használatával is – 2 dB veszteséget jelent. Ebből kiszámolható, hogy a megszakítások maximális száma, amit egy kábelezés során alkalmazhatunk, kb. 5. Ez megint egy átlagos, a gyakorlat alapján elfogadott szám. Abban az esetben, ha az áthidalandó távolság meghaladja a 200-300 métert, akkor célszerű a megszakítások számát nullára csökkenteni. Ez azt jelenti, hogy ilyen távolságnál sokat nyerhetünk a jel minőségénél, ha egybe húzzuk be a vezetéket. Ezt már a koaxiális kábel rendelésénél figyelembe kell venni, azaz 500 méteres, vagy 1000 méteres tekercsben célszerű azt megrendelni. Ilyen nagymennyiségű kábel kezelése persze nem egyszerű, de a fáradozás a szó szoros értelmében megtérül.

Most pedig mind a telepítés, mind a szervizelés szempontjából összegezzünk néhány követendő szabályt:

- ↳ A lehető legjobb minőségű kábelt használjuk. Lehetőleg rézmagút, réz árnyékolással.
- ↳ Mindenképpen kerüljük el, hogy a koaxiális kábel hálózati vagy adatinformációs kábelekkel párhuzamosan menjen. A koaxiális kábel ugyan rendelkezik árnyékolással, de ez hamis biztonságérzettel tölthet el bennünket. Ugyanis a zavaró mágneses tér behatolási mélysége(d):

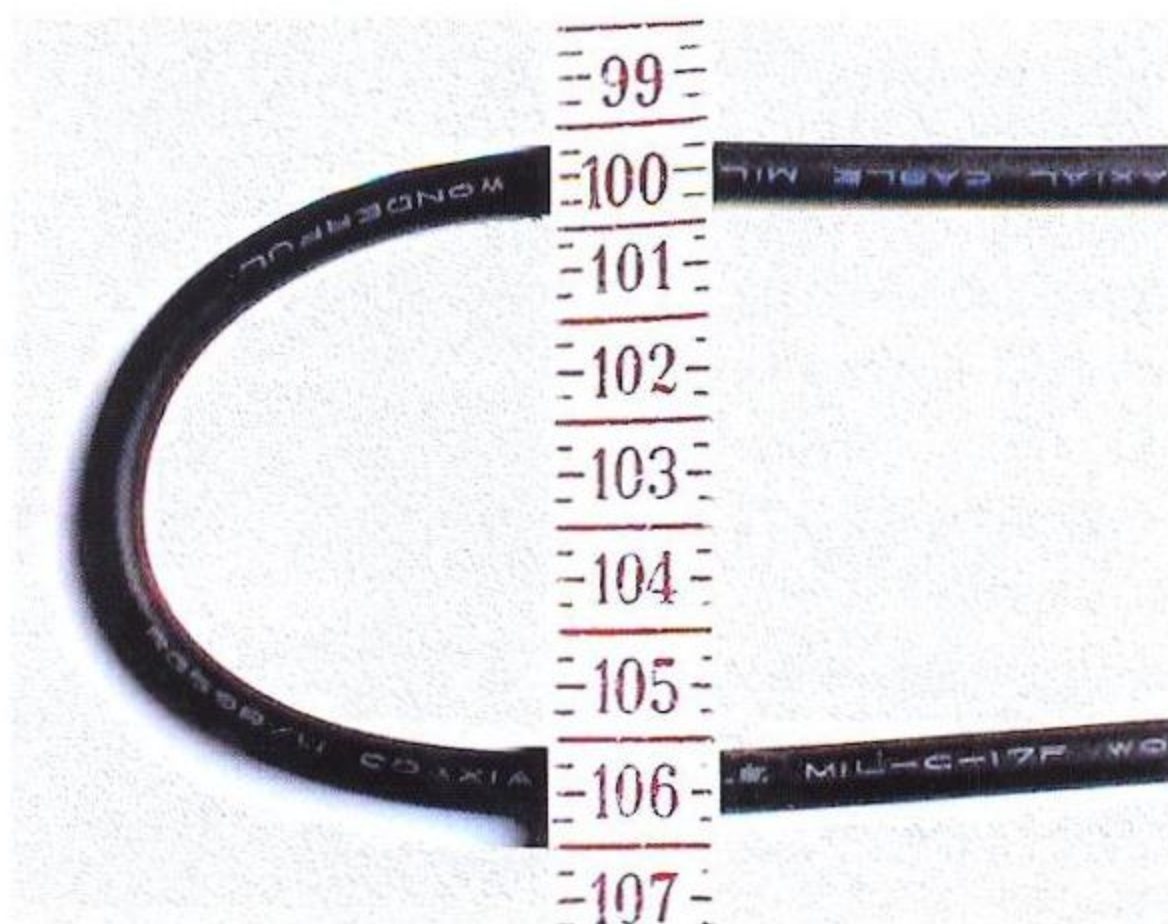
$$d = \sqrt{\frac{2}{\omega \cdot \mu \cdot \kappa}}$$

Ahol ω a váltakozó áram körfrekvenciája, μ az árnyékoló anyag permeabilitása, valamint K az árnyékoló anyag vezetése. A képletből kitűnik, hogy alacsony frekvenciatartomány esetén a behatolási mélység nagyobb, mint a magasabb frekvenciákon. Ezt szemlélteti a **164. ábra** is két különböző (réz és alumínium) anyag esetén. Jól látszik, hogy az alumíniumba ugyanolyan frekvenciánál nagyobb a behatolási mélység mint a rézbe.

Anyag	Behatolási mélység	
	50 Hz-nél	1 MHz-nél
Réz	~ 9,5 mm	~ 0,0067 mm
Alumínium	~ 11,9 mm	~ 0,084 mm

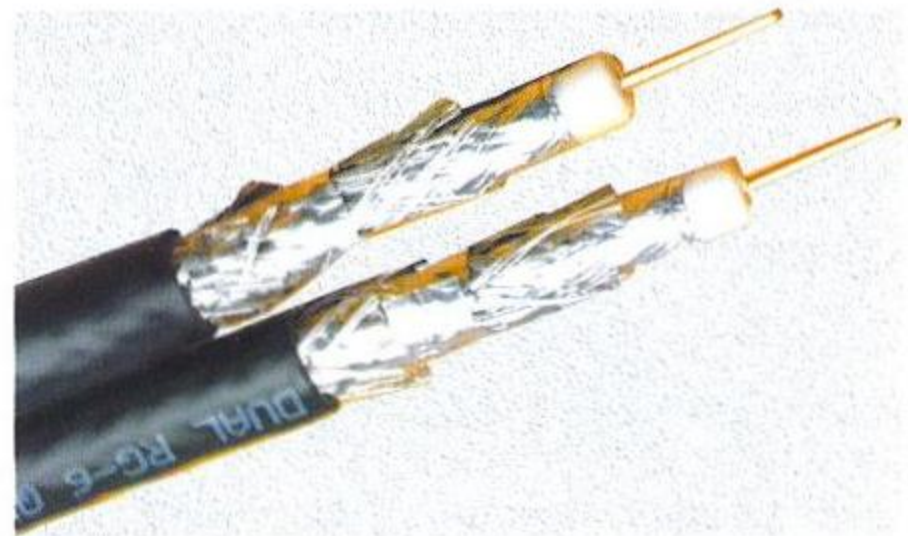
164. ábra

- ↳ Mindig megfelelő BNC csatlakozót használjunk. Ahol csak lehet kerüljük el a kábel megszakítását.
- ↳ Az egy kábelhosszba iktatható megszakítások száma max. 5 legyen úgy, hogy a kamera, illetve a monitor csatlakozóját együttesen egynek számoljuk. Használjunk kábelcsatornát a kábel védelmére. Figyelemmel kell lennünk azonban arra, hogy a kábelcsatorna csak mechanikai védelmet jelent, tehát nem fogja megvédeni a videojelet és a kábelt a zavaró erőterektől.
- ↳ Soha ne használjunk tűzőgépet, U-szöget, vagy egyéb leszorítót a kábel rögzítésére. Ugyanis minden olyan helyen, ahol ilyen eszközökkel rögzítjük a kábelt, keresztmetszet változást okozhatunk, ami által megváltozik a dielektrikum vastagsága és így a kábel hullámellenállása is, melynek következtében a jelátvitelben zavarok jelentkezhetnek. Ugyanilyen megfontolásból nem szabad a kábeleket túlzott mértékben egymáshoz préselni.
- ↳ Ne használjunk túl nagy erőt a kábelek húzására és ne hajlítsuk meg túlzott mértékben a kábelt. Nagyon sokszor látni olyan telepítéseket, ahol a koaxiális kábelt MCS1-es kábelcsatornában vezetik, és a derékszögű illesztéseknél a telepítők egyszerűen megtörik a vezetékét. A legkisebb alkalmazható görbületi sugár a kábel átmérőjének az ötszöröse (**165. ábra**).



165. ábra

↳ Nem szabad a kábelt erős rádiófrekvenciás elektromos erőtereken keresztül vezetni. Abban az esetben, ha ez utóbbi elkerülhetetlen, akkor inkább célszerű más átviteli módot választani, pl. száloptikát, mikrohullámot. Ha ez megoldhatatlan, akkor végső esetben alkalmazzunk kettős árnyékolású kábelt (**166. ábra**). A külső árnyékoló réteget a kábel egyik végén földelik, míg a belső árnyékolás az ugyanúgy működik, mint egy normális koax kábel esetén. Érdeemes a vezeték blankolásánál arra figyelni, hogy a zavaró erőtéren keresztülvezetve a kábelt, annak árnyékolásában feszültség indukálódhat, ami igen kellemetlenül rajtunk „csattanhat”.

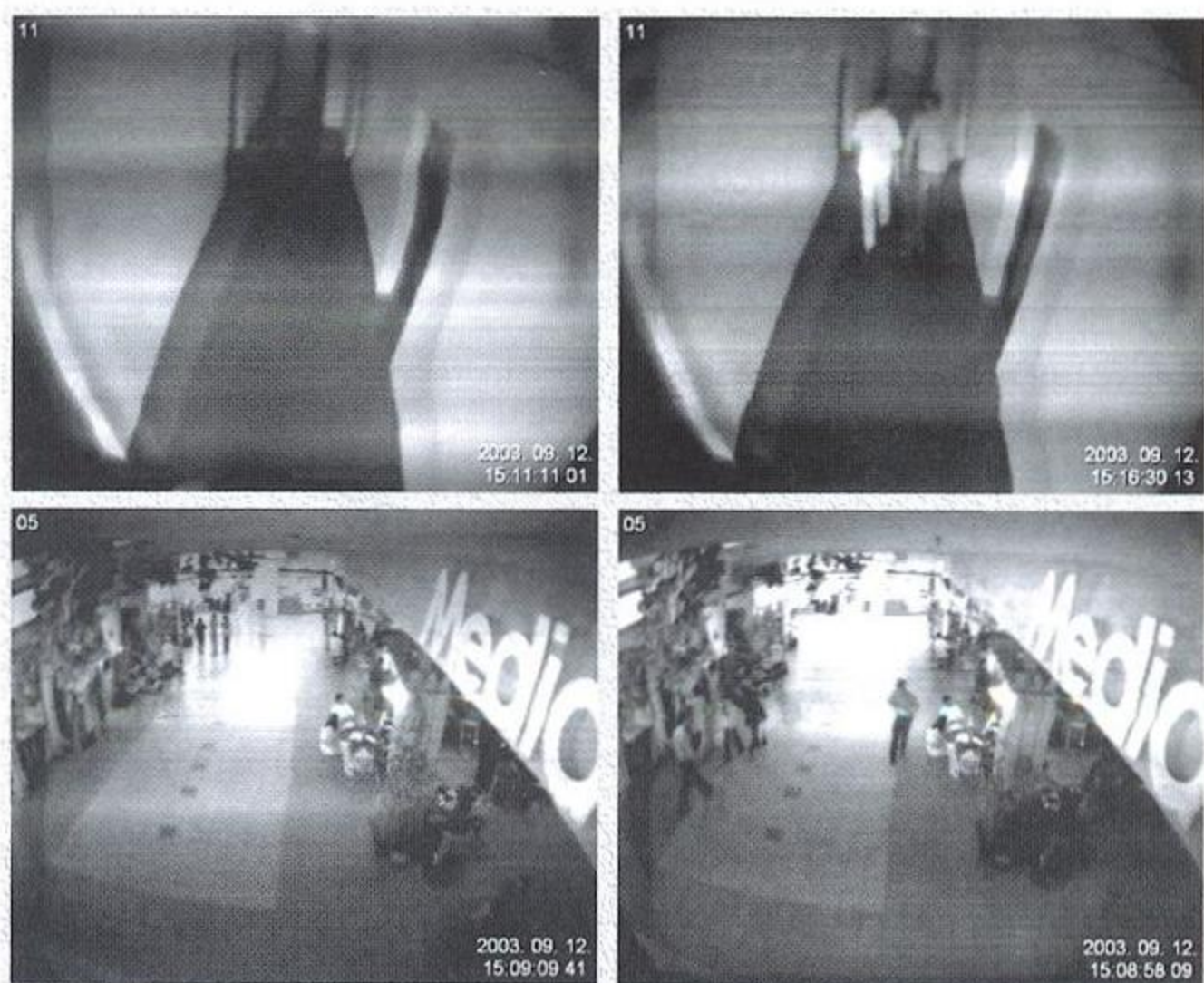


166. ábra

Végezetül érdemes pár szót ejteni az ún. földhurokról, mely igen nagymértékben megkeseríti a telepítők életét. A probléma abból adódik, hogy a koaxiális kábel több ponton is leföldelődik, és ezek a földpontok különböző potenciálon vannak. De hogyan földelődik le a kábel?

Az egyik pont, ahol a koaxiális kábel árnyékolása a földpotenciálra kerül az a monitor. A monitorok érintésvédelmi szempontból földelt hálózati csatlakozóval vannak ellátva. A föld galvanikusan csatlakozik a készülék házához. Mivel a csatlakozóaljzat is a házra van erősítve, így a koaxiális kábel árnyékolása galvanikusan a hálózati földpotenciálra kerül.

Ez önmagában még nem okoz problémát. Gond akkor keletkezik, ha az árnyékolás még valahol máshol is földpotenciálra kerül. Amennyiben a két pont nem ekvipotenciális, azaz közöttük feszültség mérhető, akkor a koaxiális kábel árnyékolása egyszerűen „rövidre zárja” ezt a két pontot, azaz a vezetőkben áram kezd folyni. Ez az áram nagyságától függően, különböző zavart okoz a képben (**167. ábra**).



167. ábra

A másik földelési pont lehet pl. egy kültéri fém kameraház, melyet szintén földelni kell. A kameraház gyártók a legtöbb esetben szállítanak a ház mellé szigetelő gyűrűt és alátétet, hogy a kamerát el lehessen szigetelni a háztól, de tapasztalat, hogy sokszor ez a kiegészítés – mivel a telepítő nincs tisztában a pontos szerepével – a csomagoló anyaggal együtt a kukában landol.

Előfordul, hogy nem várt kábelsérülés vagy szerelési körülmény okozza a földhurkot. Előbbire példa, mikor fém passztálcán húzva a vezetéket, annak külső szigetelése megsérül és hozzáér a leföldelt tálcához.

Ugyanilyen problémát okozhat az is, amikor az álmennyezet felett védőcső nélkül vezetjük el a koaxiális kábelt. A telepítést követően legtöbbször még nem is jelentkezik a hiba, azonban az idők folyamán, ahogy a mennyezet folyamatos rezgőmozgást végez, a vezeték is mozog vele együtt és amennyiben hozzáér a függesztő fém elemekhez, azok egy idő után megsértik a külső szigetelést.

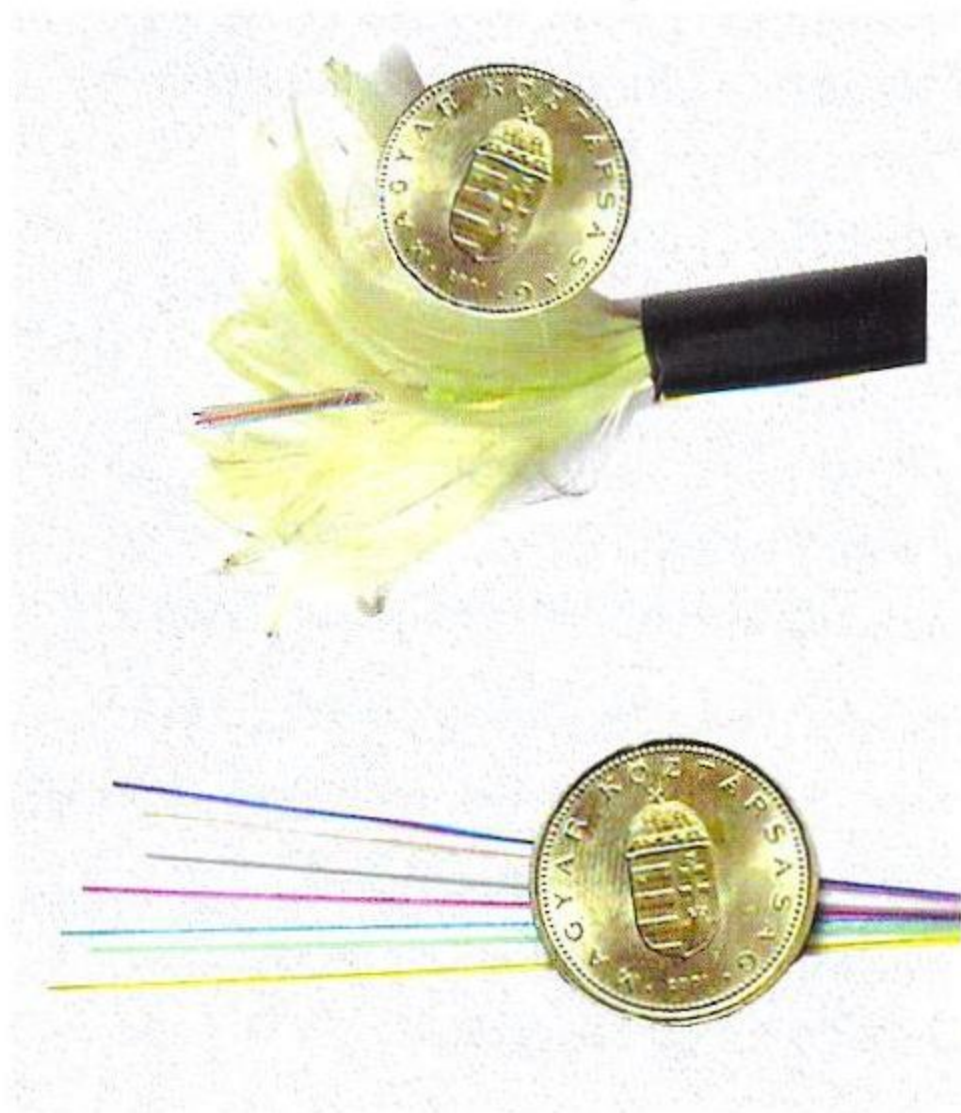
Nem várt, szerelésből adódó probléma, amikor beltéri kamerát fém konzollal szereljük fémszerkezetű csarnok, vagy épület falára. Ebben az esetben a csarnok falán keresztül záródik az áramkör a föld felé.

Megoldás minden esetben az eszközök galvanikus szétválasztása. Erre a célra léteznek aktív, illetve passzív (transzformátoros) eszközök melyeket a jel útjába kell betenni. Az utóbbiaknál 4-5 dB-s csillapítással is számolni kell. Amennyiben ezen eszközök nem állnak rendelkezésre, akkor megoldás lehet a monitor leválasztó transzformátorról történő működtetése is.

9.2 Optikai kábelek

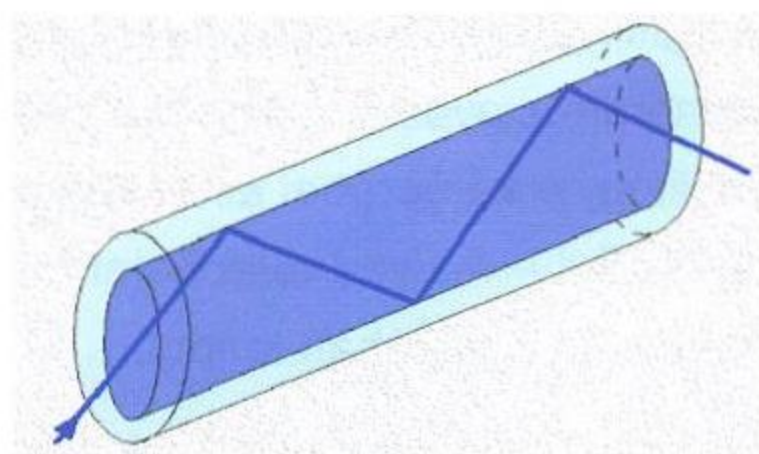
Nagyobb távolságoknál, illetve igen nagy elektrománeses erőter jelenléte esetén a jelátvitelre más megoldást kell keresni, mint a koaxiális kábelen történő jeltovábbítás. Erre nyújt lehetőséget egy teljesen másfajta jelátviteli eszköz, a száloptika (168. ábra).

A jeltovábbítás működése nagyon leegyszerűsítve a következő. A kamerából kijövő jelet egy egység átalakítja fényjellé (az átalakítást rendszerint egy intenzitásmodulált szélessávú lineáris lézertiódá végzi).



168. ábra

Ezt a fényinformációt vezetjük be egy optikai szálba. Az optikai szál többnyire üvegből készül és kialakításának köszönhetően a fény nem tud belőle oldalirányba kilépni, így a fény a szálban végig halad **(169. ábra)** és a szál végén bekerül egy vevőegységbe.

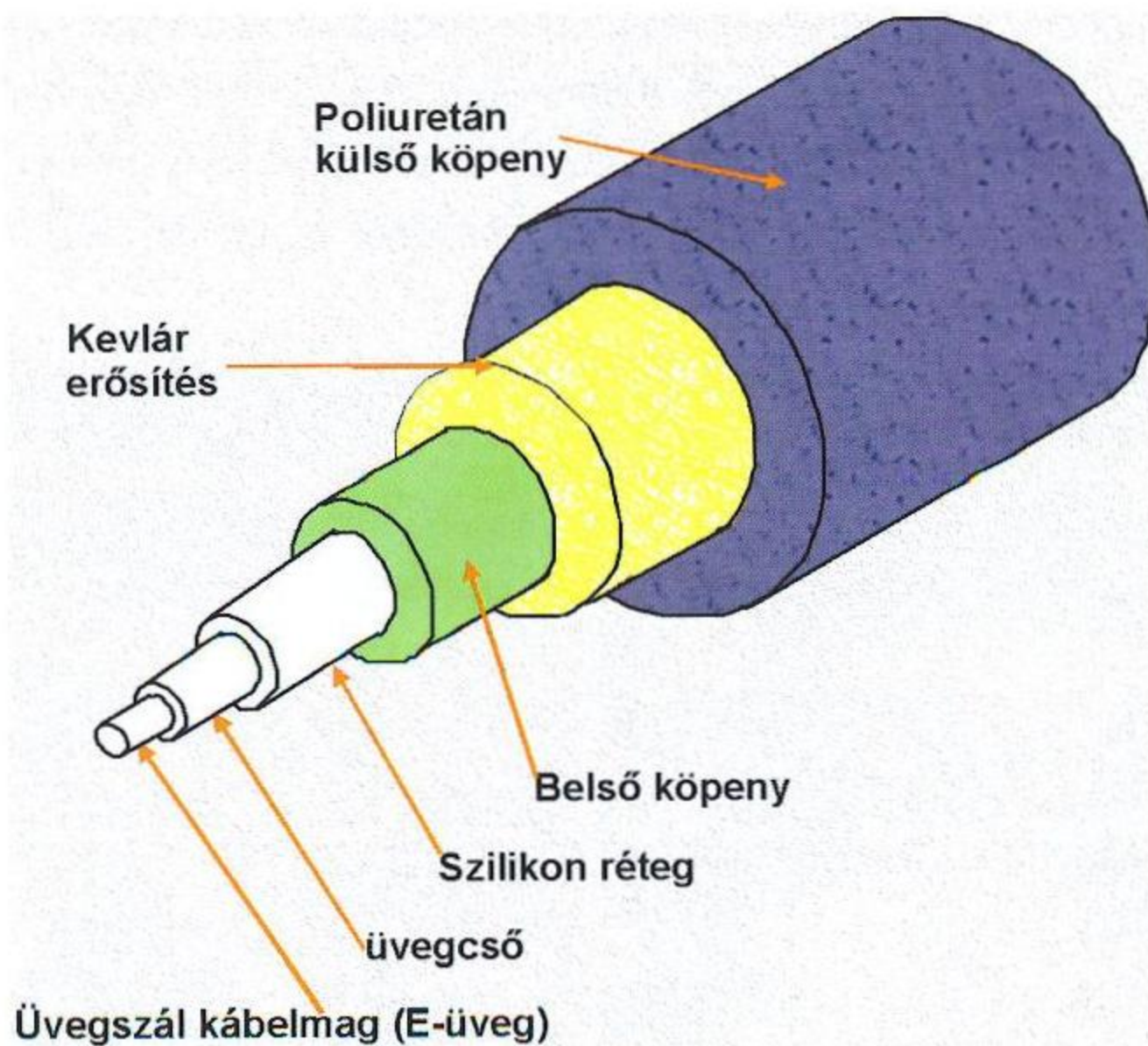


169. ábra

Itt egy egyszerű PIN fotodióda, vagy lavina fotodióda segítségével visszaalakítják újból elektromos jellé, és így meg lehet jeleníteni a képet a monitoron.

A lehető legjobb koaxiális kábelben, még rövid távolságok esetén is torzul valamenynyire a jel. A száloptikában ezzel szemben csak elhanyagolható mértékben lép föl torzulás. Hosszabb távolságokon természetesen a fényjelek is gyengülnek, de amíg egy RG11-es kábelrel tökéletes körülmények között 900 méter az áthidalható távolság, addig egy átlagos száloptikai rendszerrel kb. 4-5 km távolságra tudjuk átvinni a jelet. Ez az érték nagymértékben függ az alkalmazott optikai szál típusától, továbbá a fény hullámhosszától. Ez utóbbi tipikusan 850 nm, 1300 nm és 1550 nm szokott lenni.

Nézzük meg részletesen, hogy hogyan is néz ki egy ilyen optikai szál **(170. ábra)**. A külső réteg a köpeny. A szerepe, illetve az ezzel kapcsolatos kiválasztási szempontok ugyanazok mint a koax kábelnél. A következő réteg egy mechanikai erősítési réteg, kevlárból készül, (a kevlár egy szálas anyag, melynek szálai rendkívül erősek).¹⁵



170. ábra

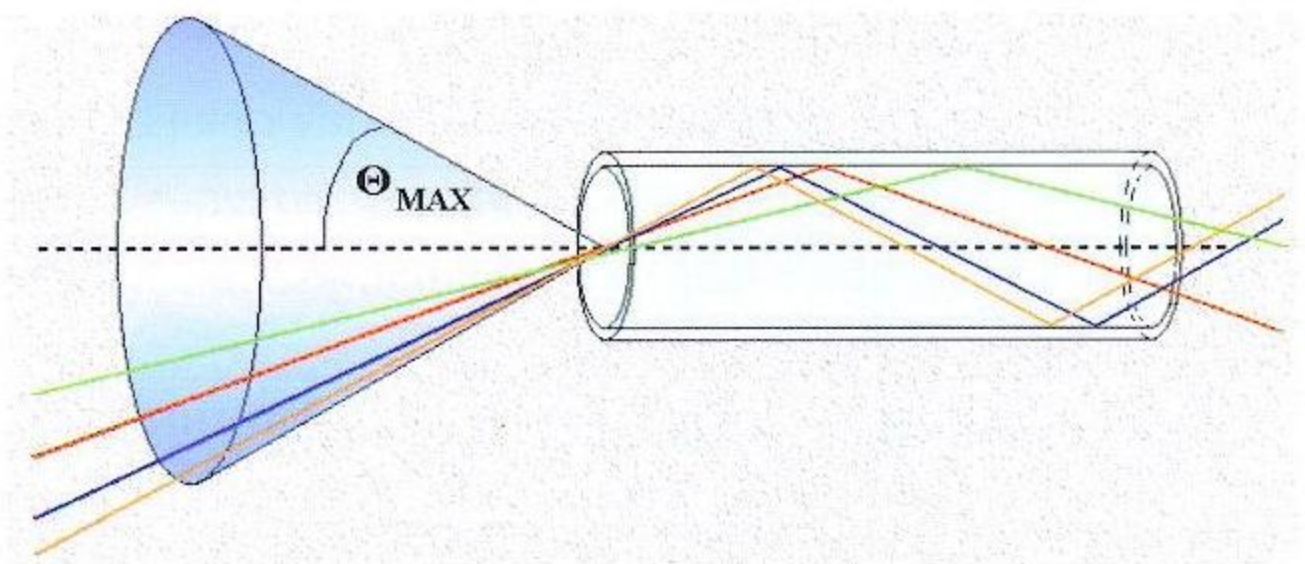
Ezen belül egy belső köpeny és szilikon réteg alatt található az a külső üvegcső, melybe belekerül maga az optikai szál.

¹⁵ Kevlárból készítik a golyóálló mellényeket is.

Az optikai szál lehet ún. POF (Plastic Optical Fibre), melyek valamilyen polimer, vagy akrillát alapanyagból készülnek a nagyobb csillapítási értékük miatt és kisebb távolságok áthidalására használhatók, valamint GOF (Glass Optical Fibre), melyek nagy tisztaságú üvegszálból, az ún. E-üvegből készülnek¹⁶, és ezek nagyobb távolságok áthidalására szolgálnak. A belső és külső anyag törésmutatója különböző, így a fénysugár nem tud kilépni a magból, mert a köpeny határrétegéről szinte teljes mértékben visszaverődik. Ez a kialakítás teszi lehetővé, hogy a fény a szálban haladjon végig. Érdekes, hogy a törékeny belső mag ellenére, a különböző fizikai megerősítésnek köszönhetően a maximális húzási erő elérheti akár az 1000 N-t is.

A jobb megértés érdekében meg kell ismernünk néhány fontosabb, az optikai kábelre, illetve az átvitel módjára jellemző paramétert.

Az első ezek közül az a Θ_{MAX} belépési szög, amelyen belül érkező fénysugarak a fent leírt módon terjednek tovább, míg az ennél nagyobb szögben belépők már nem verődnek vissza, hanem kilépnek a szálból (171. ábra). A Θ_{MAX} -ot



171. ábra

a szál akceptancia szögének nevezzük, valamint a könnyebb kezelhetőség miatt használjuk az ún. numerikus apertúra (NA) jellemzőt is, mely a Θ_{MAX} szinusza. Mellőzve a teljes levezetést, ez az érték a Snellius-Descartes törvény alapján a két közeg törésmutatójából is származtatható az alábbi képlet szerint:

$$NA = \sin \Theta_{max} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

Így például $n_1=1,48$ és $n_2=1,4$ törésmutatók esetén a numerikus apertúra értéke **0,48**, míg a Θ_{MAX} értéke **29°**. Ez az érték tipikusan egy multimódusú szálnak felel meg.

Összefoglalva tehát a szál bemenetére $2x\Theta_{MAX}$ nyílású kúpon belül jövő sugarakat a szál vezeti, az ennél nagyobb szögűek pedig kilépnek az optikai kábelből.

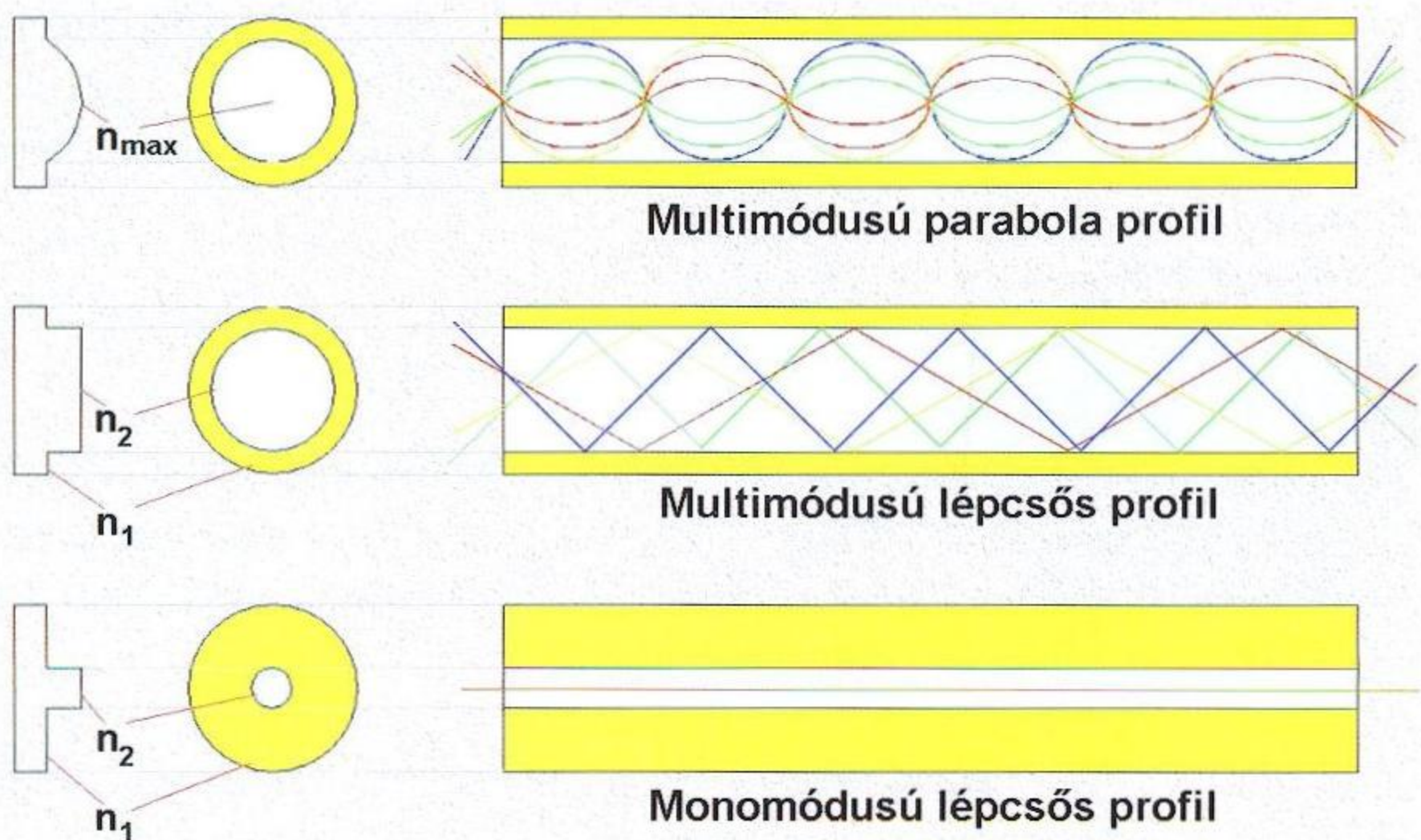
A külső cső és a belső mag törésmutatójának viszonya alapján megkülönböztetünk kis- és nagy numerikus apertúrájú szálakat.

¹⁶ Az E-üveg összetétele: bór-oxid (B_2O_3), alumínium-oxid (Al_2O_3), kalcium-oxid (CaO), és kvarchomok (SiO_2)

Az optikai kábelben csak bizonyos diszkrét számú hullámkonfiguráció terjedhet, mely függ a fény hullámhosszától, a numerikus apertúrától, valamint a belső mag átmérőjétől. Ezeket a diszkrét számú hullámokat nevezzük módusoknak.

Megkülönböztetünk mono- és multimódusú optikai szálakat, melyek a fentiek értelmében egy illetve több hullámkonfiguráció vezetésére alkalmasak. A multimódusú szálak külső csőátmérője tipikusan $125\ \mu\text{m}$, míg a belső mag $62,5\ \mu\text{m}$. Ugyanezen értékek a monomódusúnál, $125\ \mu\text{m}$ és $9\ \mu\text{m}$. Jelölésük $62,5/125$, illetve $9/125$. Viszonyítási alapként az emberi hajszál átmérője kb. $70\ \mu\text{m}$.

A monomódusú szálal lényegesen nagyobb távolság hidalható át, mint a multimódusúval, itt viszont már olyan kicsi a keresztmetszet, hogy a diszperziós fénykibocsátása miatt a LED-es kialakítású optikai adó itt már nem használható, így ezeknél a fénykábelek-nél lézerdíódás adókat használnak.



172. ábra

Megvizsgálva egy multimódusú szálal észrevehetjük, hogy a különböző szögben beengedett fénynyalábok, az ide-oda verődésük során különböző hosszúságú utat járnak be. Így a kábel egyik végén egy időben beengedett információ a másik végén időbeni szórással, idegen szóval diszperzióval jelenik meg. Az ilyen jellegű szórás módusdiszperzióknak nevezzük. A módusdiszperzió lecsökkenthető, ha a mag törésmutatója nem egyenletes, hanem parabola alakban változik sugárirányban a mag belsejétől kifelé. Ezek alapján a hagyományos egyen törésmutatóját nevezzük lépcsős (Step index), míg az utóbbit parabola, vagy gradiens profilú (Graded index) optikai kábelnek (172. ábra).

Az előbbiek gyártása lényegesen egyszerűbb, de hátrányos módusdiszperziós tulajdonsága miatt ma már ritkábban használt típus.

A parabola profilú szálban a fénysugarak már nem cikk-cakk alakban terjednek, hanem a törésmutató változása miatt folyamatosan törnek meg. Jól látható, hogy a mag tengelyétől távolabbi fénysugarak hosszabb utat futnak be, mint a tengelyhez közelebb levők, viszont optikailag ritkább közegben haladva ezen fénysugarak nagyobb sebességgel haladnak, így a futási idő kiegyenlítődik, ezzel csökkentve az esetleges módusdiszperziót. Mivel a gradiens szál törésmutatója a mag mentén a sugár szerint változik, ezért az akceptancia szög is a sugár függvénye.

Érdemes még megemlíteni két másik jelalak módosító diszperziót, az anyagi és a hullámvezető diszperziót. Ezen jelenségek miatt, az adó oldalon beengedett fényimpulzusok az optikai kábelben megtett úttal arányosan, különböző mértékben kiszélesednek.

Az anyagi diszperzió oka, hogy itt is jelen van az a fizikai jelenség, mely értelmében az egymástól eltérő hullámhosszúságú fényhullámok különböző mértékben törnek meg. Ennek akkor van jelentősége, ha a vivőjelet az adott információval moduláljuk. Ekkor a modulált csoportot n_{cs} csoport törésmutatóval jellemezhetjük, mely az alábbi képlet szerint viszonyul ahhoz az n törésmutatójú fényimpulzushoz, mely állandó amplitúdóval és egyetlen hullámhosszal terjed.

$$n_{cs} = n - \lambda \frac{dn}{d\lambda}$$

Ebben a modulált csoportban a jelterjedés erősen hullámhosszfüggő. Ezt a csoportos jelterjedést nevezzük csoport sebességnek. A modulált impulzus v_{cs} csoportfutási sebességét kifejezhetjük a c fénysebességének felhasználásával, az alábbi képlettel:

$$v_{cs} = \frac{c}{n_{cs}}$$

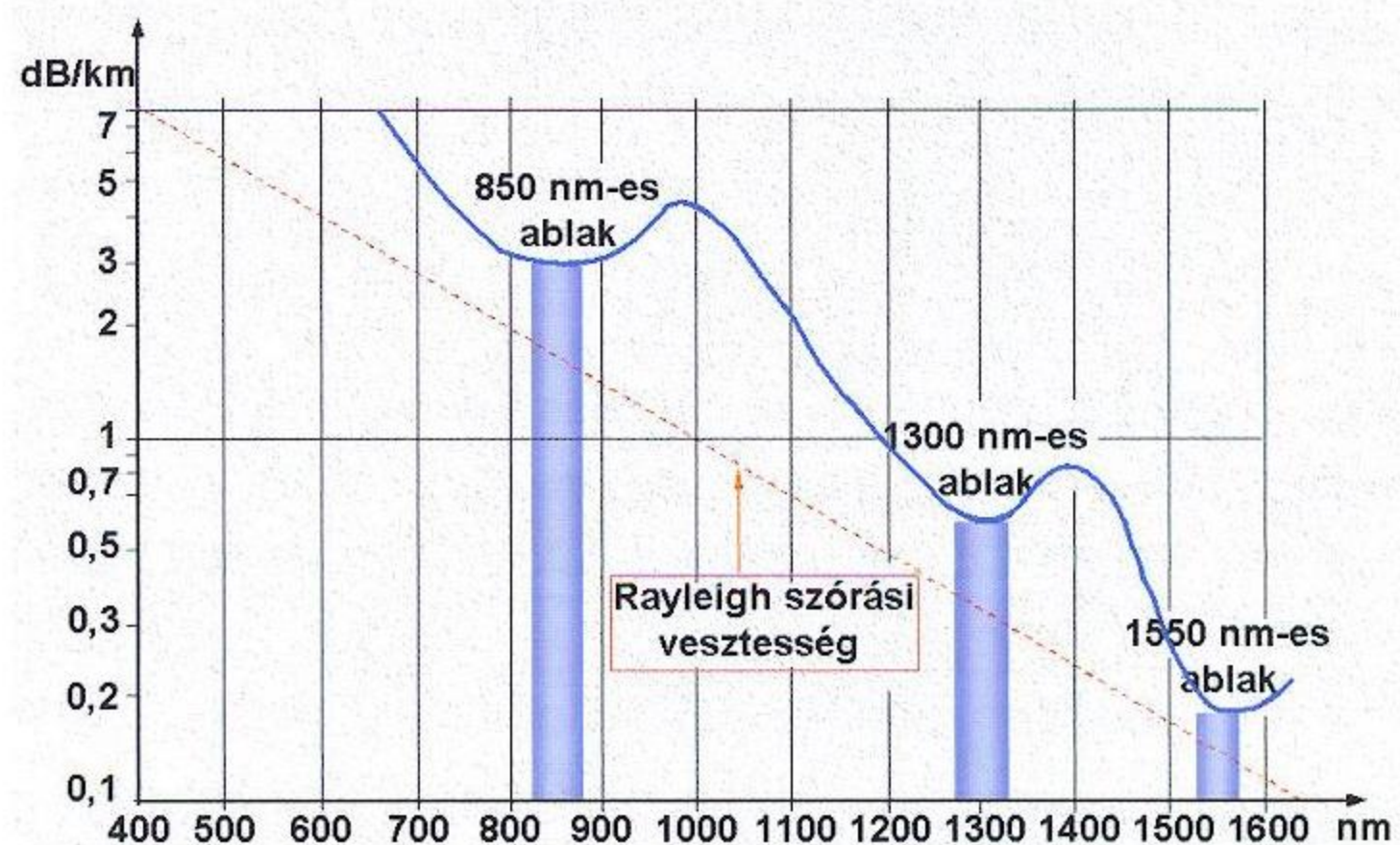
Amennyiben ismeretes az optikai kábel l hossza, meghatározhatjuk a t_{cs} csoportfutási időt, mely alatt a modulált impulzus végighalad a kábelen.

$$t_{cs} = l \frac{n_{cs}}{c} = \frac{l}{c} \cdot \left(n - \lambda \frac{dn}{d\lambda} \right)$$

Látható, hogy a $\Delta \lambda$ hullámhosszúságú fényimpulzus t_{cs} idő alatt teszi meg az l utat és így a különböző hullámhosszak különböző időben érnek a szál végére.

Ennek következtében az impulzus kiszélesedik. A hullámvezető diszperzió a hullámvezetés elvéből adódik, ez az anyagi diszperzióval lényegesen, 1-2 nagyságrenddel kisebb. A két diszperzió (anyagi, hullám) összegét kromatikus diszperzióknak nevezzük. Ez a jelenség kb. az 1550 nm-es hullámhossz környékén az ún. kromatikus diszperzió nullhelyen eltűnik.

Ezt követően nézzük meg az optikai kábelre vonatkozó egyik legfontosabb paramétert a csillapítást. Ennek mértéke nagymértékben függ a szálban jelenlevő fényelnyelődéstől és fényszóródástól. A fényelnyelést, vagy más néven abszorpciót az anyagban minimális mennyiségben jelenlevő fémszennyeződések és hidroxil ionok, míg a fényszóródást az optikai kábelben lévő ún. inhomogenitások okozzák. Ezen sűrűség, vagy anyagi összetétel-változás miatt lép fel az egyik legjelentősebb szóródási veszteség az ún. Rayleigh-szórás. A Rayleigh-szórásnál az $r \ll \lambda$, ahol λ a szóródó fény hullámhossza, r a szóró részecske sugara. Általában, ha egy olyan részecskével ütközik a fénykábelben haladó foton, amelynek a törésmutatója a környező közegétől eltér, és ha ez gyengén elnyelő tulajdonsággal bír, akkor a részecske maga is szekunder fényforrássá válik, másodlagos fényt sugároz a tér minden irányába. Érdekes megjegyezni, hogy anyagi veszteség léphet fel akkor is, ha a páncélvédelem nélküli optikai kábelt túlzott mértékben összehúzzuk. Ez helytelenül használt kábelrögzítők-nél fordulhat elő.



173. ábra

Az optikai kábel veszteségét km/dB-n határozzák meg. A csillapítás mértéke nagymértékben függ a vivő jel fényforrás hullámhosszától (173. ábra). Az ábrán látható, hogy a kézzel jelzett csillapítási függvény meredeksége jól követi a Rayleigh szórást. 850 nm-es hullámhossztartományban a csillapítás értéke 3 dB/km, 1300 nm-nél már csak 0,5dB/km (monomódus esetén), végül 1550 nm-es tartományban 0,2-0,3 dB/km.

Videó megfigyelő rendszereknél a régebben használt 50/125 μm -es optikai kábelt felváltotta a 62,5/125 μm -es, melyen 850 nm-es hullámhosszúságú vivőt alkalmazva az áthidalható távolság kisebb, mint 3 km.

Amennyiben a kívánt jelátviteli távolság ezen tartományon belül található, akkor ez a legköltségtakarékosabb megoldás. Ugyanezen kábelen, ha a fényvivő hullámhosszát 1300 nm-re választjuk, akkor a távolság 5-6 km-re is megnőhet. Amennyiben a jelet még ennél is messzebbre kívánjuk továbbítani, akkor már monomódusú átvitelt kell használnunk. Ennél a megoldásnál, valamint 1550 nm-es lézerdióda által gerjesztett fényvivőt használva a jelátviteli távolságunk meghaladhatja a 20 km-t is.

A veszteségek következő nagy csoportja a csatlakozásoknál és illesztéseknél lép fel, mivel az optikai teljesítmény becsatolása a fényvezetőbe igen precíz munkát igényel. Az optikai kábelbe történő becsatolás minőségére az ún. csatolási tényező utal, mely meghatározható az optikai szálba becsatolt és az adó által kibocsátott teljesítmény hányadosából.

A csatolási hibák két nagy csoportra oszthatók. Amennyiben a hiba az optikai kábelek sugárzási- ill. akceptancia karakterisztika illesztetlenségéből adódik, intrinzik, míg ha az optikai szál, vagy kötés nem megfelelőségéből jön létre, akkor extrinzik jellegűnek nevezzük. Az intrinzik veszteségek főbb okai a különböző magátmérő és az eltérő törésmutatójú profil. Extrinzik veszteségek léphetnek fel abban esetben, ha az optikai szál és a fényforrás tengelye valamilyen szöget zár be (szöghiba), illetve ha a tengelyük ugyan párhuzamos, de a két fényvezető szál között távolság található (diszpozíció). Hasonló veszteség lép fel, ha a két tengely egybe esik, de közöttük valamekkora távolság van (szeparáció). További extrinzik veszteség forrása lehet a szálvégek nem megfelelő kiképzése (egyenetlen felület, konkávitás, konvexitás).

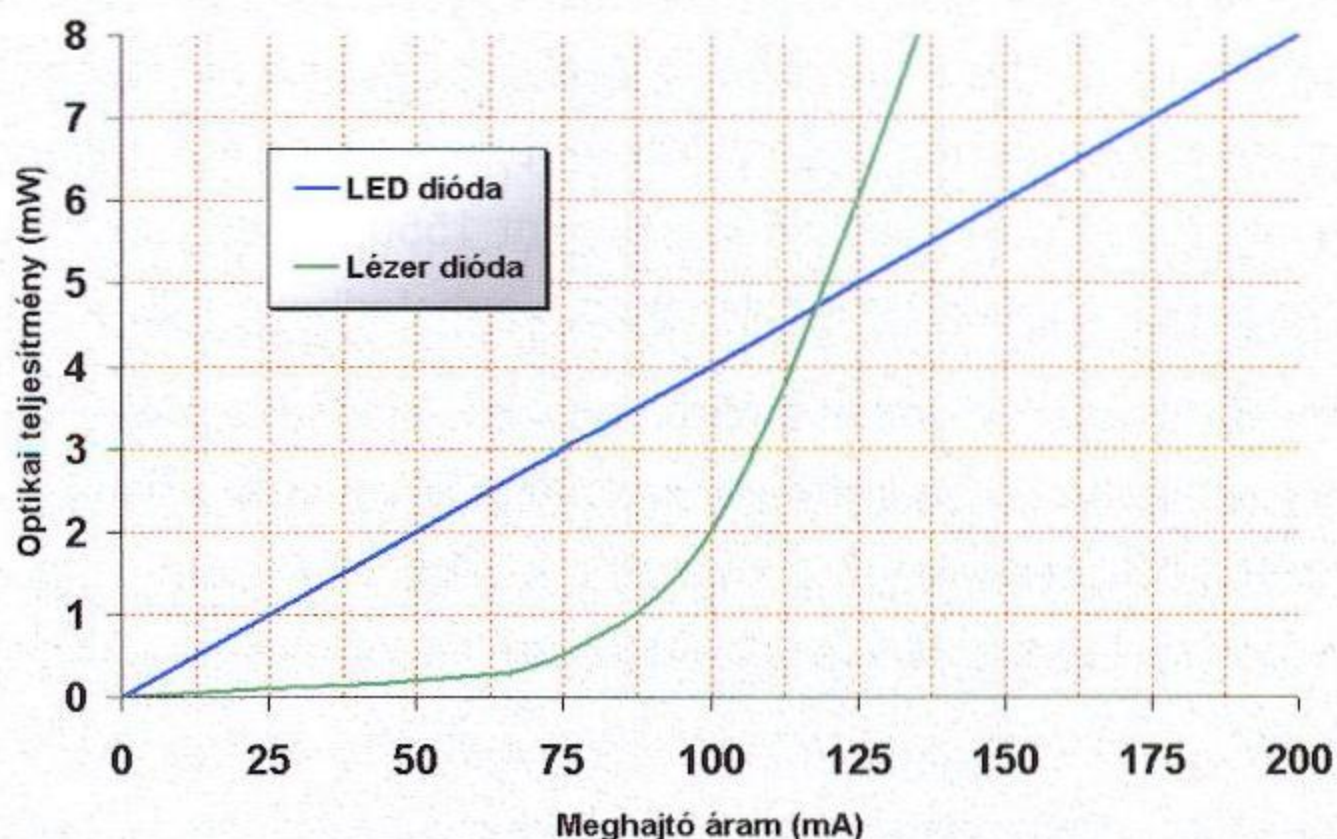
A fényvezetők telepítése során elkerülhetetlen, hogy az optikai szálakat valamilyen mértékben meghajlítsuk. Ilyenkor a szálban járulékos görbületi veszteségek lépnek fel, mivel a görbült pályán haladó elektromágneses hullám hullámfrontja megváltozik, ami együtt jár a vezetett optikai teljesítmény egy részének lesugárzásával. Ezt a jelenséget makrohajlati veszteségnek nevezzük. A hajlítási veszteség mértéke függ a szál profiljától is. Másik veszteségforrás az ún. mikrohajlati veszteség, mely az egymódusú szálaknál lép fel. A szál tengelyvonalának kismértékű, véletlenszerű elmozdulása, esetleges hullámozása csillapítást okozhat. Ilyen elmozdulásokat okozhatnak pl. a kábel fektetések során fellépő feszültségek.

Az optikai kábel részletes ismertetése után foglalkozzunk az átvittel is. A fényinformáció átvitele a dielektromos hullámvezetőn nagy távolságra szinte kizárólag digitális jelek alkalmazásával valósítható meg.

Ennek egyik legegyszerűbb és ma szinte kizárólagosan alkalmazott módszere az ún. intenzitásmodulált optikai átvitel, vagy másképpen a fény intenzitásának bináris modulációja. A LED dióda nyitóirányú feszültség hatására emittált fénytéljesítménye közelítőleg arányos a diódán átfolyó árammal.

Hasonló módon a lézerdióda küszöbáramát át lépve közel lineáris a kapcsolat. **(174. ábra).**

Ezt kihasználva a dióda áramát kell 0, és a kívánt teljesítmény között változtatni a moduláló jelnek megfelelően. Az ilyen közvetlen intenzitásmoduláció a magasabb frekvenciatartományban is kiválóan



174. ábra

üzemel, ezért a mai rendszerekben megfelelő hatásokkal alkalmazható. A vevő oldalon demodulátorként fotodiódát vagy lavinadiódát alkalmaznak.

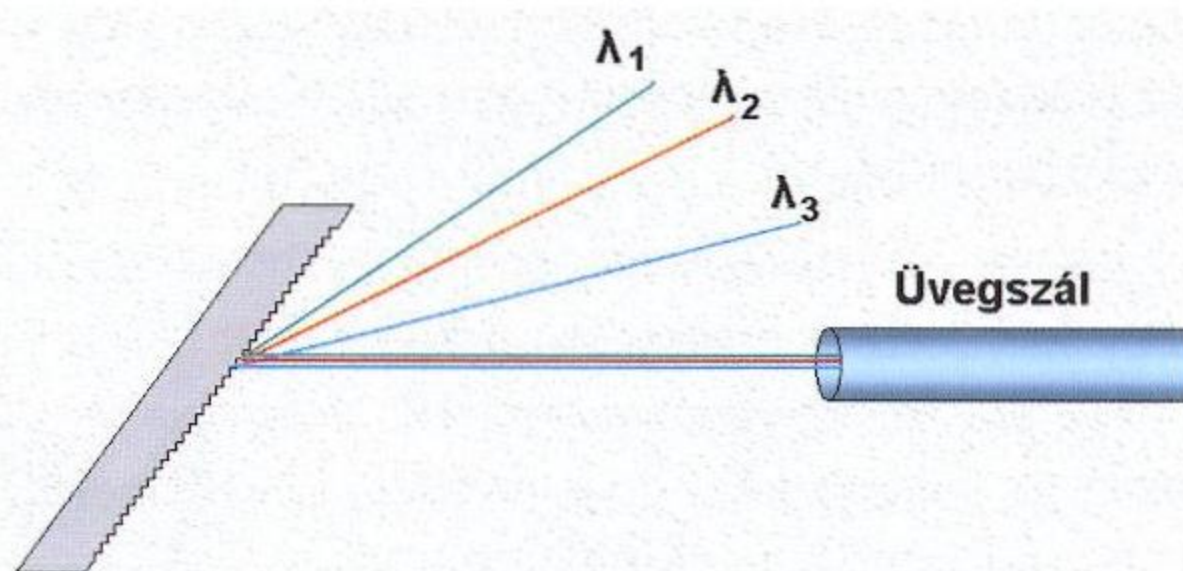
Vizsgáljuk meg, hogy milyen módon lehet több információt átvinni egyetlen optikai kábelben **(175. ábra).**

Az egyik legrégebbi (1958.) és legegyszerűbb mód, mikor az optikai kábel végeinél két-két adót és vevőt helyezünk el, melyek párban különböző hullámhosszúságon működnek. Az optikai kábelben a kétfajta fényimpulzus nem interferál egymással, és a kábel másik végén az adóhoz tartozó vevő csak a saját információját veszi. Ez a kialakítási mód az ún. WDM (Wavelength Division Multiplexing) azaz a hullámhossz osztásos multiplexálás. Ezzel az eljárással mind egy-, mind pedig kétirányú adatátvitel megvalósítható. Az egyszerűség kedvéért az ábrán csak két különböző hullámhosszú vivő szerepel, de a valóságban ennél lényegesen több különböző frekvencia vihető át, mind mono-, mind multimódusú kábel esetén.



175. ábra

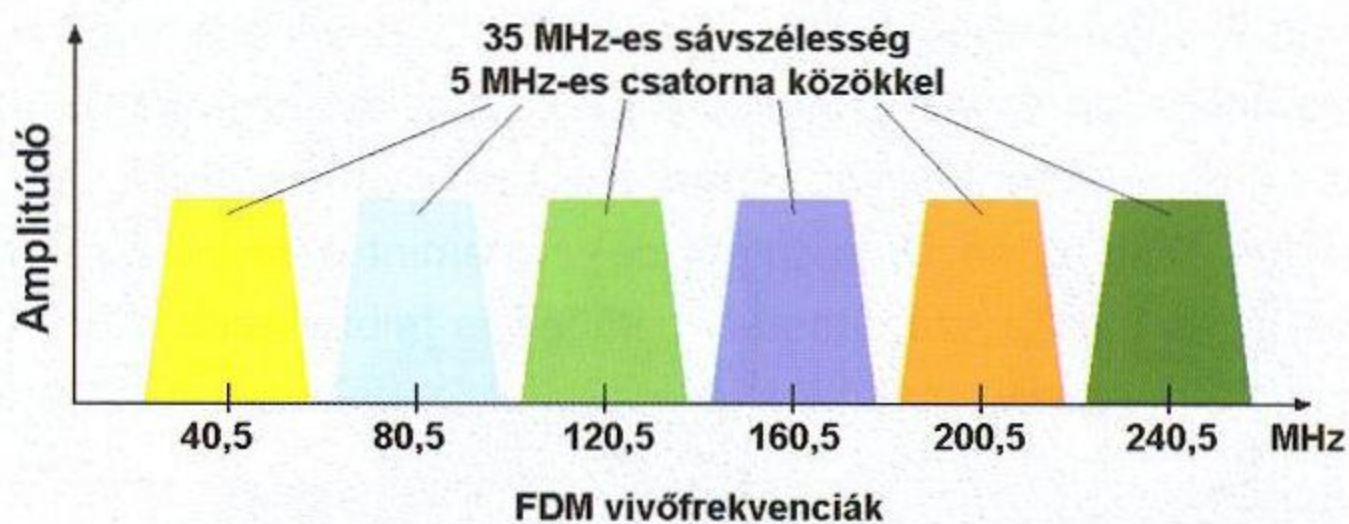
A fénytörő felületen néhány tíztől néhány ezerig található a gyémántkéssel, vagy holografikus úton előállított barázdák. Ezeknek a feladata, hogy a különböző szögben megtörő fénycsugárakat bevezesse az optikai kábelbe (176. ábra). A jelenlegi gyártástechnológia már lehetővé teszi a száznál több csatornás WDM-k előállítását.



176. ábra

A hullámosztásos multiplexáláson túl létezik még három másik multiplexálás, melyeket szintén alkalmazunk optikai jelátvitelnél. Ezeket az eljárásokat a távközléstechnikában, rádió és televízió műsorszórásban már régóta alkalmazzák.

Így megkülönböztetünk amplitúdómodulált és frekvencia-modulált vivővel létrehozott ún. frekvenciaosztásos multiplexálást (FDM). Ezt az eljárást az teszi lehetővé, hogy az optikai kábel



177. ábra

biztosította széles frekvenciasávban, időben egyszerre haladhatnak a különböző vivőfrekvenciákra ültetett jelek (177. ábra).

Ezt az teszi lehetővé, hogy szinuszos hullámok összegéből bármelyik összetevő egy megfelelő szűrővel leválasztható. Az adó oldalon a különböző információt hordozó csatornák jeleit egy-egy vivőfrekvenciára ültetik (FM, vagy AM modulációval), majd ezeket összegzik, az összegzett jelet átviszik a vevő oldalra, és ott ezeket szűrőkkel szétválasztják. Tekintettel arra, hogy az összegző és szétválasztó szűrők meredeksége véges, az egyes elemi vivőfrekvencia-tartományok között elválasztó frekvenciarésre van szükség. Mindkét modulációs eljárást használják CCTV rendszereknél is, így kapható 4, 8, vagy 16 csatornás multiplexer.

Amplitúdómodulációval készülnek nagyobb, 80-100 csatornás multiplexerek is a CATV (kábeltelevíziós hálózatok) számára.

Végül harmadik megoldásként létezik az ún. PCM-TDM, azaz Pulzuskód modulációs, időosztásos multiplexálás is, mely CCTV rendszereknél magasabb árfekvése miatt kevésbé használatos.

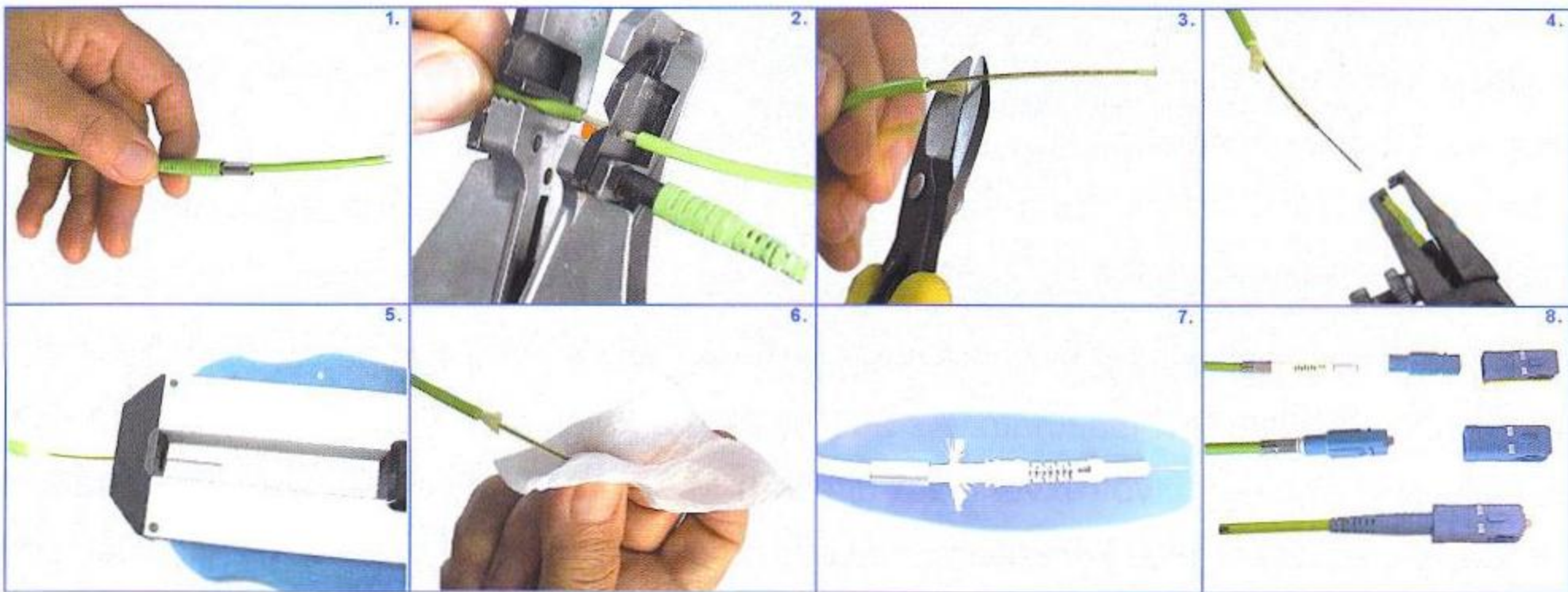
Az átviteli módok után nézzük meg, hogy milyen csatlakozók állnak rendelkezésre az optikai átvitelnél (**178. ábra**). A legismertebb típus a standard szó rövidített megfelelőjeként az ún. ST csatlakozó. Mivel rögzítése a BNC csatlakozóhoz hasonlóan bajonettzárral történik, így használatos még a BFOC (Bajonette Optical Fibre Connector) elnevezése is. Csillapítása kb. 0,2 dB.



178. ábra

Monómódusú kábelek csatlakoztatásánál közkedvelt típus az ún. FC csatlakozó. Itt a rögzítés azonban menettel történik. Egyre inkább kezd elterjedni az FC csatlakozónál olcsóbb előállítási költségű, kevésbé precíziós, öntött műanyagházas kivitelű SC csatlakozó, mely a Stick-and-Click angol kifejezés rövidítéséből kapta a nevét, melyet laza fordítással bepattintós csatlakozónak nevezhetünk. Ezen túlmenően még számos optikai csatlakozóval találkozhatunk, mint pl. a szintén menetes kialakítású SMA, vagy FSMA, továbbá a főként Amerikában előszeretettel használt, US Navy által fejlesztett FDDI (Fiber Distributed Data Interface), valamint a távközléstechnikában teret nyert, de az utóbbi időben a számítástechnikában is felbukkanó E-2000 csatlakozótípus. A sokfajta típus talán csak egy közös jellemzővel rendelkezik, mind precíziós szerelést igényel.

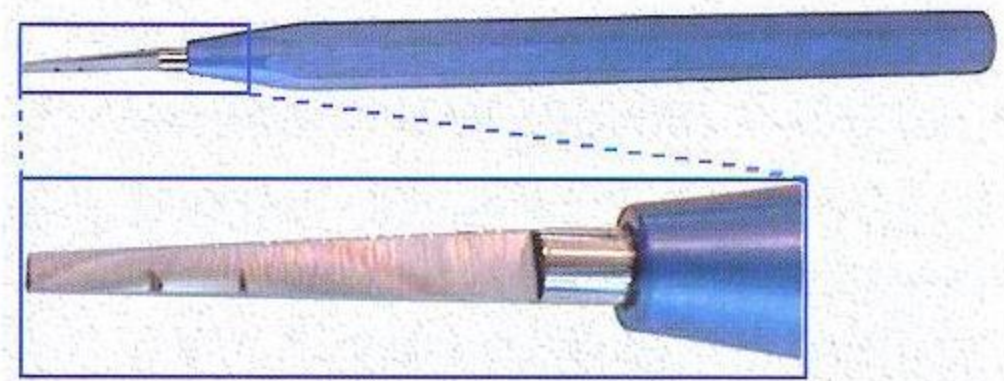
Monómódusú kábelek csatlakoztatásánál közkedvelt típus az ún. FC csatlakozó. Itt a rögzítés azonban menettel történik. Egyre inkább kezd elterjedni az FC csatlakozónál olcsóbb előállítási költségű, kevésbé precíziós, öntött műanyagházas kivitelű SC csatlakozó, mely a Stick-and-Click angol kifejezés rövidítéséből kapta a nevét, melyet laza fordítással bepattintós csatlakozónak nevezhetünk. Ezen túlmenően még számos optikai csatlakozóval találkozhatunk, mint pl. a szintén menetes kialakítású SMA, vagy FSMA, továbbá a főként Amerikában előszeretettel használt, US Navy által fejlesztett FDDI (Fiber Distributed Data Interface), valamint a távközléstechnikában teret nyert, de az utóbbi időben a számítástechnikában is felbukkanó E-2000 csatlakozótípus. A sokfajta típus talán csak egy közös jellemzővel rendelkezik, mind precíziós szerelést igényel.



179. ábra

Az optikai kábelek toldására, csatlakozók szerelésére igen jó minőségű szerszámok, segédanyagok, eszközök, és nem utolsósorban szakismeret szükséges. A művelet elvégzése ugyan nem ördögösség, de a szereléshez szükséges anyagok beszerzése csak nagy rendszerek telepítése esetén térül meg. Egy SC csatlakozó főbb szerelési fázisait szemlélteti a **179. ábra**.

A folyamatot megfigyelve, több hasonlóságot találhatunk a BNC szereléshez képest. A kábelre először itt is felhúzzuk a törésgátlót és a rögzítőgyűrűt. Megfelelő blankoló szerkezettel eltávolítjuk a külső köpenyt. Ezt követően egy speciális fogóval, melynek vágóélei -a kevlár szálak kicsúszásának elkerülése érdekében- recézettek, megfelelő méretre vágjuk a későbbi rögzítést biztosító kevlár szálakat. Ezután egy másik speciális fogóval eltávolítjuk a belső szigetelést, majd a száltisztítóval az alatta levő réteget. A teljes tisztítás érdekében a szálát alkoholba mártott puha törlőpapírral is áttöröljük. Ezt követően a szálát az SC csatlakozó belső részébe dugjuk úgy, hogy a szál túldugva megjelenjen a csatlakozó elején, majd a gyűrűt feltoljuk a csatlakozó nyakáig, és a kevlár szálakra rákrimpeljük. A kész, szerelt csatlakozóból túllógó szálát a egy erre a célra kialakított eszközzel **(180. ábra)** megfelelő hosszúságban megkarcoljuk, majd letörjük.



180. ábra

Ezt követően a csatlakozó átviteli veszteségeinek csökkentése érdekében a letört felületet polírozzák, illetve a szálát a csatlakozóban központosítják.

A teljes folyamatból látható, hogy a csatlakozó szerelése nem sokkal tart tovább mint a BNC szerelés, azonban jó néhány speciális szerszámra van szükség. Természetesen nem célom, hogy bárkit is lebeszéljek ezek megvásárlásáról, de egy-egy rendszer telepítésénél egyszerűbbnek tűnik az ilyen tevékenységet folyamatosan végző cégek alvállalkozóként történő bevonása.

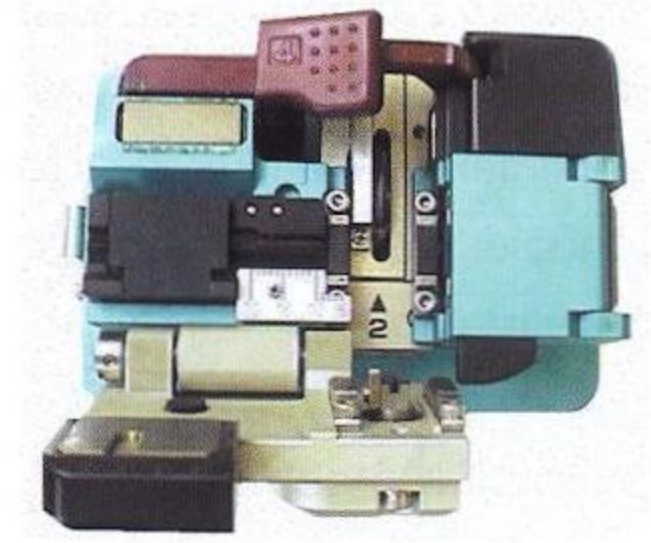
A teljesség igénye nélkül pár eszköz, szerszám, illetve segédanyag amire a szerelésnél szükség lehet. Ilyenek pl. a csatlakozó melegítő, a BNC-nél már megismert krimpelő szerszám, száltisztító, gyémántbetétes, vagy keményfémes üvegszál karcoló, kevlár vágó olló, kábelköpeny vágó, szálvágó, száltörő, polírozó szerszámok és polírozó fóliák, epoxy ragasztók és tisztítószer. Végül a szálak toldásánál elengedhetetlen a megfelelő minőségű üvegszál hegesztő berendezés, melyből igen bőséges kínálat található **(181. ábra)**.



181. ábra

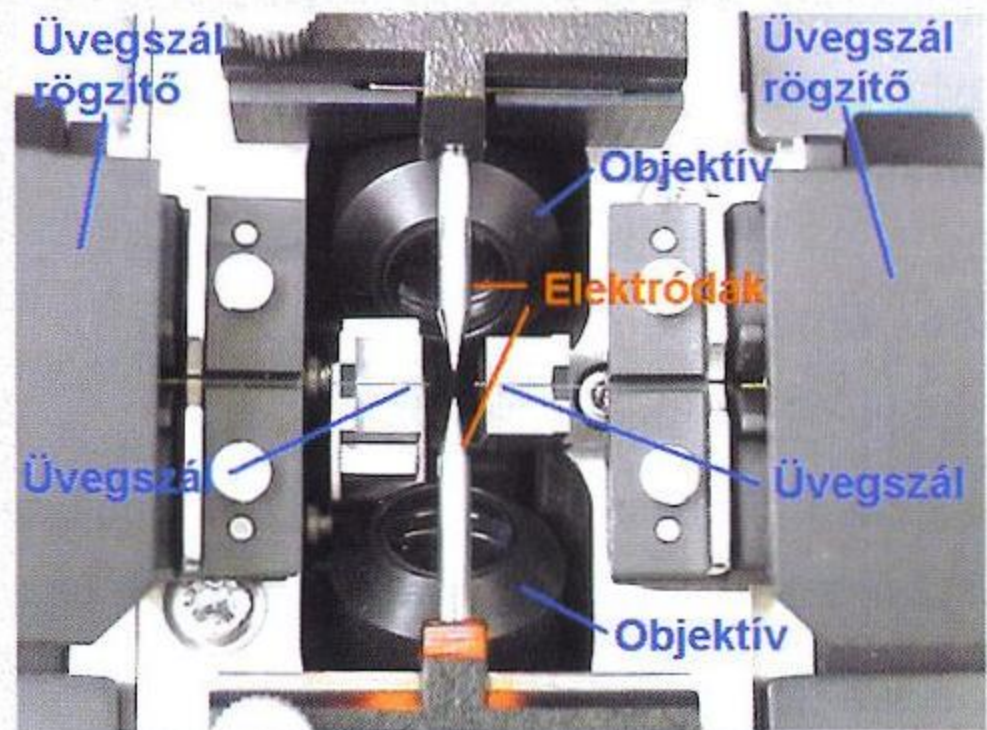
Hogyan is történik a kábelek toldása?

A két összetoldandó véget, hasonlóan a csatlakozó szereléshez először megblankoljuk, eltávolítjuk a különböző rétegeket, majd egy speciális üvegszáltörővel (**182. ábra**) merőlegesre vágjuk a szál végét. E szerkezet is a kívánt helyen megkarcolja, majd enyhe nyomás hatására a karcolás helyén eltöri a szálát.



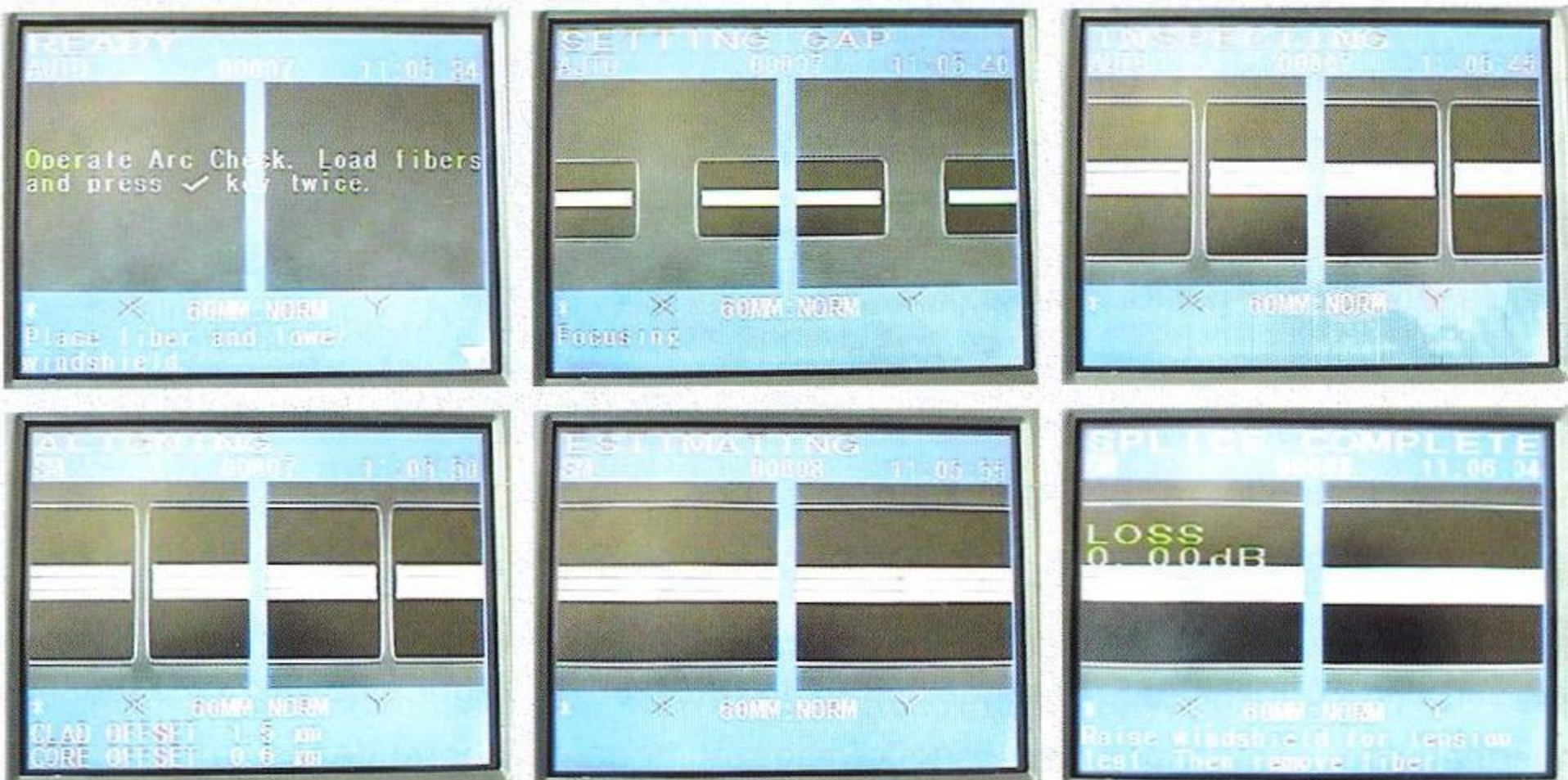
182. ábra

A két megfelelően kialakított szálvéget befogjuk a hegesztőgép mozgó pofáiba. Az üvegszál rögzítő pofák mozgását apró motorok végzik. A pontos pozicionálást két különböző szögben rögzített kamera figyeli és a folyamat teljesen automatikusan játszódik le. A megfelelő beállítást követően az elektródákra adott nagyfeszültség hatására ívfény jön létre, mely egy rövid időre megolvasztja a két üvegszálvéget, és így azok összefolynak (**183. ábra**).



183. ábra

A száltoldás folyamata a kameráknak köszönhetően jól végig követhető (**184. ábra**). Az ábrán kétoptikás hegesztőgép megjelenített ábrái látszanak, de létezik olcsóbb, egykamerás kivitelű berendezés is.



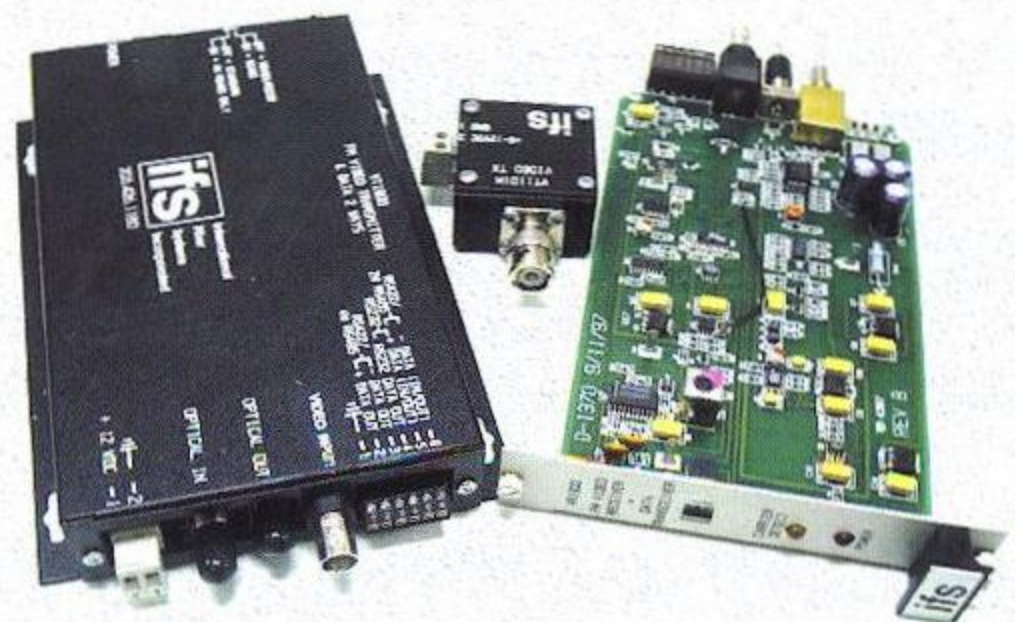
184. ábra

A két kamera egymáshoz képest 90 fokos szögben helyezkedik el. A monitoron X és Y jelöléssel láthatjuk egymás mellett a két képet. A hegesztést követően a gép kalkulációt is végez a toldás során bekövetkezett csillapítási értékről.

Mindezek után nézzük meg, hogy milyen eszközök állnak rendelkezésre az optikai képátvitel megvalósítására. A hazai biztonságtechnikai piacon jelenleg többféle adó-vevő pár kapható, árak jelentősen eltérhet egymástól. A magyarázat a különböző opciókban keresendő. A megfelelő készülék kiválasztásához először is meg kell határozni, hogy egyirányú-e az átvitel, tehát csak monitorra kerül a kamera jele, vagy pedig kétirányú, amikor nemcsak a videojelet kell eljuttatni a monitorhoz, hanem a kameramozgató, illetve a zoom mozgató jeleket is egy kontrollból kell a kamerához visszafelé eljuttatni.

Az előbbi esetben egy „egyszerűbb” adóra, míg az utóbbi esetben kétirányú adó-vevőre van szükség. Maguknak az adóknak is többféle fajtája létezik, a régebbi technológiájúaknál, miután rácsatlakoztatták a koax kábelt, illetve a száloptikát, oszcilloszkóp segítségével kellett egy mérést végezni, és ezen figyelve a jelalakokat lehetett beállítani a megfelelő átvitelt. Ez természetesen elég kellemetlen volt, mert egyrészt kezdeti beállításhoz is szakemberre, illetve oszcilloszkópra volt szükség, továbbá később is folyamatosan, illetve periodikusan a szervizelést is hasonló kvalifikáltsággal lehetett elvégezni.

A korszerűbb berendezések már önbeállító módon működnek. Ez azt jelenti, hogy semmifajta beállítást nem kell és nem is lehet rajta végezni, továbbá folyamatos szervizelésre sincs szükség. A legújabb és legkönnyebben telepíthető eszközök az öndiagnosztikával is rendelkező átalakítók. Az adón világít egy zöld LED. Ha a zöld LED pirosba vált, az azt jelenti, hogy eltűnt a videojel. A vevő oldalon

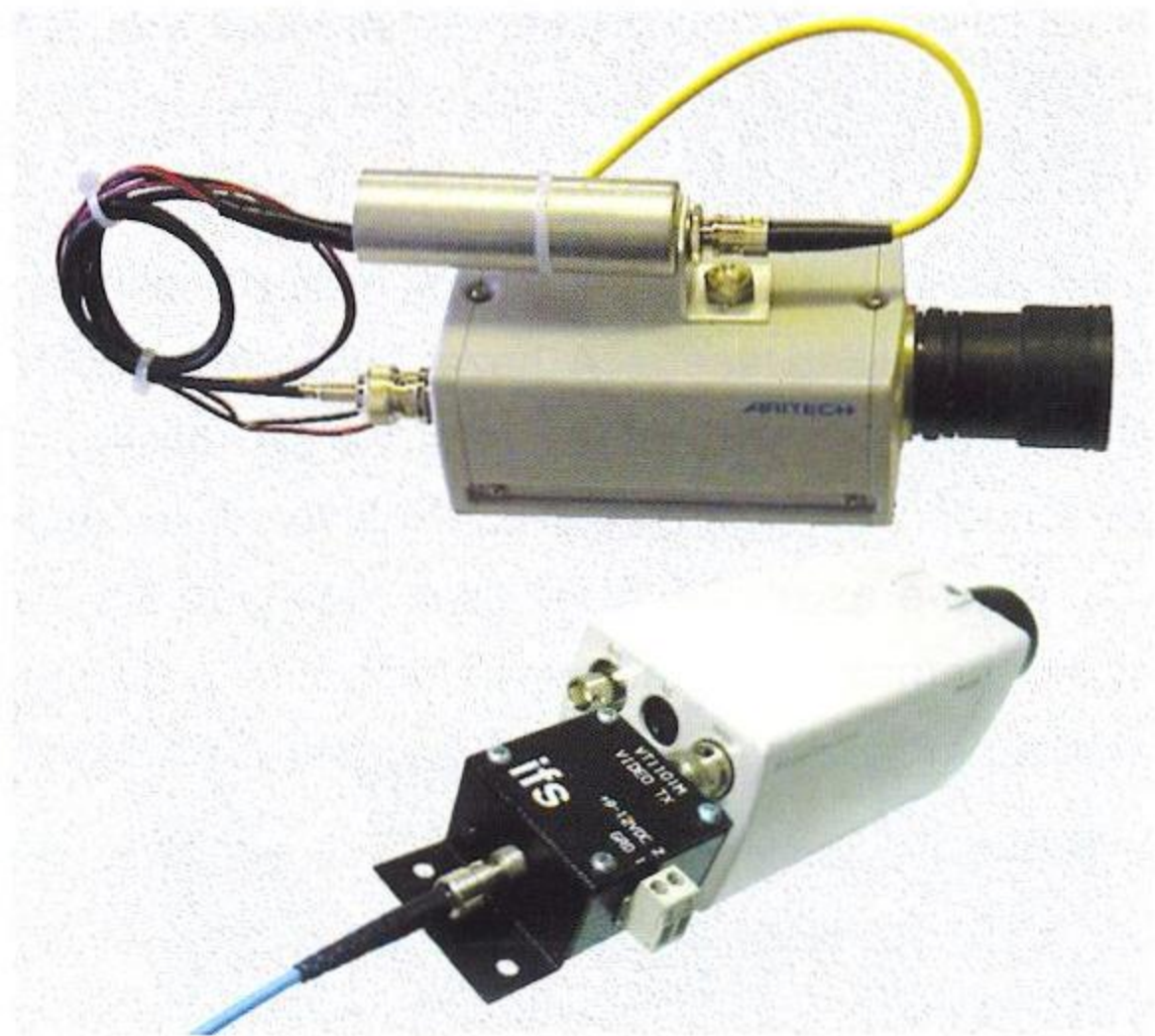


185. ábra

hasonlóan nagyon egyszerű a helyzet, itt két zöld LED van. Ha az egyik pirosra változik, az azt jelenti, hogy elveszett a videojel, míg a másik pirosra változása az azt jelenti, hogy elveszett a száloptika jele is. Ezek az adók általában már el vannak látva biztonsági berendezéssel is, vagyis a fényvezető szál esetleges elszakadásakor az optikai adó leszabályozza a kimenő teljesítményét. Így elkerülhető, hogy az emberi szem által nem látott, de igen nagy intenzitású jelet hordozó fényvezető szálba direkt betekintés szemkárosodást, vagy tartós vakságot okozzon. Kialakításuk szerint találkozhatunk rack-es kivitellel, vagy közvetlen falra szerelhető megoldással (185. ábra).

Ezek is lehetnek egycsatornás eszközök, vagy 2,4,8,16, stb. csatornás multiplexerek is.

Léteznek már igen kisméretű, szinte semmi beállítást nem igénylő adók is, melyek közvetlenül a kamerához csatlakoztathatók (186. ábra). Ezt követően csak a megfelelő tápellátást, valamint az optikai kábelt kell csatlakoztatni és az eszköz már is kész a jeltovábbításra.



186. ábra

Végül érdemes még pár szót szólni a tervezésről is. A koaxiális

kábelben történő jelátvitelhez hasonlóan, itt is meg kell határozni a kimenő jelszintet, a vevő érzékenységét, a kábelben, csatlakozókon történő jelveszteségeket és ezek ismeretében eldönthető, hogy az adott rendszer működőképes lesz-e, vagy sem. Először is meg kell nézni, hogy az adott optikai adó milyen kimenő teljesítménnyel, illetve jelszinttel rendelkezik. Általában mindkettő megtalálható a katalógus lapon, amiből nekünk a jelszint kell. Ha csak a kimenő teljesítmény szerepel, akkor ezt mi is kiszámolhatjuk a

$$10 \cdot \lg \frac{P}{P_0}$$

képlettel, ahol P_0 az abszolút szintnek, azaz 1 mW-nak felel meg. Így, ha a kimenő teljesítményünk pl. 25 μ W, akkor a kimenő jelszintünk

$$10 \cdot \lg \frac{P}{P_0} = 10 \cdot \lg \frac{25 \mu W}{1 mW} = 10 \cdot \lg \frac{2,5 \cdot 10^{-5} W}{10^{-3} W} = 10 \cdot \log 0,025 = -16 \text{ dBm}$$

Ez az érték megfelel egy tényleges optikai adó kimenő jelszintjének.

A következő érték amit meg kell keresnünk, az a vevő érzékenysége. Ez típustól függ, de nem tévedünk nagyot, ha példánkban ezt most 1 μ W-nak vesszük. Ez az érték megfelel a -30 dBm-nek, az előbbi képletet alkalmazva.

E két érték birtokában most már meg tudjuk határozni az átvitel során rendelkezésre álló ún. optikai teljesítmény keretet (Optical Power Budget), ami nem más mint a kettő különbsége, azaz példánkban maradvány 14 dBm. Ennek a keretnek kell lefedni az átvitel során keletkező veszteségeket. Mik is ezek? A többségéről már volt szó, de ismételjük át még egyszer.

A legnagyobb értéket az optikai kábel km-re vetített csillapítása jelenti, amely hullámhossz függő. 850 nm-es tartományban, multimódus esetén ez kb. 3-3,5 dB/km. A következő érték a toldásoknál létrejövő vágásonkénti 0,15-0,3 dB/darab. Végezetül a csatlakozók, melyek típusától függően 0,3-0,5 dB/darab csillapítást jelentenek. Lényeges, hogy mindig az ún. „worst-case” állapotra, azaz a legrosszabb feltételeket figyelembe véve számoljunk. Összeadva a felsorolt csillapításokat kiderül, hogy benne vagyunk-e a keretben, vagy sem. Fontos, hogy 2-3 dB-s tartalék mindig rendelkezésre álljon, azaz 100%-osan soha ne használjuk ki az optikai teljesítmény keretet.

Végezetül, összegezve az eddig leírtakat, az optikai kábeleknek a hagyományos koax kábeles képátvitellel szemben az alábbi előnyei vannak:

- ↳ Nagy távolságú átvitelt biztosítanak.
- ↳ Széles frekvenciatartományban működnek.
- ↳ Nagyon nagy a sávszélességük, így a jel teljes frekvenciatartományát veszteségmentesen képesek átvinni.
- ↳ Az optikai kábelek nem vezetnek elektromos jeleket. Ez azt jelenti, hogy nyugodtan vezethetjük az optikai kábelünket egy 220 V-os hálózati vezeték mellett, az elektromágneses tér következtében zavaró hatás nem lép föl.
- ↳ Potenciálleválasztása révén az adó és a vevő között nincs elektromos kapcsolat, így a földhurkokkal és a földelési hibákkal kapcsolatos zavarok nem jönnek létre.
- ↳ Mindkét irányú, illetve többfajta adat átvitelére képesek egyidejűleg.
- ↳ A száloptikával felszerelt rendszerekre nincs zavaró hatással a villámcsapás, így az ellene történő védekezést csak a táp oldalról kell megoldani
- ↳ Az optikai kábelek kisebbek, jobban kezelhetők mint a koaxiális kábelek.

Ezek után beszéljünk a száloptikás rendszerek hátrányairól. Egyik hátrány, hogy az adók és a vevők külön költséget jelentenek a rendszerben. Maga a kábel már nem jelent nagy különbséget, hiszen az optikai kábelek ma már nem drágábbak, mint a koaxiális kábelek. Ezzel szemben az installálás nagyobb technikai felszereltséget igényel.

Hosszú távon azonban ezek a költségek megtérülhetnek, tekintve, hogy megbízhatóbb lesz a rendszer és a későbbiekben kisebbek lesznek a szervizköltségek.

A fentiekén túl azért létezik még hátrány, amit nem hagyhatunk figyelmen kívül. Ez pedig a radioaktív sugárzással szembeni érzékenység. Ugyanis ha egy optikai kábelt radioaktív sugárzásnak teszünk ki, akkor a kábelben áramló információ sérülhet. Így tehát mindenképpen gondolnunk kell arra, ha olyan területekre ne helyezünk el optikai kábelt, ahol a kábel sugárforrásból, vagy balesetből származó radioaktív sugárzásnak lehet kitéve, vagy olyan kábelt használjunk, ami ez ellen megfelelően védett. Ezek a kábelek valamivel drágábbak, mint a normál kábelek, azonban csak így érhetjük el, hogy a rendszerünk valóban biztonságos, megbízható legyen.

9.3 Mikrohullámú képátvitel

Mikrohullámú átvitelnél a videojeleket nagyfrekvenciás rádiójelekké alakítjuk, ezeket a rádió jeleket speciális parabola antennával kisugározzva, eljuttatjuk egy másik antennára, ahol egy vevőegység ezeket a jeleket befogja, és visszaalakítja videojelekké. A rendszer megfelelő működése érdekében, szükséges a mikrohullámok¹⁷ terjedésével kapcsolatos néhány alapfogalmat tisztázni. A mikrohullám egyenes vonalban, egy nyalábban terjed, tehát ezt az átviteli módot csak olyan helyen használhatjuk, ahol az adó és a vevő „látja” egymást. A terjedést több tényező is gátolhatja. Amivel minden körülmény között számolni kell az a szabadtéri csillapítás.

$$a_{sz} = 20 \cdot \lg \frac{4\pi R}{\lambda}$$

ahol R az antennák távolsága, λ pedig a mikrohullám hullámhossza.

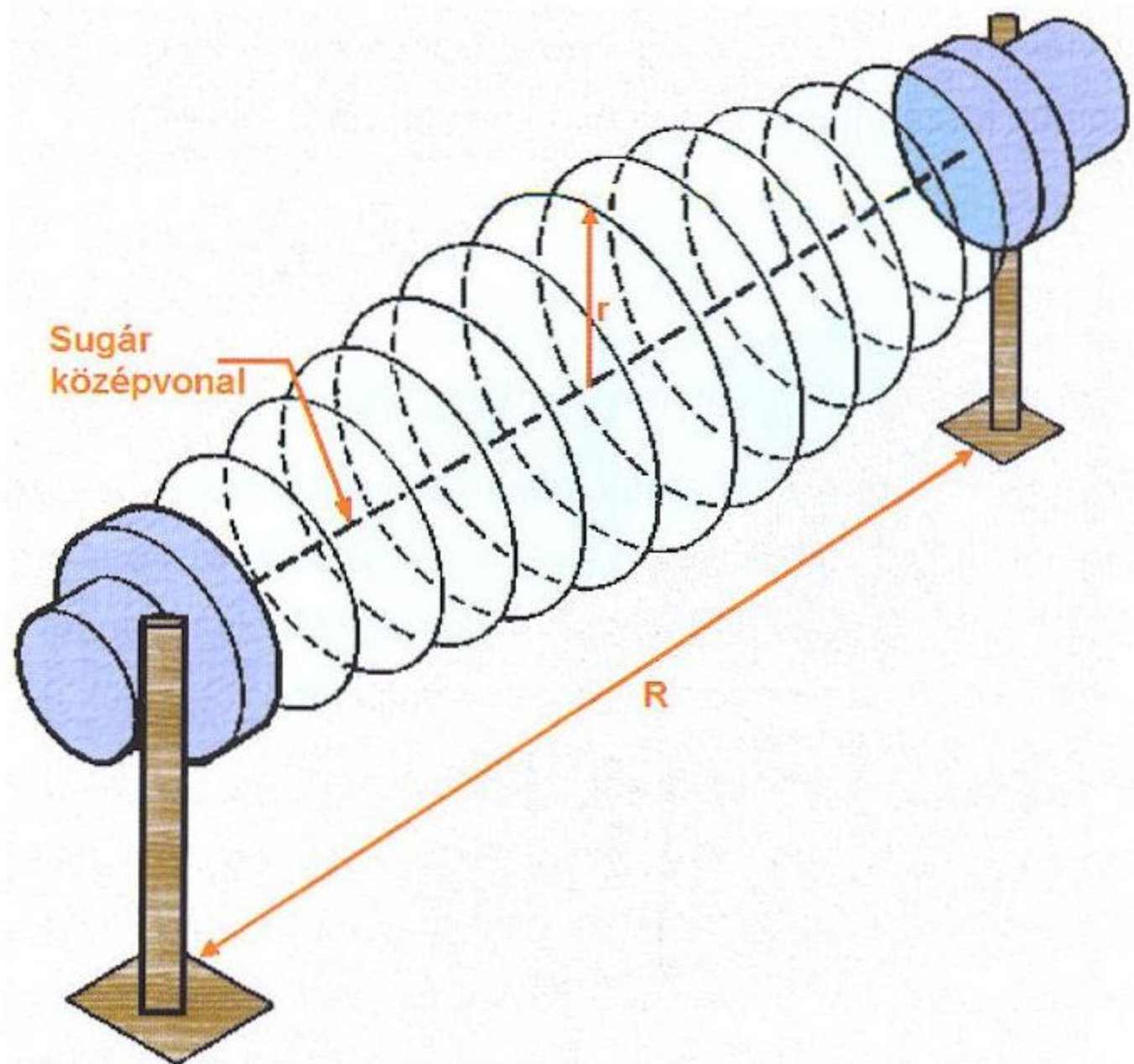
Tehát pl. egy egymástól 20 Km távolságban lévő, 23 GHz-es jelet sugárzó, antennapár között a szabadtéri csillapítás 145.7 dB. Ez az érték „csak” egy alapcsillapításnak tekinthető, ehhez még további járulékos csillapítások is társulhatnak. Ilyen lehet a meteorológiai tényezők, mint pl. a csapadék, a köd hatása. A csapadék intenzitása, az esőcseppek mérete és esési sebessége a csillapítást mind befolyásolja és a konkrét csillapítás meghatározását tovább nehezíti.

¹⁷ Mikrohullámnak nevezzük az 1GHz-nél nagyobb frekvenciájú elektromágneses hullámokat.

Az eső hatása a csillapításra annál nagyobb, minél magasabb frekvenciával dolgozunk. A vízgőz és az oxigén dipólusként viselkedik, és így ezeken az igen magas diszkrét frekvenciákon ún. dipólus rezonancia lép fel. A víz- és az oxigénmolekulák meghatározott frekvenciákon rezonálnak ezáltal jelentős energiát vonnak el az őket gerjesztő elektromágneses tértől. Ezeken a hullámterjedést befolyásoló tényezőkön kívül léteznek más zavaró környezeti tényezők is. Ilyenek az elektromos zavarok, továbbá a domborzat, növényzet és épületek miatt fellépő káros reflexiók.

Ezek a tereptárgyak különböző mértékben visszaverik a mikrohullámú jeleket, amelyek ha újra bekerülnek az átviteli nyaládba, zavart okozhatnak az átvitelben.

Ennek elkerülése érdekében nem elég a közvetlen rálátást biztosítani, hanem arról is gondoskodni kell, hogy az átviteli nyaláb körül egy ún. „tisztá zóna” is legyen. Ezt a zónát a külföldi szakirodalom fresnel zónának hívja¹⁸.



187. ábra

Pontosabb definíció szerint a fresnel zóna egy az átviteli nyaláb körüli ellipszoid, amelyet azon pontok alkotnak, amelyekből a visszavert nyaláb megnövekedett úthossza pontosan az átvitelben résztvevő jelek hullámhosszának többszörösével megnövekedett úthosszal egyenlő. A pontos számításhoz a **187. ábra** és az alábbi képlet lehet segítségünkre:

$$r = \sqrt{\frac{\lambda R}{4}}$$

A vétel akkor a legkedvezőbb, ha a fresnel zóna alja éppen érinti a föld felszínét. Amennyiben valamilyen tárgy nyúlik be az ún. első Fresnel zónába, akkor járulékos csillapítás lép föl.

¹⁸ Mo.-gon használatos még a „látási ellipszoid” elnevezés is. Nevét onnan kapta, hogy a kialakult nyaláb egy olyan forgási ellipszoid, melynek két fókuszpontjában helyezkednek el az antennák.

Ha a belógó tárgy terjedési irányba eső mérete elhanyagolhatóan kicsi a magassághoz képest, akkor „késédiffrakcióról” beszélünk, mely csillapításnak a mértéke attól függ, hogy mekkora a távolság az első Fresnel zóna sugarához képest.

A maximális áthidalható távolság melyet a katalóguslapok tartalmaznak, tulajdonképpen a kisugárzott teljesítménytől, a csillapítási tényezőktől, illetve a láthatóságtól függ. A minimális távolságot pedig úgy kell meghatározni, hogy az antennák lineáris méretei elhanyagolhatóak legyenek a távolsághoz képest. Ekkor ugyanis már a sugárzási erőter dominál, és az antenna iránykarakterisztikája nem függ a távolságtól. A minimális távolság pontos kiszámítására az alábbi képletet használhatjuk:

$$R = \frac{2}{\lambda} \cdot d_a^2 + d_b^2$$

ahol d_a és d_b a két antenna apertúra mérete.

Az antennák helyének megfelelő kiválasztása mellett a másik fontos szempont, az adó, és a vevő stabil rögzítése. Ugyanis a legkisebb rázkódás, vibráció is képátviteli hibákat okozhat. Az adó kis elmozdulása is a nagy távolságban lévő vevőnél hatalmas változást okoz. Emiatt nagyon fontos, hogy megfelelően rögzítsük mind az adót, mind a vevőt.

Most tekintsünk át néhány a mikrohullámú rendszerekkel kapcsolatos tervezési szempontot. A legegyszerűbb mikrohullámú átvitel egy irányba egy videojelet visz át (szimplex képátvitel). Ezt bővíthetjük úgy, hogy pl. hang vagy egyéb adat jelet is átviszünk a képpel együtt. Ilyen lehet pl., RS232-es jelek átvitele, mozgásérzékelés, alarm funkciók, illetve távirányítási funkciók átvitele. Attól függően, hogy az adatcsatornát milyen irányba akarjuk kialakítani, beszélhetünk a vevő oldal felé történő adatátvitelről (forward), az adó oldal felé történő átvitelről (reverse), vagy kétirányú adatátvitelről (duplex). Az egyéb vezérlésre, vagy hangátvitelre kialakított csatornák száma egynél több is lehet.

Nézzük a mikrohullámú rendszerek előnyeit:

- ↳ A mikrohullámú átvitel nagy távolságú átvitelt biztosít kábel nélkül.
- ↳ Az átvitel széles sávú, olyan széles frekvenciatartományt használ, hogy a videó jeleket veszteség, torzulás nélkül tudja átvinni.
- ↳ A több módusú átvitelt mikrohullámú átvitel esetén is széleskörűen lehet használni.

Hátrányaként említhetjük, hogy az adónak és a vevőnek látóvonalban kell lenniük és számolnunk kell a fresnel zóna hatásával is. Problémát jelenthet a sugárzáshoz szükséges engedélyek beszerzése is.

Fontos szempont képátviteli minőségét befolyásoló időjárási tényezők figyelembe vétele. Ilyen, pl. az eső. Bár az átvitelt teljesen megbénító nagy esőzés igen ritka, de a tervezés során ajánlatos képminőség romlással számolni.

9.4 Rádiófrekvenciás képátvitel

A mikrohullámú képátvitelhez igen hasonló másik szabadtéri képátviteli mód a rádiófrekvenciás, vagy más néven (rövidítve) RF képátvitel. Ez a fajta átvitel épületen belül (épülettől és adóteljesítménytől függően) több száz méter áthidalható távolságot jelent, szabad térben pedig akár több kilométer is lehet. Ennél a megoldásnál a vivőfrekvencia lényegesen alacsonyabb, mint a mikrohullámú átvitelnél, néhány 10 MHz-től 1 GHz-ig terjedhet.

Meg kell azonban jegyezni, hogy vannak ennél magasabb frekvencián, még nem parabola antennával sugárzó, de már a mikrohullám tartomány szélén működő, 2,4 GHz-es adó-vevő készülékek is.

Alkalmaznak olyan különálló adókat, melyeket koaxiális kábellel kell összekötni a kamerával de vannak olyan kamerák is, melyek házába már beépítették az adóberendezést is (**188. ábra**). A vevőket külön dobozban helyezik el és ezeket külön el kell látni valamilyen tápfeszültséggel.



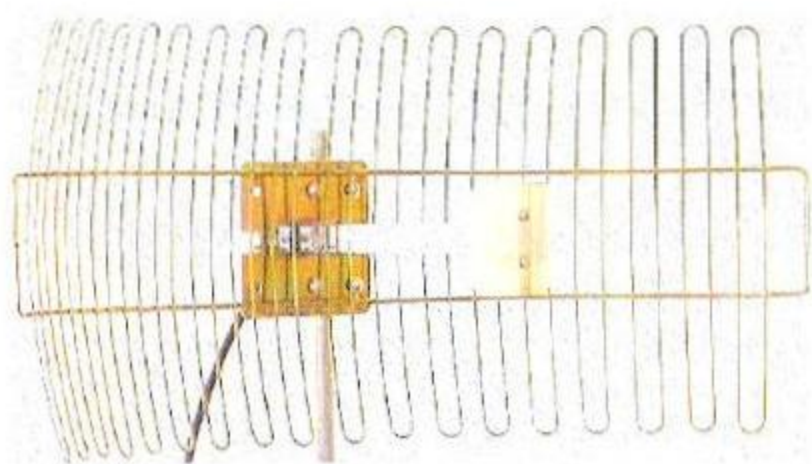
188. ábra

Találkozhatunk olyan kamerákkal is, melyek kisugárzott jeleit közvetlenül televíziós készülékekkel lehet fogni, így spórolva meg a külön vevőkészüléket. Ezek főként otthoni felhasználásra javasoltak, ahol esetleg nem okoz problémát, hogy a szomszéd is láthatja mi történik pl. a kertünkben.

Az RF kamerák beltéri alkalmazása nagyon sokszor problémákba ütközik, mivel a katalógus lapok többnyire a szabadtéri áthidalható távolságot adják meg, amit beltér esetén a készülék messze nem tud teljesíteni. Így ne lepődjünk meg, ha egy készülékkel, aminek a dobozára „Range: 3 km” van írva, egy vasbeton födémmel épített épületben 2 szintet sem tudunk áthidalni.

A vett jel minőségét sajnos még tovább ronthatják egyéb elektromos készülékek. Emiatt kerüljük az RF rendszerek erős elektromágneses környezetben, így trafóházak, nagyteljesítményű elektromotorok, gáz-, illetve dízel aggregátorok környezetében való telepítését.

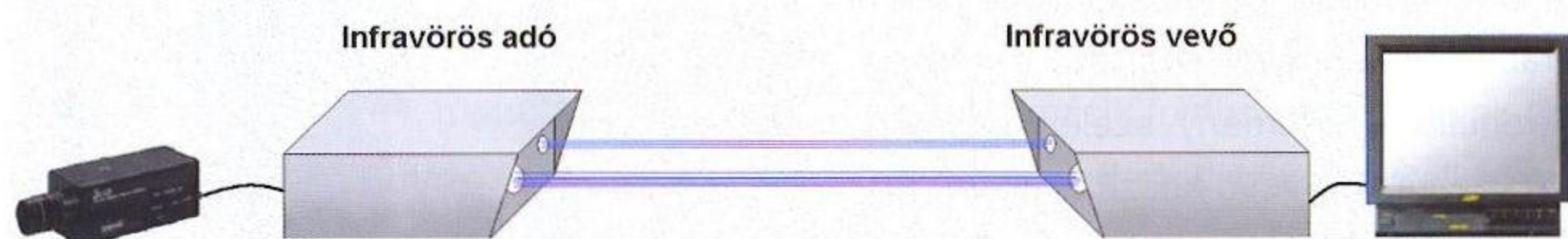
A fentiek miatt a végleges telepítés előtt az adó és vevő pontos helyét próbákkal kell meghatározni. Az áthidalni kívánt távolság növelésére megoldás lehet, ha a gyári tekercsantennát, melynek illesztése és nyeresége nem mindig megfelelő, speciális külső antennára cseréljük ki (189. ábra).



189. ábra

9.5 Infravörös és lézeres képátvitel

Az infravörös képátvitel során a kamerából érkező videojeleket infravörös jelekké alakítjuk, ezt egy adóval kisugározzuk, és távolabb az erre a hullámhosszra beállított vevő veszi az infravörös jeleket, visszaalakítja videojelekké, így a monitorunkon megkaphatjuk a kameraképet (190. ábra).



190. ábra

Ez nagyon hasonlít a mikrohullámú képátvitelre, hisz itt is egy adóról és egy vevőről van szó, illetve itt is látnia kell egymást az adónak és a vevőnek. Ezért mindig, amikor szóba kerül az infravörös átvitel alkalmazása, meg kell győződnünk az akadálymentes egymásra látásról. Ezt nagyobb távolság esetén távcsővel ellenőrizhetjük, illetve éjszaka egy erős fényforrás, vagy lézer mutató segítségével.

Ezen túl némi hasonlóságot az optikai kábelben történő képátvitellel is felfedezhetünk, mivel adóként és vevőként is ahhoz hasonló eszközöket alkalmazunk. Az infravörös modulációja is hasonló módon, intenzitásmodulációval történik. Az áthidalható távolság ezzel a készülékkel azonban „csak” maximum kb. 1.5 kilométer. Az infravörös átvitel is alkalmas arra, hogy képeket, hangokat, adatokat egyszerre vigyünk át, egyszerűen csak megfelelő adót és vevőt kell használni.

Fölmerül a kérdés, hogy az infravörös átvitelt vajon akadályozhatja-e köd, eső vagy egyéb természetes akadály?

Sajnos, a mikrohullámú képátvitelhez hasonlóan, az időjárási viszonyok jelentős mértékben befolyásolják a képátvitelt. Meg kell azonban említeni, hogy az infravörös fény elnyelődése más, mint a látható fényé. Gondoljunk csak a nap vörös színére naplemente és napfelkelte idején, amikor is ezek a hullámhossz összetevők kevésbé nyelődnek el, mint a látható fény többi eleme. A helyzet hasonló az infravörös sugárzással is.

Az infravörös sugárzás elég jól áthatol a ködön, tekintve, hogy olyan hullámhossz tartományban működik, amit a köd nem nyel el teljesen. Mindazonáltal a nagyon sűrű köd még az infravörös átvitelt is meg tudja zavarni.

Egy infravörös rendszer valójában nagyon egyszerűen működik, így a tervezése is rendkívül egyszerű. Néhány alapvető dologra kell odafigyelni. Ezek a következők:

- ↳ Győződjünk meg arról, hogy az adó és a vevő látják egymást.
- ↳ Győződjünk meg arról, hogy az átviteli távolság az adatlapon szereplő minimális és maximális határok közé esik.
- ↳ Győződjünk meg arról, hogy a megfelelő adót és vevőt használjuk, még hozzá a kívánt adatátvitel céljának megfelelően. (Csak videó, vagy videó és RS232, videó és hang, videó és adat Manchester kódolással, stb.)

Az infra vörös rendszer további előnye, hogy mind közeli, mind távoli átvitelt lehetővé tesz. Nincs szükség engedélyeztetésre és a rendszer könnyen áttelepíthető egyik helyről a másikra. Az infravörös átvitel támogatja és lehetővé teszi mind a videó, mind az adatátvitel összes, manapság használatos formáját.

Hátrány és korlát, hogy az adónak és a vevőnek látnia kell egymást, és hogy az időjárási tényezők (sűrű köd, erős esőzés) megzavarhatják a rendszert. Az adó vevő pár környezetében lévő növényzet folyamatos karbantartást igényelhet, mivel a jel útjába kerülő fák és bokrok akadályt jelentenek.

Amennyiben az infra LED-ek helyett lézerdiódákat alkalmazunk, akkor az átvitt távolság 3-4-szeresére is növekedhet **(191. ábra)**. Ez a lézerfény azon fizikai tulajdonságának köszönhető, hogy kis divergencia, valamint nagy spektrális intenzitás jellemzi. Az előbbi azt jelenti, hogy a kibocsátott fénynyaláb közel párhuzamos, azaz minimális 10^{-3} – 10^{-4} radian széttartással rendelkezik, míg az utóbbi pedig azt, hogy a lézerfény a hagyományos fényforráshoz fényéhez viszonyítva az adott hullámhosszon igen nagy intenzitású.



191. ábra

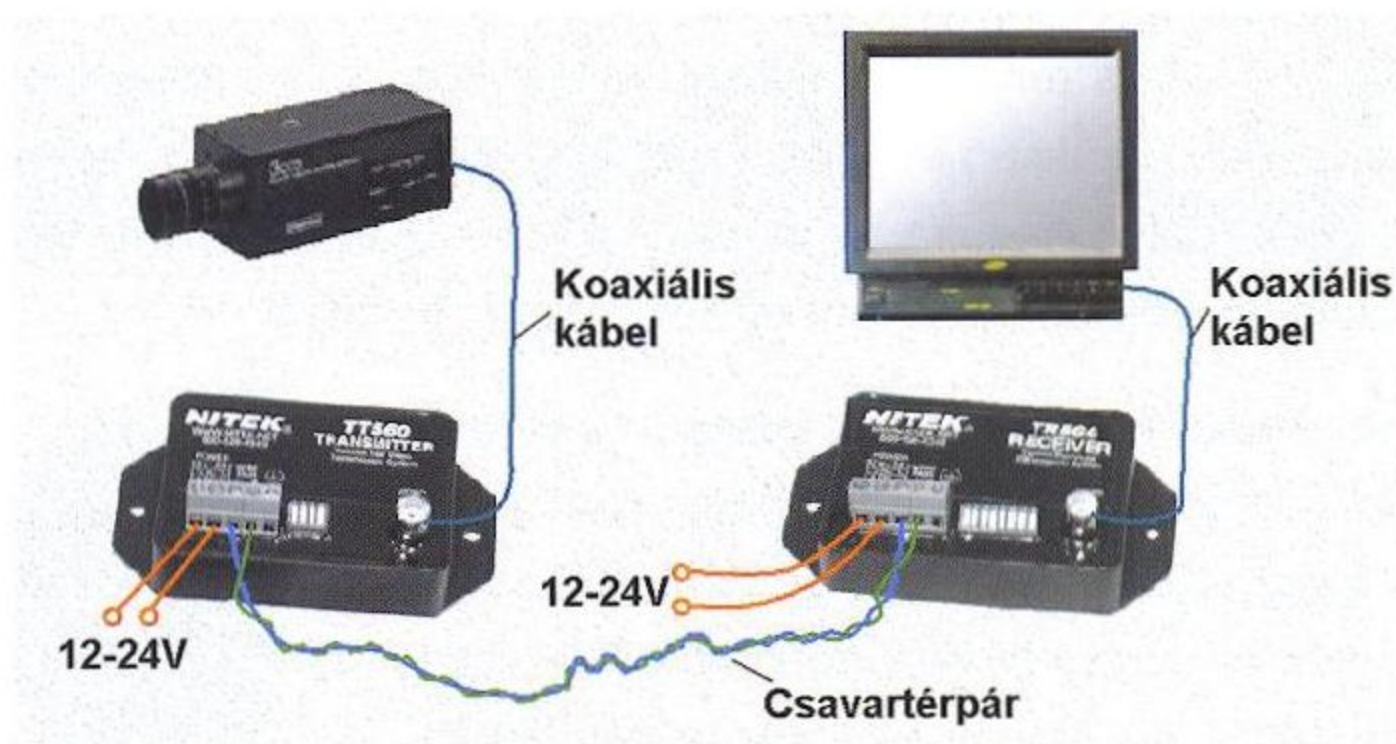
9.6 Csavart-érpáras képátvitel

A vezeték nélküli képátviteli rendszerek után térjünk vissza a vezetékes átviteli rendszerekhez. Az egyik leggyakrabban használt megoldás a csavart-érpáras, vagy más néven sodrott érpáras vezetéken történő képtovábbítás.

A sodrott érpáron szimmetrikus jelátvitel történik, mégpedig úgy, hogy a két érpáron a két jel ellenütemben változik. A vevőkészülék bemenetén differenciálerősítő található, és ennek köszönhetően a rendszer ún. közös módusú zajelnyomási tényezője lényegesen nagyobb, mint pl. a koaxiális kábelen történő jelátvitelnél.

Ezt az átviteli megoldást olyan helyen célszerű alkalmazni, ahol a távolság miatt a koaxiális kábel csillapítása már meghaladja a megengedett értéket. Így csavartérpár alkalmazása (típustól függően) kb. 600 méter felett gazdaságos.

Ennek az az oka, hogy érpáranként egy adó és egy vevőkészülék, valamint tápellátást biztosító áramforrás is szükséges (192. ábra). Nagyobb távolságoknál (900 m – 1,5 km-ig), ahol a koaxiális képátvitel már szóba sem jöhet, a csavart érpár –



192. ábra

főként az alacsony ára miatt – kifejezetten jó alternatívája az optikai képátvitelnek.

Itt azért érdemes egy kicsit megállni. Ne felejtsük el, hogy a képátvitel minőségét nagymértékben befolyásolják az alkalmazott eszközök és a vezeték minősége. Az előbbieknél érdemes megnézni az átvihető sáv szélességet, mert vannak olyan olcsóbb adó-vevő párok, melyek csak 3,5–4 MHz átviteli sáv szélességgel rendelkeznek. A vezetékeknel fontos megemlíteni, hogy vannak olyan rendszerek, melyek igénylik az árnyékolást, és vannak melyek (a megnövekedő kábelkapacitás miatt) kifejezetten tiltják az árnyékolás kábel alkalmazását. Mindkét típusra igaz, hogy a jobb zavarvédetség céljából törekedni kell a minél nagyobb méterenkénti csavarásszámra.

Javasolt a méterenkénti 10-20 csavarás amelyet a kábel megvásárlása előtt a vezeték lecsupaszításával célszerű ellenőrizni. A kábelek impedanciája 100-150Ω között van.

9.7 Telefonhálózaton történő képátvitel

Távbeszélő érpáron történő képátvitelre fejlesztették ki az ún. „slow scan” rendszert, melynek koncepciója már az 1950-es években kész volt. Ez az átvitel azt jelenti, hogy a videó képet digitális adatokká konvertáljuk és ezeket az adatokat egy telefonvonalon keresztül továbbítjuk, majd a telefon vonal túlsó végén újra visszaalakítjuk videojelekké. Ez a rendszer úgy működik, hogy a teljes képet letároljuk egy RAM-ba, majd soronként küldjük át a telefonvonalon. Egy teljes kép átvitele (felbontástól függően) 8 és 28 másodperc közötti időtartamot vesz igénybe. Az információt 1-2 KHz-es vivőfrekvencián, frekvencia-modulációval visszük át. Ez a frekvencia választás annak köszönhető, hogy a telefonvonalaknak ebben a sávban a legkisebb a csillapításuk. A teljes alapsávi jel közvetlen továbbítását pedig behatárolja a telefonvonal és az erősítők 300-3400 Hz-es sávszélessége.

A slow scan rendszerek többnyire valamilyen külső, vagy a beépített mozgásérzékelő által szolgáltatott belső riasztás jelzésre kezdi el továbbítani a képeket. A képátviteli idő csökkentésének egyik lehetséges módja, hogy feláldozunk a kép minőségéből, azaz a felbontást visszavesszük 150, 75 vagy akár 50 sorra. Másik megoldás, ha a szürke árnyalatok skáláját leszűkítjük, és így küldjük át a képet. A probléma azonban az, hogy ezekkel a módszerekkel egy meglehetősen rossz minőségű képet kapunk. Mégis nagy előnye ennek az átviteli módnak, hogy nagy távolságokról is, bárhol ahol egy telefonvonal elérhető, az ember kapcsolatba kerülhet a videó rendszerével és a hozzákapcsolt riasztórendszer összes funkciójával anélkül, hogy külön hálózatot építene ki.

Létezik egy gyorsabb átviteli rendszer, amit úgy hívnak, hogy fast scan, azaz gyors pásztázás. Itt nem a teljes videojelet küldjük át a telefonvonalon, hanem csak a videó jel változását. Ezáltal jelentősen csökken a képátvitel ideje. Teljes felbontás és teljes szürke skála mellett, ezzel a megoldással akár 10 képet is át tudunk vinni másodpercenként. Ez pedig jelentős javulást jelent. Másik megoldás, hogy a digitalizált képet valamilyen algoritmussal összetömörítjük, így a csökkentett méretű képfájlokat gyorsabban át tudjuk küldeni a telefonvonalon.

Digitális telefonvonal, azaz ISDN (Integrated Services Digital Network) azaz Integrált Szolgáltatású Digitális Hálózat használata további javulást eredményez az átviteli sebesség terén. Az eljárás megalkotásának legfőbb szempontja, hogy integrálja hang és a nem hang jellegű adatátviteli szolgáltatásokat, továbbá a meglévő infrastruktúrára épül. Az ISDN2 használatával akár 2×64 kbit/s, azaz 128 kbit/s-os sebességet is elérhetünk. Hátránya, hogy megfelelő minőségű kép átvitelére még itt is több ISDN csatornát kell párhuzamosan használni, hogy a kívánt sávszélességet elérhessük, továbbá, hogy ez az átviteli mód nem mindenhol érhető el.

A sávszélesség további növelésének módja az ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), azaz aszimmetrikus digitális előfizetői vonal alkalmazása. Lényege, hogy a hagyományos távbeszélő hálózaton keresztül nagy sebességű, de aszimmetrikus adatkapcsolat valósul meg a felhasználói végpont és a szolgáltató között. Az aszimmetrikus jellege abban áll, hogy az elérhető le- és feltöltési sebesség eltérő. Az ADSL nem kapcsolt rendszer, azaz nem kell számolni a kapcsolati időből eredő távközlési költséggel.

10. Monitorok

A monitorok feladata, hogy kétdimenziós felületen megjelenítsék a kamerák által előállított, vagy valamilyen tároló eszközön rögzített és visszajátszott videóképeket. A monitorok felépítésben és áramköri kialakításban nagymértékben hasonlítanak az otthoni televízióhoz. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy CCTV rendszer részeként TV készülékek is alkalmazhatók, mert mint azt a későbbiekben látni fogjuk, a hasonlóság mellett különbségek is vannak.

Mellőzve a részletes áramköri szintű ismertetést, nézzük meg a monitorok fontosabb jellemzőit.

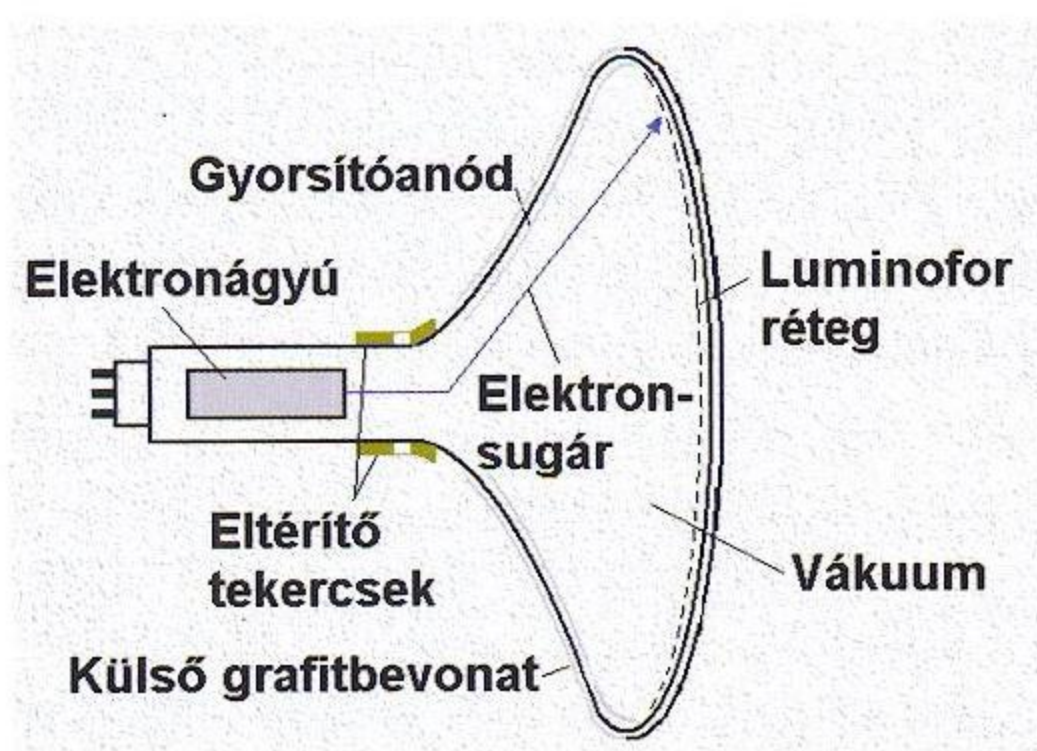
10.1 Képcsövek

A képviszáadás egyik legfontosabb eleme maga a megjelenítő, azaz a képcső (**193. ábra**). CRT (Catod Ray Tube), azaz a katód sugárcső, kialakítását tekintve igen sokféle lehet. A legrégebbi típusú fekete-fehér képcső felépítését szemlélteti a **194. ábra**.

A képcső egy speciális elektroncsőnek fogható fel. A képcső belsejében vákuum van, melynek következtében a cső több ezer négyzetcentiméter felületére a külső levegő több tonnányi erővel hat. Ennek következtében az üvegballon ütésre nagyon érzékeny, már megrepedés esetén is hirtelen fel-, illetve berobban, azaz a szilánkok nagy sebességgel a képcső belseje felé haladnak, majd azon túlhaladva robbanásszerűen szétrepülnek.



193. ábra



194. ábra

Az ábrán látható, hogy a képcső homloklapjának belső felületén lumineszkáló réteg található. Ezt a réteget egy elektronágyú által kibocsátott, fókuszált sugárnyalábbal tapogatjuk le, a **2. fejezetben** leírtak szerint. A homlokclapon, vagy más néven képernyőn az elektronok becsapódását fénykibocsátás követi. A fény intenzitását a becsapódó elektron energiája, azaz a sugáráram határozza meg.

A sugáráram vezérlésére a világosságjelet használjuk, így a kibocsátott fény intenzitása a vezérlő világosságjel nagyságától függ.

A két érték között azonban nem lineáris a kapcsolat. Az **1. fejezet**ből ismert L_v felületi fényesség fogalmát a képcsőre értelmezve felírható, hogy:

$$L_v = k \cdot U^\lambda$$

ahol U a képcső vezérlőfeszültsége, k a képcsőre jellemző állandó és λ a nemlinearitás értéke, mely többnyire $1/0,45$, azaz $2,2$. E nemlinearitást, mint arról az **5.9 fejezetben** már részletesen szó volt gamma torzításnak nevezzük, melynek korrigálására a kamerából kijövő jelet inverz módon torzítjuk, és így az eredő kimeneti fényességünk lineáris kapcsolatban áll a világosságjellel.

Az elektron becsapódását követően a luminofor réteg fénykibocsátása nem szűnik meg azonnal. Azt az időt, amíg a már nem gerjesztett pont fényessége az eredeti érték egy százalékára csökken, utánvilágítási időnek nevezzük. A különböző összetételű bevonatok más-más utánvilágítási idővel rendelkeznek, így a képcső alkalmazási területe határozza meg a bevonatok kiválasztási szempontjait.

A biztonságtechnikában alkalmazott monitoroknál egyszerre csak néhány sor világít, különböző intenzitással. A szemünk „tehetetlensége” miatt azonban ezt nem vesszük észre, ha azonban az utánvilágítási értéket csökkentenénk, akkor a kép érzékelhető vibrálásként jelenne meg, ha pedig növelnénk, akkor a mozgókép elmosódna.

A luminofor rétegbe csapódó elektronokat elektronágyú állítja elő. Ez a szerkezet több részből áll. A legelső rész az elektronokat kibocsátó fűtött katód. A kibocsátott töltések számát a következő egység, az ún. Wehnelt-henger vezérlő rácса és a katód közé kapcsolt feszültség határozza meg.

Az elektronokat ezután megfelelő sebességre kell gyorsítani, és minél vékonyabb nyalábba kell összefogni, hogy pontos, nagyfelbontású képrajzolást érhessünk el. Az előbbi a gyorsító anóddal, míg az utóbbit ún. elektronlencsékkel érhetjük el. Az elektronoptikai lencsék hasonló módon fókuszálják az elektronokat, mint a lencse a fénysugarakat. Itt is igaz a törési törvény, továbbá a kép, tárgy és fókusztávolságra vonatkozó összefüggések.

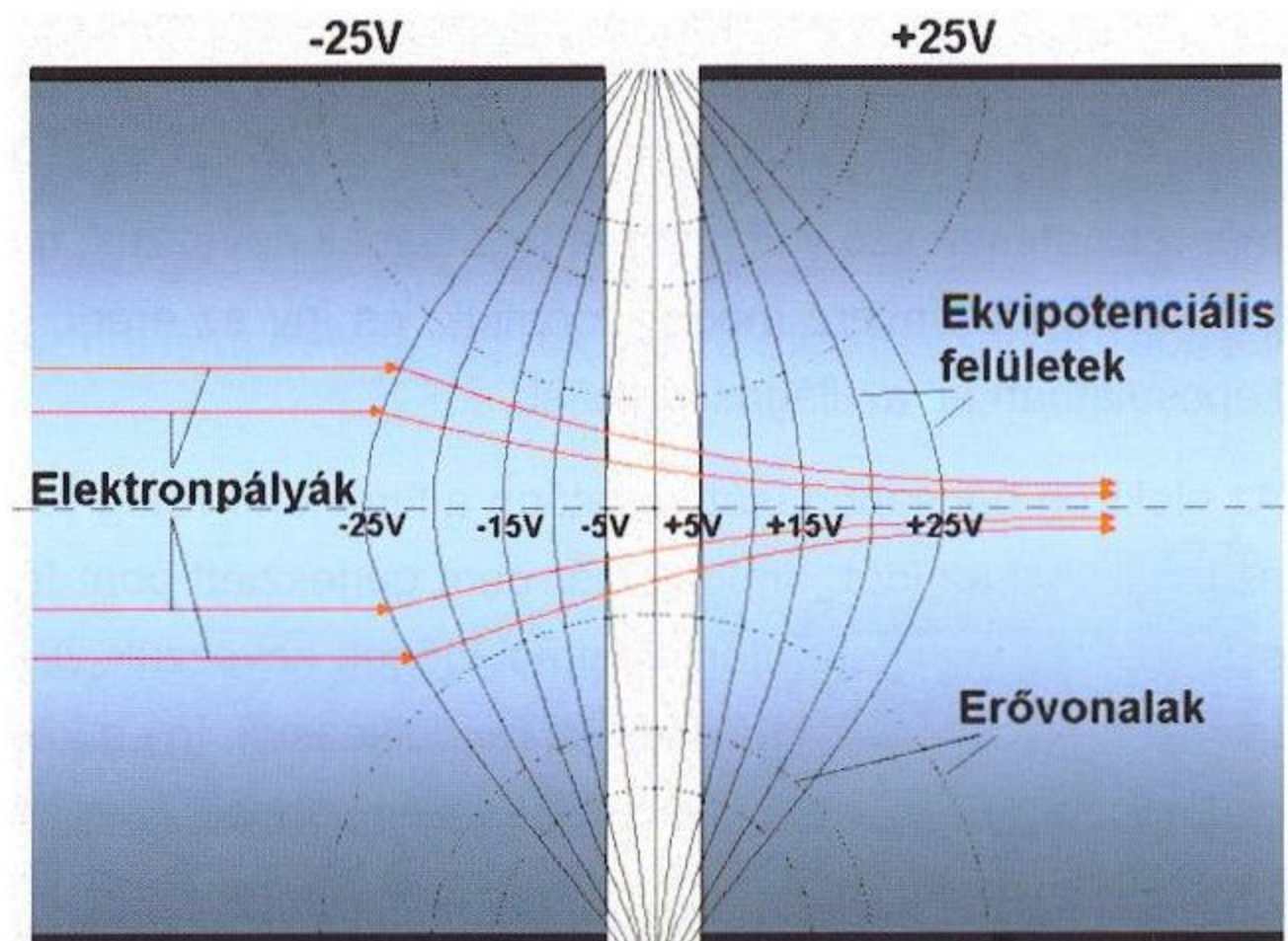
Elektrosztatikus lencsét hozhatunk létre henger alakú elektródákkal. A két elektróda között elvileg végtelen számú ekvipotenciális¹⁹ felület található.

¹⁹ Olyan pontok összessége, melyek egymáshoz képest nem rendelkeznek feszültségkülönbséggel

Az elektromos erővonalak merőlegesek ezekre a felületekre. Ebben az \mathbf{E} elektromos térben az e töltéssel rendelkező elektronra $\mathbf{F} = e \cdot \mathbf{E}$ nagyságú erő hat.

(Lényeges megjegyezni, hogy az elektronokra ható erő és a térerő vektoriális mennyiség, míg a töltés nem.) Ennek következtében az erőhatás iránya megegyezik (párhuzamos) a térerősség irányával.

E kis elektrotechnikai kitérő után vizsgáljuk meg a **195. ábrát**. Az ábrán elektrosztatikus lencsét láthatunk, mely két azonos átmérőjű henger alakú elektródából áll. Az elektródák között berajzolásra került néhány ekvipotenciális felület, továbbá a rájuk merőleges erővonalak. Az erőtér a henger szimmetria tengelye felé gyengül, emiatt az elektronra ható eltérítő erő is egyre csökken.



195. ábra

A térbe belépő elektron a ráható erők hatására a pirossal jelzett pályát járja be. Minél távolabb érkezik meg az elektrosztatikus lencse szimmetriatengelyétől, annál nagyobb a ráható térerő, azaz az eltérítő erő. A szimmetriatengely vonalában beérkező elektronok irányukat megtartva, egyenes vonalban haladnak tovább. Ezzel a megoldással a különböző helyen belépő elektronokat közel egy kilépési pontba tudjuk kényszeríteni, azaz megtörténik a fókuszálásuk.

A megfelelően fókuszált elektronnyaláb önmagában még kevés a képalkotáshoz, hiszen az elektronok a képernyőn mindig csak egy pontba csapódnának be. A **2. fejezetben** leírt váltott soros képletapogatásnak megfelelően az elektronsugarat jobbról balra, és fentről lefele folyamatosan mozgatnunk kell.

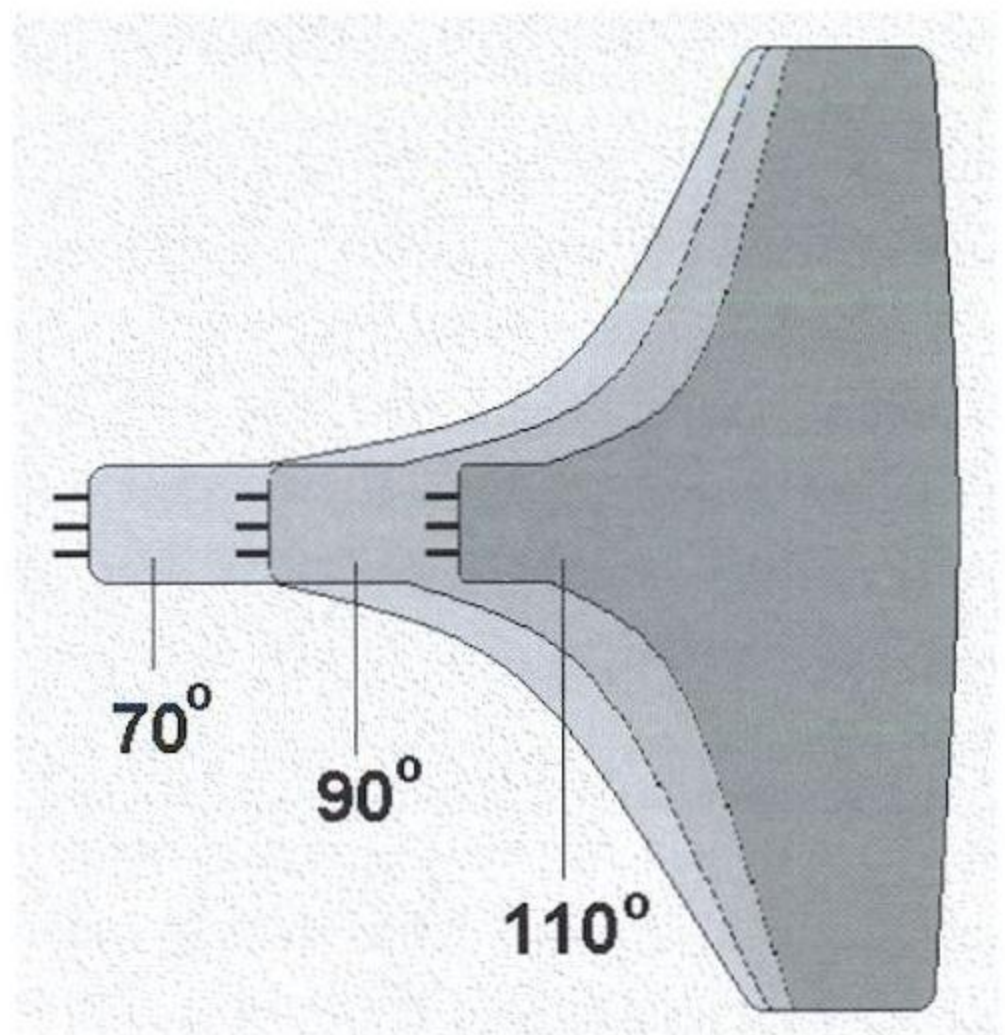
Az elektronsugárnak ezt a vízszintes és függőleges irányba történő mozgatását eltérítésnek nevezzük. Az eltérítést elektromos, vagy mágneses úton tudjuk megvalósítani. Az elektrosztatikus erőteret síkkondenzátor szerű elektródapárral, vagy más néven eltérítő lemezpárral tudjuk előállítani. Ilyen eltérítést használnak az oszcilloszkópok katódsugárcsőveinél.

A televíziós képcsővekben mágneses eltérítést alkalmaznak. A mágneses erőteret a képcső nyakára húzott nyereg alakú eltérítő tekercsekkel állítjuk elő (196. ábra). A mágneses erőter előállítására meglehetősen nagy teljesítményű mágnesetekercseket alkalmazunk. Ennek megfelelően az eltérítés nagysága is igen nagy lehet. Az eltérítés nagyságát a két szélső eltérítés által bezárt szögben szokták megadni.

Különböző képcsőátmérő és képcsőhossz más és más eltérítési szöget eredményez (197. ábra). Az ábrán jól látható, hogy geometriai szempontból a nagyobb eltérítésű képcsővel kevésbé mély monitor valósítható meg. Figyelembe kell azonban azt a tényt is venni, hogy a nagy eltérítési szög miatt precízebb kialakítás szükséges, hogy az alkotott kép ne szenvedjen geometriai torzulást. Ilyen torzulás esetén a téglalap alakú raszterkép hordó, vagy párna alakúvá válik, melyet a képernyő sarkainál elhelyezett állandó mágnesekkel (párna mágnesekkel) valamilyen mértékben korrigálni lehet.



196. ábra

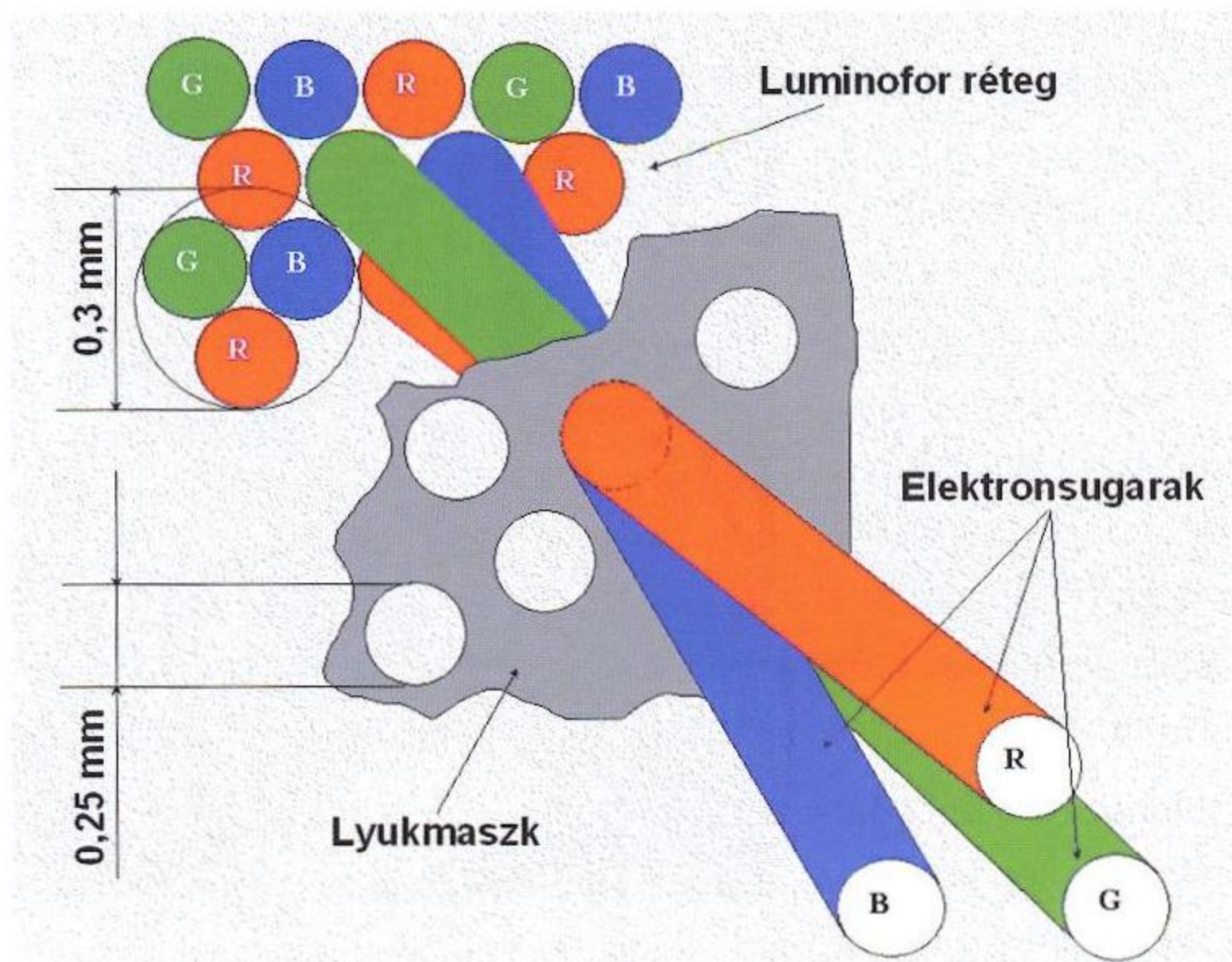


197. ábra

10.2 Színes képcsövek

A színes képcsövek működési elve nagymértékben hasonlít a fekete-fehér képcsövekéhez. A képpontok gerjesztéséhez itt is elektronágyút használunk, azonban az **1. fejezet**-ben már tárgyalt additív színkeverési eljárást kihasználva egy színes pont megjelenítéséhez három alapszín (piros, zöld, kék) szükséges. Ennek megfelelően így most nem egy, hanem egyszerre három elektronsugár kell, hogy pásztázza a képernyőt. A legrégebbi ilyen elven működő színes képcső a delta-képcső (**198. ábra**).

Nevét onnan kapta, hogy a három elektronágyú egy egyenlő oldalú háromszög (görög nagy delta) csúcspontjaiban helyezkedik el. Az ábrán látható, hogy a luminofor réteg mögött réznikkel, vagy acél-ötvözetű lyukmaszk helyezkedik el. Az elektronágyúkból kilépő elektronsugarak optimális esetben pont ezen maszk lyukjainál találkoznak. Eddig a pontig a sugarak összetartanak (konvergálnak), majd ezt követően széttartanak (divergálnak) és a megfelelő pontba csapódva gerjesztik azt. A kb. 400000-420000 lyukhoz háromszor annyi fénypont tartozik. A folyamatosan változó eltérítési szög miatt a hármas sugárnyaláb együttfutását egy igen bonyolult szerkezet, a képcső nyakára erősített ún. konvergencia szerelvény biztosítja. Megfelelő beállítás esetén is az összelektronsugár csak mintegy 20%-a ér el a luminofor rétegig, a többi a lyukmaszba csapódva annak hőmérsékletét növeli.



198. ábra

A konvergencia szerelvény nem megfelelő beállítása esetén ún. szintisztasági hiba (színtorzulás) jön létre. Ez a jelenség gyakran előfordul ennél a képcső típusnál, így ez az egyik ok amiért, ez a típus manapság már kevésbé használatos a képmegjelenítők területén.

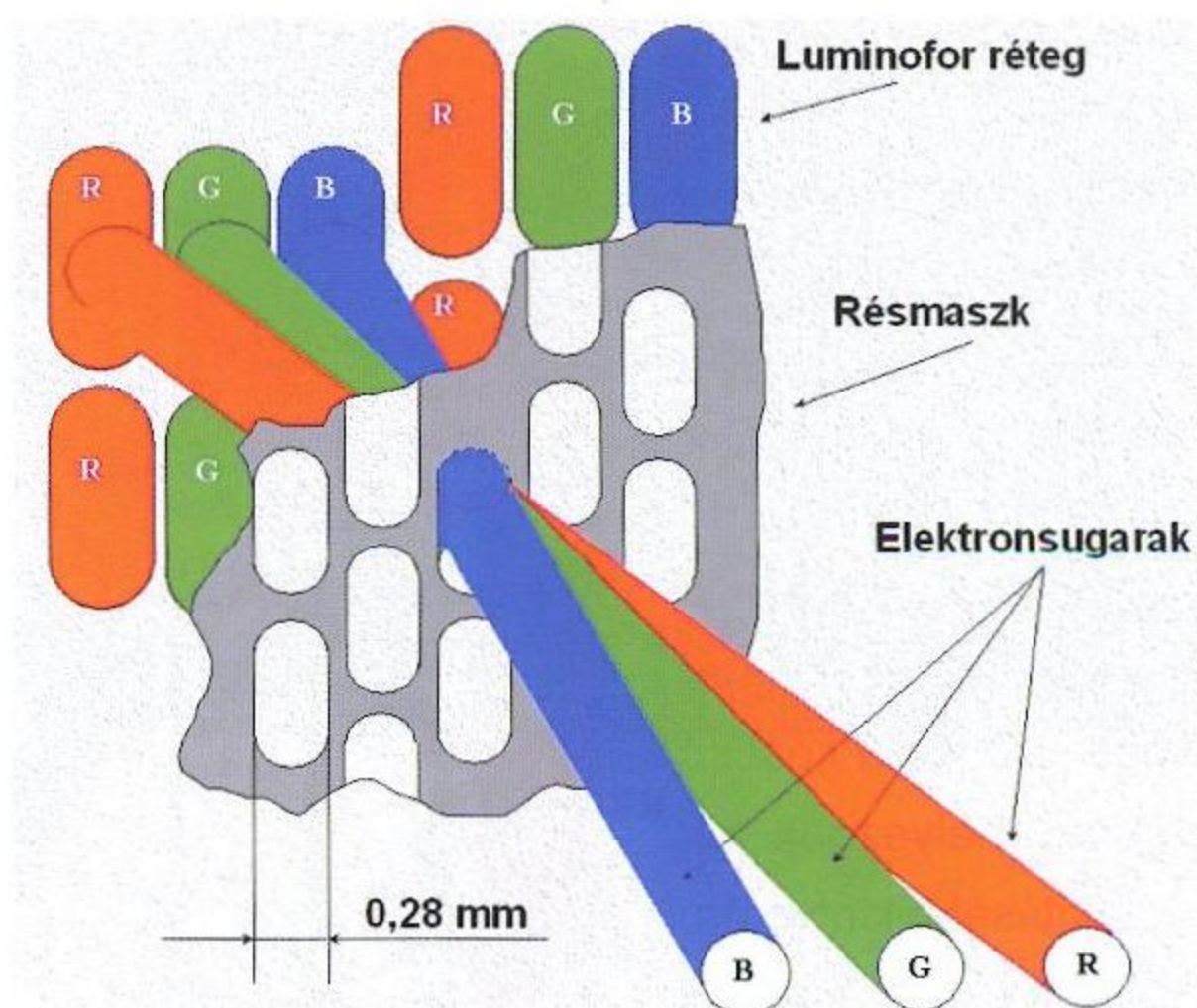
Lényegesen elterjedtebb az ún. In-line képcső, melynek több típusa is létezik. Ennél a kialakításnál is megtaláljuk a három elektronágyút, itt azonban ezek már nem 120 fokban, hanem (mint arra neve is utal) egy vonalban helyezkednek el.

Ennek megfelelően a luminofor réteg kialakítása is követi ezt az elrendezést, azaz itt is a három színnek megfelelő három-három képpont egymás mellett található. Itt azonban, mint azt a **199. ábra** is szemlélteti már nem lyukmaszkot, hanem ún. résmaszkot alkalmaznak. Ennek eredményeként a függőleges irányba történő konvergencia hiba már nem okoz látható szintisztasági hibát. Ennek köszönhetően egyszerűsödhetett a konvergencia szerelvény és annak beállítása is.

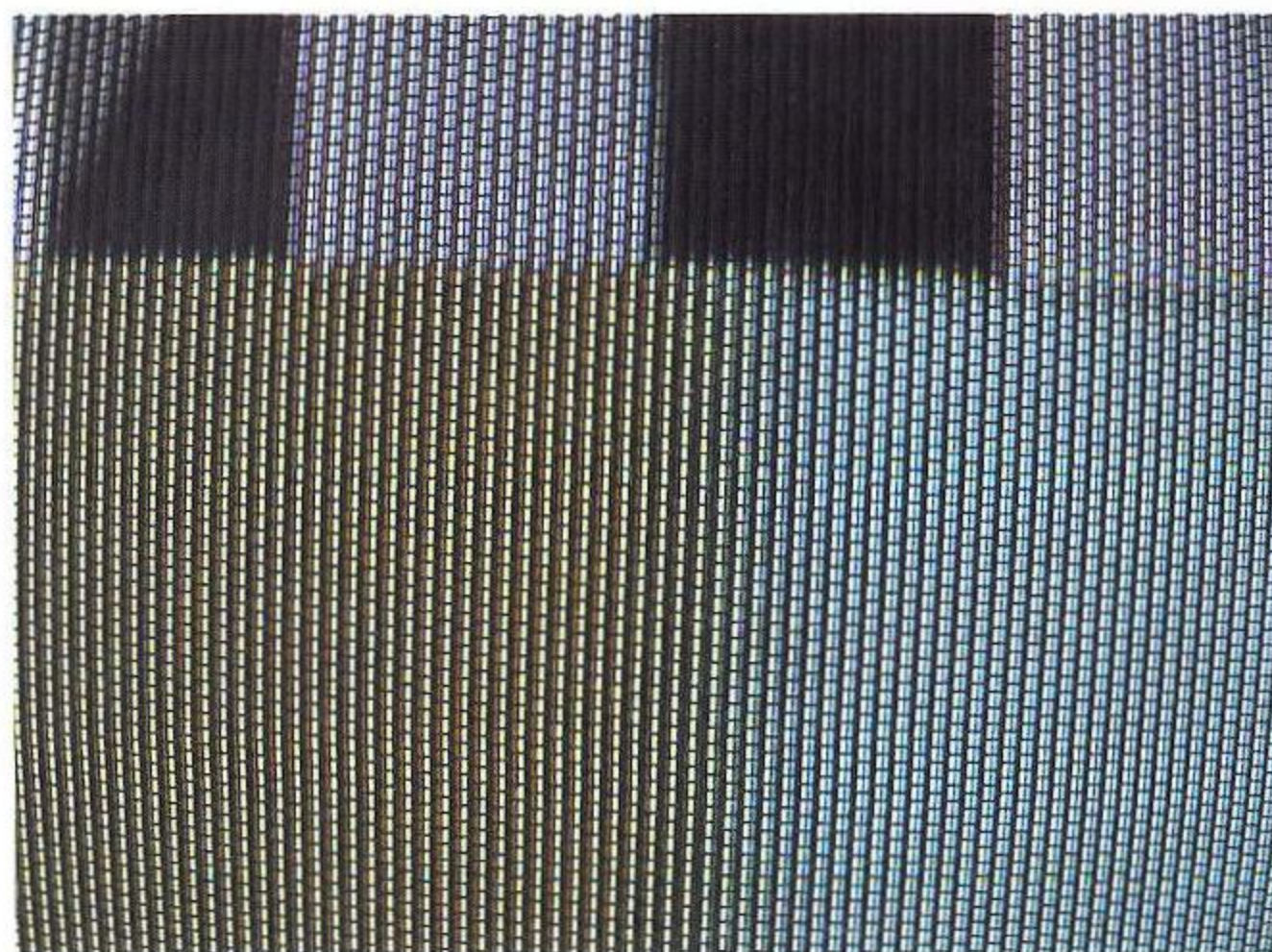
Ez az elrendezés a monitor képcsővét működés közben megfigyelve jól látható (**200. ábra**).

Az In-line képcsővek továbbfejlesztett változata az ún. precíziós In-line (PIL) képcső, ahol a katódból kilépő elektronokat egy háromnyílású sík-elektroda vezérli, melynek köszönhetően rendkívüli módon megnő az elektronsugarak együtttartása, és kiküszöbölődik az elektróda melegedéséből adódó konvergencia hiba.

Ezeknél a képcsőveknél már egy önkonvergenciát megvalósító, inhomogén mágneses teret biztosító eltérítő tekercset találhatunk.



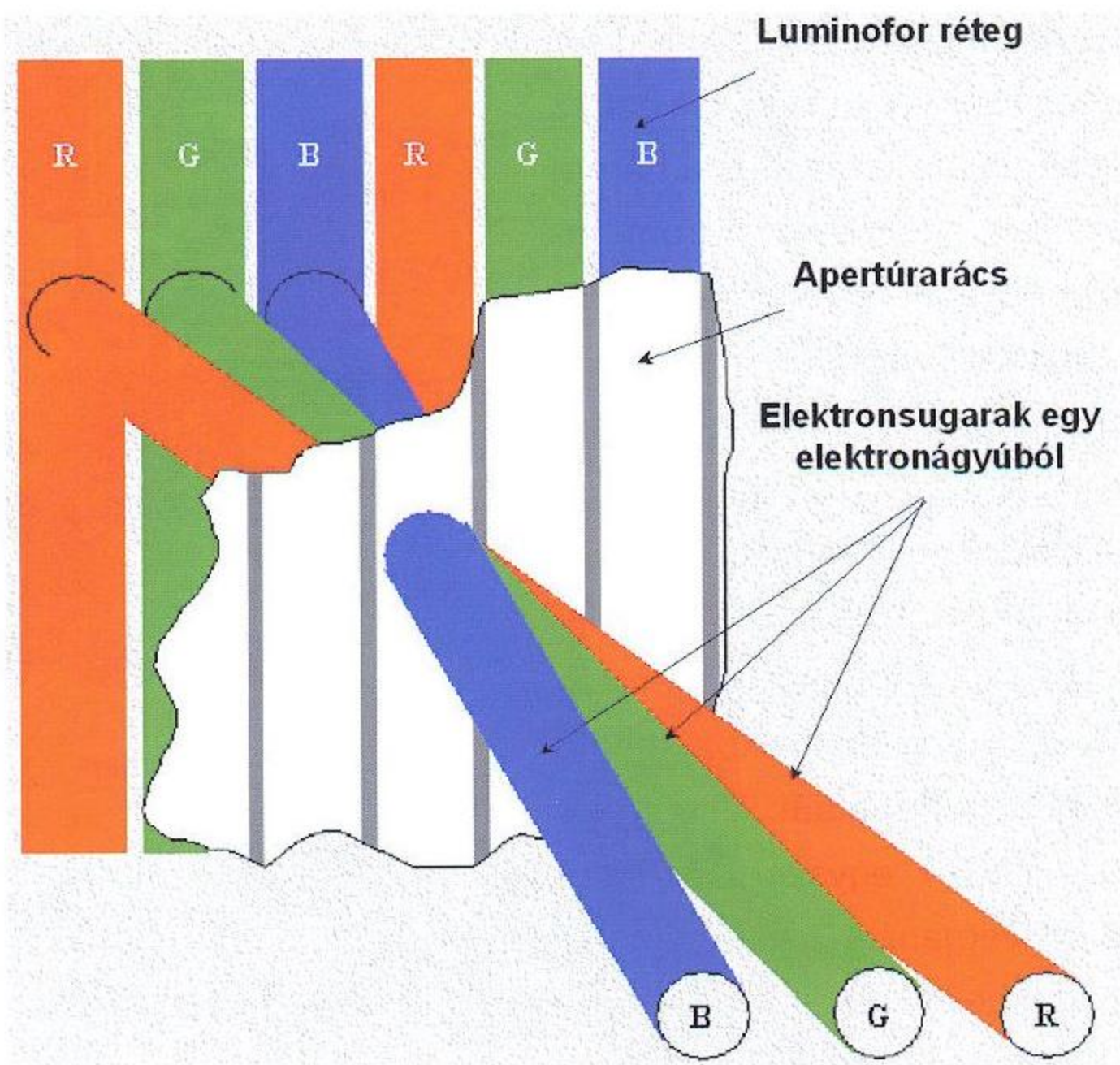
199. ábra



200. ábra

Ezt az ún. vonalfókuszú precíziós toroid eltérítő rendszer (Precision Static Toroid), mely egy egységet képez a képcsővel, már a képcsőgyártás során a képcső nyakára erősítik, majd többnyire ragasztással rögzítik.

Ezen technikai megoldás mellett is elkerülhetetlen, hogy a gyártási és összeszerelési pontatlanság miatt ne lépjen fel ún. statikus konvergencia hiba. Ezt a hibát állandó mágnesekkel korrigálják, melyeket szintén a képcső nyakán helyeznek el. Kialakítását tekintve ún. többpólusú (4, vagy 6 pólusú) mágnesgyűrűk elforgatásával lehet a járulékos eltérést létrehozni.



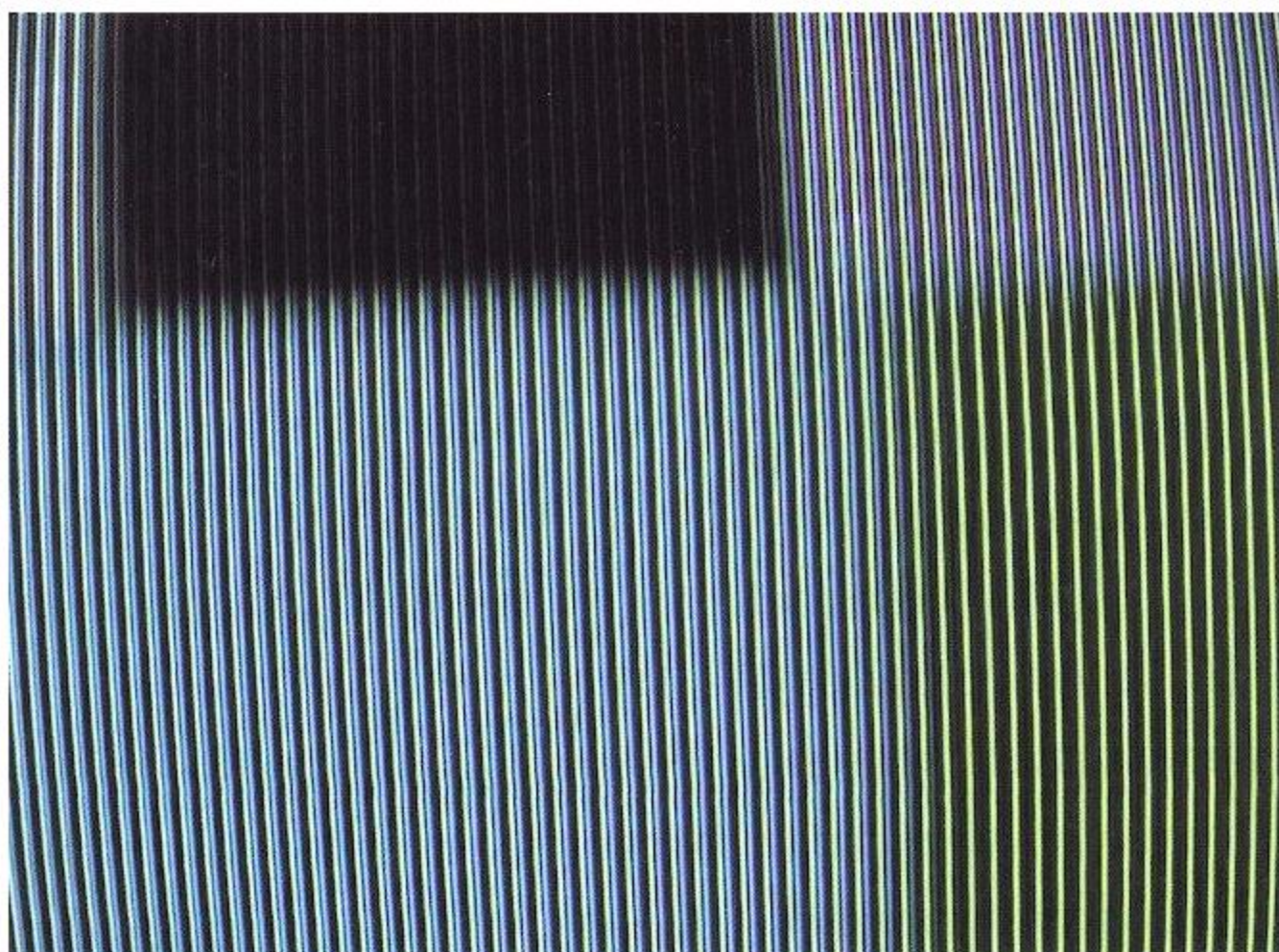
201. ábra

Az 1960-as években kezdett el kísérletezni a SONY cég a Trinitron képcsővekkel. Ennél a megoldásnál is három elektronsugár pásztázza a képernyőt, ezt azonban három katód és egy elektronágyú állítja elő. Itt már nem beszélhetünk RGB ponthármasokról, hiszen a képcsővön függőleges színcsík-hármasokat láthatunk. (201. ábra)

Az apertúrarácsot kb. 100 mikron vastagságú fémlemezekből, maratással állítják elő. (Mj: Az apertura rács ilyen jellegű kialakítása a fejlesztés során sok problémát okozott, mivel nagy képcsőátmérő esetén a vékony függőleges „pálcák” stabil – egymással párhuzamos – helyzetének biztosítása nem volt megfelelően megoldva. Ez viszont az alkotott kép szintiztaságát veszélyeztette. A probléma megoldására keresztbe – a képcső átmérőjétől függő darabszámban – merevítő pálcákat helyeznek el, melyeknek árnyéka jól kivehető ha maximumra állítjuk a fényerőt.)

Összehasonlítva ennek a képcsőnek a fényerejét az előzőekével elmondható, hogy, az apertúrarács 20-30%-kal jobb „fényáteresztő” képességének köszönhetően az lényegesen nagyobb. Ezen túl a képcső színvisszaadási tulajdonságai is lényegesen jobbak.

Ez utóbbi az egyszerűbb konvergencia-szerelvénynek, és konvergencia áramkörnek köszönhető, mivel a függőleges csíkok miatt csak a vízszintes konvergencia biztosítására van szükség. A képcsövön elhelyezkedő függőleges csíkok közelről jól megfigyelhetők (202. ábra).



202. ábra

10.3 LCD kijelzők

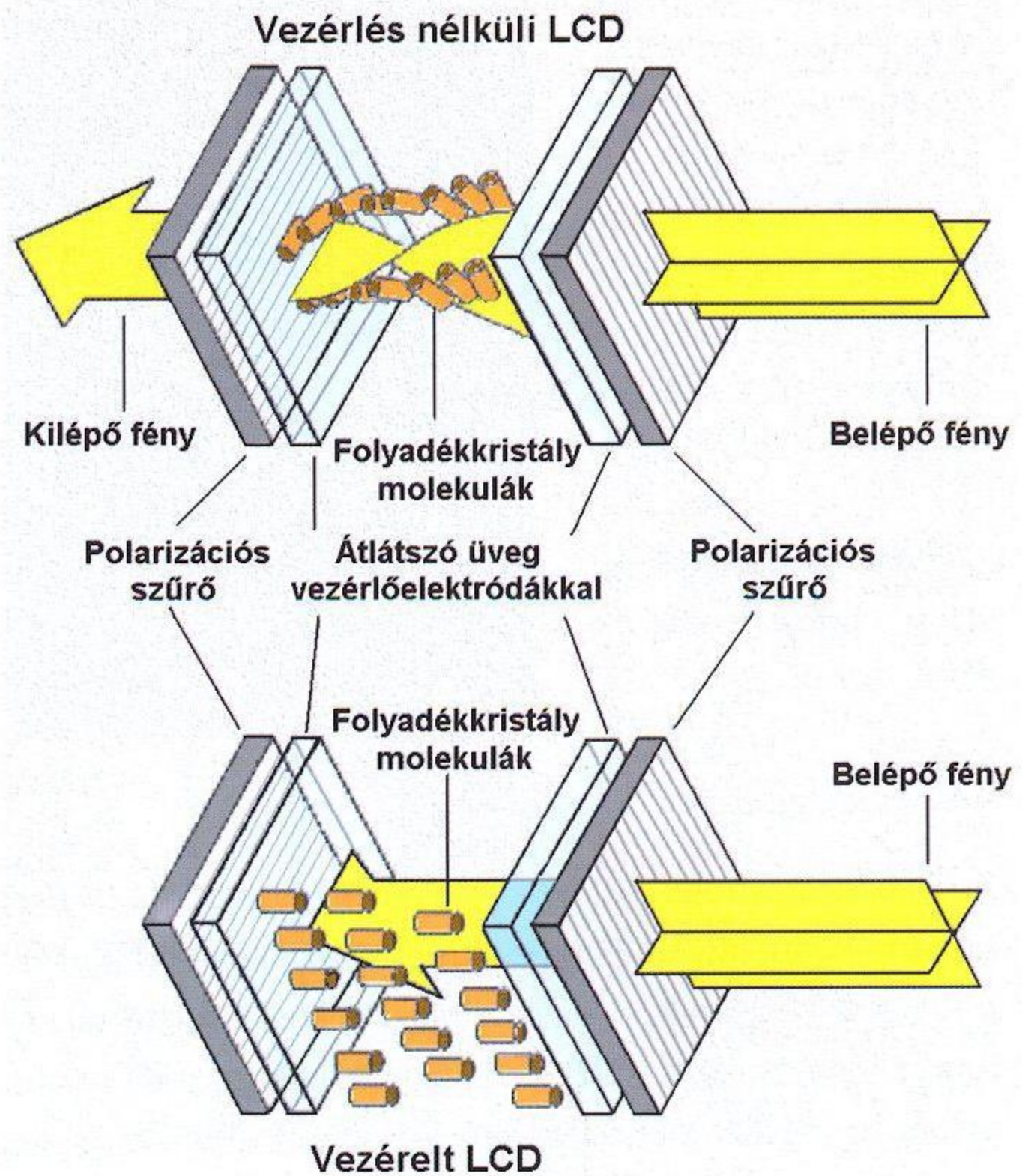
LCD, azaz folyadékkristályos kijelzővel (Liquid Crystal Display) különböző eszközökben (órákban, játékokban) már régóta találkozhatunk. A működéshez szükséges anyagot Friedrich Reinitzer német biokémikus fedezte fel. Maga a folyadékkristály, mint ahogy azt a neve is sugallja, a folyadékokhoz hasonlóan folyékony, viszont molekulái bizonyos mértékig rendezettek, és így szilárdnak (kristálynak) is tekinthetők. Ez az anyag fényt nem bocsát ki magából, hanem a külső természetes, vagy mesterséges fény terjedését módosítja.

Működési elv alapján megkülönböztethetünk dinamikus szórásos alapuló LCD-eket, (amelyeknél a kialakított karakterek vezérlés nélküli állapotban átlátszóak, vezérlés hatására pedig kifehérednek), illetve térvezérléses folyadékkristályos kijelzőket.

A térvezérléses folyadékkristályos kijelző működése röviden a következő: a folyadékkristály molekulákat ún. fénypolarizátorok közé helyezik. Ezek úgy vannak kialakítva, hogy polarizációs síkjuk 90 fokot zár be egymással, így a polarizálódó belépő fény csak akkor tud áthatolni a kimenetnél elhelyezett polarizátoron, ha terjedése közben 90 fokot elfordul. A kijelzőt határoló két üveglemez belső felületét egymásra merőlegesen, de párhuzamosan felrovatkolják. A folyadékkristály molekulái alapállapotban (feszültségmentes esetben) 90°-os forgatást végeznek a beeső fény polarizációs síkján. Amennyiben az üveglemezre felvitt elektródákra megfelelő nagyságú feszültséget kapcsolunk, akkor a folyadékkristály molekuláinak csavart módusa megszűnik, és egységesen az elektromos tér irányába állnak. Ebben az esetben a cella nem fordítja a fény polarizációs síkján, így a fény nem képes kilépni a cellából.

A vezérlés megszűnésekor a kristályok ismét spirál alakzatba állnak be (203. ábra).

Az LCD kijelzőnél találkozhatunk reflexiós és transzmissziós típusokkal. Előbbieknél az LCD elem mögé egy fényvisszaverő anyagot téve a környezeti megvilágításból nyert fényt „járatjuk meg” a folyadékkristályokon keresztül, míg a második esetben az LCD mögött lévő saját fényforrást használjuk. Ez utóbbi az elterjedtebb, mivel így lényegesen nagyobb kontraszt érhető el.



203. ábra

Monitorok esetén az LCD cellák darabszáma határozza meg a kijelző felbontását. A képelemeket mátrix formában helyezik el. Így a kijelző minden egyes pontja külön-külön vezérelhető. A két átlátszó vezérlőréteget egy-egy közbenső hordozó rétegre hordják fel. A két hordozóréteg között helyezkednek el a folyadékkristály cellák. Monokróm megjelenítés esetén minden egyes képelemhez, egy-egy LCD cella tartozik. Színes képmegjelenítésnél viszont a képcsövekhez hasonlóan, additív színkeveréssel tudjuk előállítani a kívánt színt. Ebben az esetben minden képpont három (piros, zöld, kék) színpontból áll. Ezt egy újabb hordozóréteg biztosítja, amelyen RGB színszűrő réteget helyeznek el. Az így létrehozott ún. passzív mátrix vezérléses módszert napjainkban már kevésbé alkalmazzák, mivel meglehetősen lassú képmegjelenítést tesz lehetővé. Gyors képtartalom változások esetén a vezérlések okozta elektromos tér gyorsabban kialakul, mint ahogyan az előzően gerjesztett pontban a tér megszűnése miatt a molekulák visszarendeződnének. Az ilyen típusú LCD kijelzők válaszideje kb. 300 ms, amit egyes gyártóknak már a felére sikerült csökkenteni.

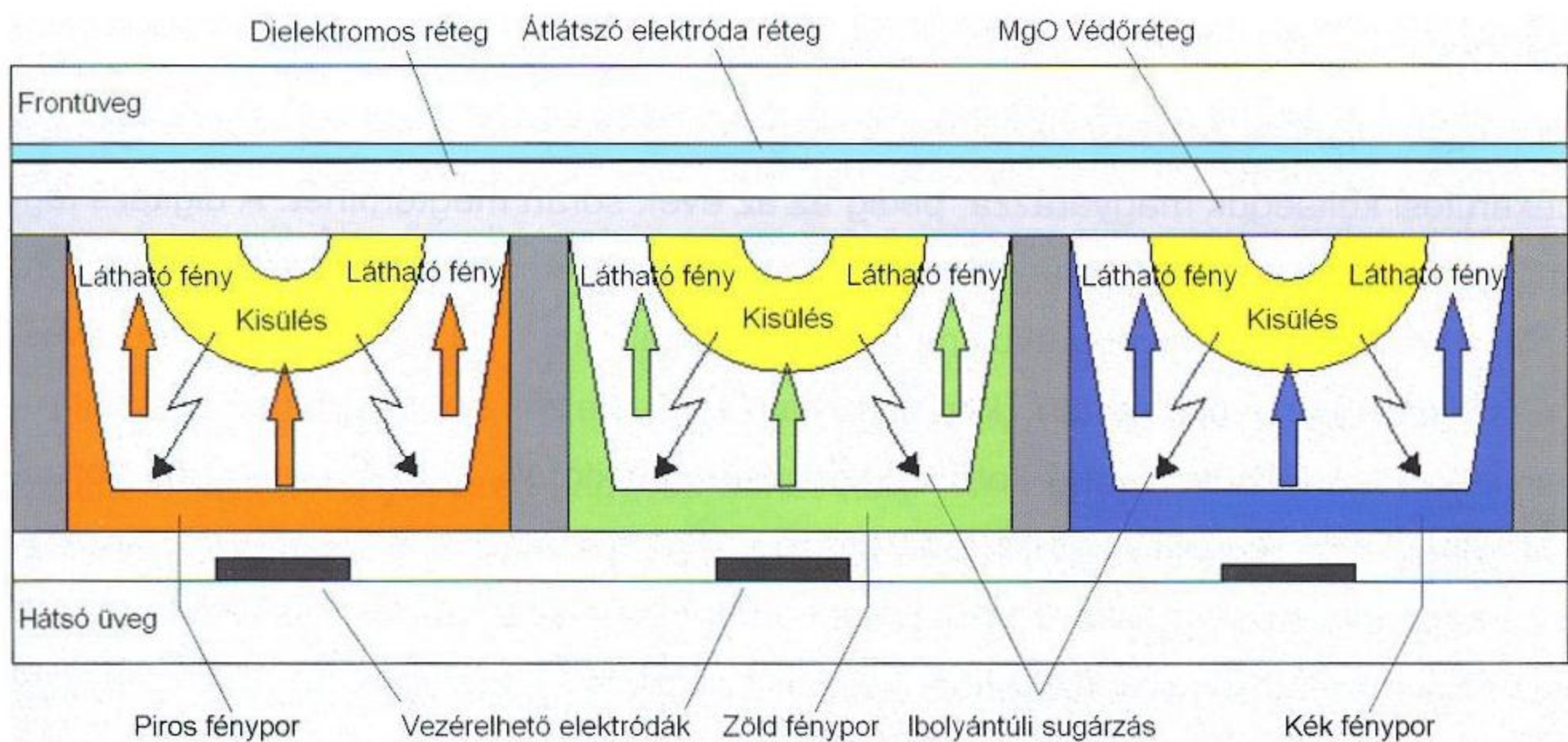
Lényegesen gyorsabb képmegjelenítést tesz lehetővé az aktív mátrixos vezérlés. A köz-napi nyelvbe is bevonult TFT (Thin Film Transistor²⁰) LCD-knél egy átlátszó üveglapon az elemi kijelző pontokhoz kapcsolódva egy-egy térvezérlésű tranzisztor helyezkedik el. Ebben az esetben a vezérlést nem a folyadékkristályok molekula szerkezetének átrendezésére használjuk közvetlenül, hanem a térvezérlésű tranzisztorok nyitására és zárására. Ezzel a megoldással kis fogyasztású és kis kapcsolási idejű (20-25 ms) kijelzőt kaphatunk.

Lényeges, hogy az LCD monitorok nem rendelkeznek ún. gamma torzítással, azaz a kamerák kimenő jeleit nem kell inverz módon előtorzítani. Ilyen kijelzőpanel alkalmazásakor, már a tervezéskor ügyelni kell arra, hogy olyan kamerát válasszunk, melyen gamma 1-es érték is választható. Már meglévő rendszereknél, ahol ez az érték a kamerán nem állítható, vagy olyan kialakításkor, amikor vegyesen kerül alkalmazásra hagyományos katódsugárcsöves monitor és LCD panel, olyan LCD-t válasszunk, melynek menürendszere lehetővé teszi a gamma-állítást. Ekkor az LCD-n kell a gamma értéket **-1/2,2**, azaz **-0,45** (vagy **-45**) értékre állítani, így mesterségesen előidézünk a gamma-torzítást.

10.4 Plazmakijelzők

Az ún. plazmaeffektust alkalmazó monitorok fejlesztése már az 1960-as évek végén megkezdődött. Katódsugárcsöves monitorokhoz hasonlóan, az első típusok itt is fekete-fehérek voltak. Ezek a kijelzők az egyenáram által gerjesztett gázkisülés elvén működtek.

A színes plazmakijelző működése röviden a következő **(204. ábra)**:



204. ábra

²⁰ Vékony Film Tranzisztor

Két, egymástól 0,1-0,15 mm távolságra lévő üveglemez között a fénycsöveknél is alkalmazott xenon és neon nemesgáz töltet található. A frontüvegen rendkívül vékony, átlátszó elektródák találhatók. Az elektródák alatt helyezkednek el a három alapszínnek megfelelő lumineszkáló anyagot tartalmazó mikroszkopikus méretű cellacsoportok. A cellák alatt közvetlenül, a hátsó üvegen szintén elektródák találhatók, melyek külön-külön vezérelhetők. Tekintettel arra, hogy az átlátszó elektródaréteg alatt egy dielektromos réteg is található, közvetlen kisülés nem tud létrejönni. Az elektródákra adott vezérlőfeszültség hatására elektromos erőter jön létre, ami gerjeszti a nemesgáz keveréket. A gerjesztés hatására a gáz fényt bocsát ki az ultraviola (UV) tartományban. Az UV fény behatol a cellákban lévő luminofor rétegbe, és másodlagos gerjesztéssel látható, színes fény jön létre. Itt is a már ismert módon, additív színkeveréssel jön létre a megfelelő kevert szín.

10.5 Monitorok kiválasztása és beállítása

Napjainkban egyre inkább előtérbe kerül az LCD és -nagyobb képmegjelenítés esetén – a plazma monitorok alkalmazása. Ez a tendencia számos előnyüknek köszönhető. Ezek közé tartozik a főként az LCD-re jellemző csekély fogyasztás, a kis méret és súly, továbbá a CRT monitorokhoz képest elhanyagolható disszipációs hőtermelés. Ezek a készülékek kevésbé érzékenyek a különböző külső erők által okozott zavarokra és maguk is kevésbé szennyeznek a környezetet elektromágneses sugárzással. Ezen túl az egyik legfontosabb ergonómiai előnyük, hogy elenyészően kicsi az emberi szemre káros kisu-gárzásuk.

Mindezek ellenére hazai alkalmazásuk még nem számottevő. Ezt talán a magasabb bekerülési költségük magyarázza, pedig ez az évek során megtérülhet. A digitális rögzítőkre csatlakoztatott LCD monitorok képfrissítési frekvenciája lényegesen nagyobbra választható, mint a hagyományos monitoroknál alkalmazott 50 Hz, így a szemet kevésbé fárasztó, vibrációtól mentes kép alakítható ki. A kijelzők nem töltődnek fel sztatikus módon olyan mértékben, mint a katódsugárcsöves monitorok, így kevesebb port vonzanak magukhoz. Az LCD-, és Plazma monitorok élettartama is lényegesen hosszabb, mint hagyományos társaiké. Plazma monitorokra vonatkozóan még nincsenek pontos tapasztalati adatok, de a számított értékek szerint kb. 30.000-35.000 üzemóra után csökken a kép fényereje közel a felére. Ez állandó, napi 24 órás működést feltételezve 4 évet jelent. (Összehasonlításként ez otthoni felhasználás esetén napi 4 óra működtetést feltételezve 24 év!)

A képmegjelenítésre vonatkozó további előny, hogy nincs geometriai torzítás, illetve a színvisszaadásnál jelentkező konvergencia hiba, vagy elszíneződés.

A sok előny ellenére azért érdemes egy-két tévhitre és buktatóra is felhívni a figyelmet. Az első tévhit, hogy ezen kijelzők nem éghetnek be.

Nos, ezzel szemben az igazság az, hogy a plazmakijelzők igen is hajlamosak a beégésre. Igaz, hogy jóval kisebb mértékben, mint a katódsugárcsöves társaik, de kontrasztos konzisztens fényű képek hosszú időtartamon keresztül történő megjelenítése ennél a típusnál is beégéshez vezethet. Ezért -hasonlóan a katódsugárcsöves monitorokhoz- itt is lényeges a helyes kontraszt és fényerő beállítása.

Itt egy kicsit álljunk is meg! Hogyan kell helyesen beállítani a kontrasztot és a fényerőt?

A sajnálatos tapasztalat az, hogy a legtöbb helyen a maximális értékre állítják a kontraszt beállító potenciométert, ezzel igencsak lerövidítve a monitor élettartamát. A helyes beállítás a következő: színes monitor esetén tekerjük minimumra a színtelítettség potenciométert, majd ezt követően állítsuk szintén minimumra a kontrasztot és a világosságot. A képernyő ebben az állapotban teljesen sötét és nem látni rajta semmit. Most először tekerjük fel a kontrasztállító gombot addig, míg a képen meg nem jelennek a fehér képrészletek kontúrjai. Abban a pillanatban mikor ez előtűnik, a kontraszt gombot hagyjuk ebben az állásban, majd a világosság állító potenciométerrel növeljük addig a fényerőt, míg a szemnek is kellemes képet nem kapunk.

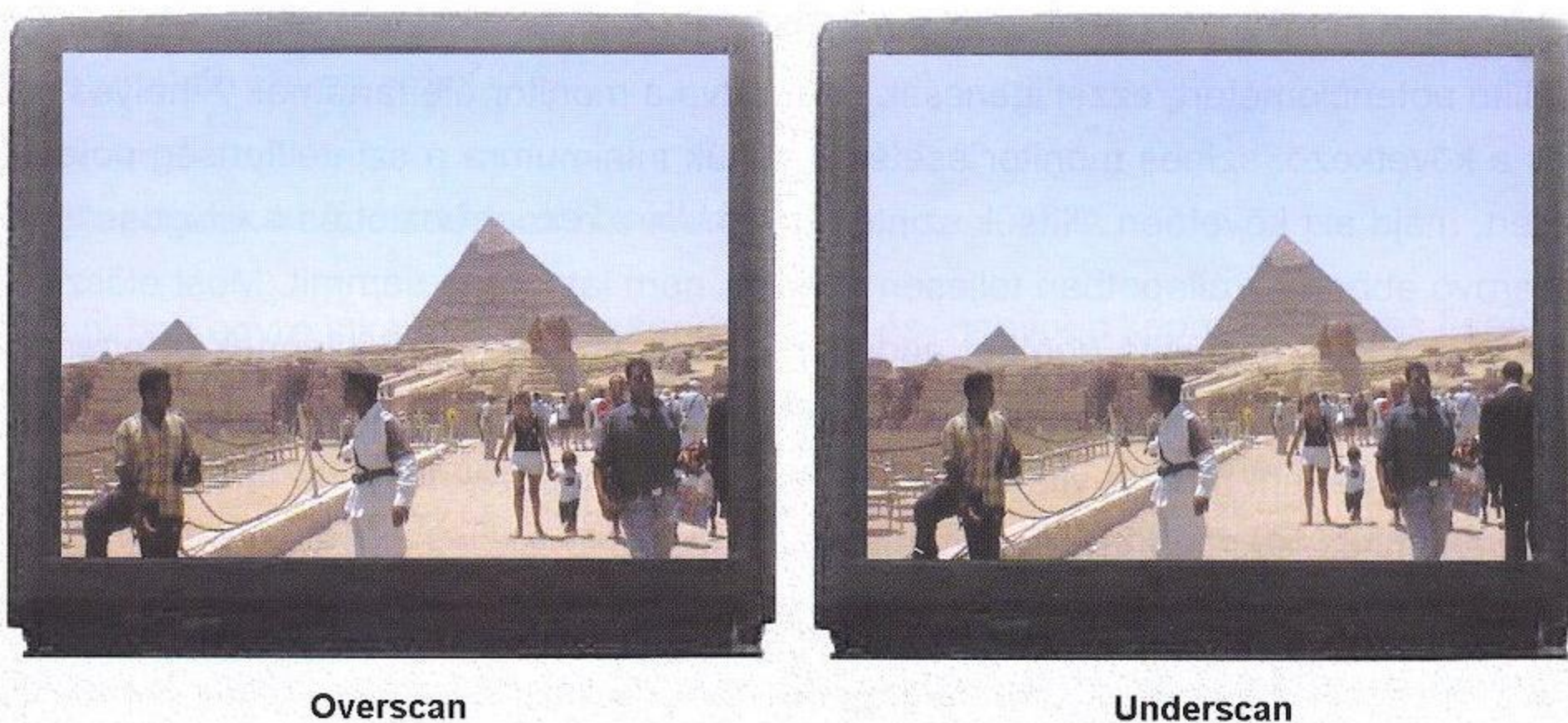
Megfelelő beállítás esetén a kapott kép elsőre kicsit kontraszt szegénynek tűnhet, azonban ez az érzés néhány percnyi megfigyelés után fokozatosan megszűnik. Ne feledjük azt sem, hogy maximumra állított kontraszttal akár egyharmaddal is csökkenhet a monitor élettartama.

Sokszor felmerül a kérdés, hogy miért kell drága monitorokra kiadni a pénzt, amikor a közeli bevásárlóközpontban akcióban most épp az 5 kg-os mosópor mellé adnak egy színes televíziót. Nos ilyenkor nehéz meggyőzni a felhasználót, hogy a biztonságtechnikai monitorok azért egy kicsit más célra készülnek, mint a normál televízió készülékek. Látszólag mindkét készülék képet jelenít meg. De ott van az első különbség, hogy hogyan jeleníti meg a képet! A jó minőségű biztonságtechnikai monitorok ugyanolyan képcsőátmérő mellett lényegesen nagyobb horizontális felbontással rendelkeznek a hagyományos televíziókhöz képest. Mindezek mellett lényegesen kisebb a kép túltérítése. Mi is az a túltérítés?

Az angol Overscan szóból fordított túltérítés azt jelenti, hogy a televízió nem a teljes képet jeleníti meg, hanem csak egy részét. Azaz a teljes kép széleiből kb. 5%-nyi „levágásra” kerül. Ugye nem gondoltuk azt, hogy a televíziós képalkotásnál az eltérítés olyan pontos, hogy pontosan a képernyő szélénél kezdődik a kép és pontosan a végénél véget is ér?

Nos ilyen képek megjelenítéséhez lényegesen precízebb áramköri és mechanikai megvalósítás szükséges, sem minthogy azt a televíziós készülékeknél megérvé alkalmazni. Az operatőrök és filmgyártók is jól tudják, hogy a televíziós képvisztaadásnál a kép szélei lemaradnak, így ezekre a területekre fontosabb képrészletek, vagy feliratok nem kerülnek. A televíziós áramkörök tervezői a biztosabb képstabilizálás és pozicionálás céljából egy kicsit „ráhagynak” a kép felrajzolásánál, azaz a kép „lelóg” a képernyőről.

A biztonságtechnikai monitoroknál ez a „lelógás” lényegesen kisebb, mint televíziós társai-
knál. Az igazán professzionális stúdió monitoroknál pedig abszolút nincs is, vagy kapcsolóval választható az ún. normál („underscan”), és a túltérített, („overscan”) üzemmód (205. ábra).



205. ábra

Visszatérve a különbségekhez, a jó minőségű biztonságtechnikai monitorok többnyire fémházba kerülnek, ezzel is csökkentve a kibocsátott zavaró sugárzást és védve a saját áramköreiket a hasonló zavarokkal szemben.

Végezetül érdemes megemlíteni, hogy a normál televíziós készülékeket kb. 5 éves időtartamra tervezik, napi 4-6 óra használatot feltételezve. A biztonságtechnikai monitorok tervezett élettartama szintén 5 év, de állandó, 24 órás működés mellett. Ezt az élettartamot azonban számos tényező befolyásolhatja. Ezek közé tartozik a már említett rosszul beállított kontraszt és fényerő érték, a túlzottan magas környezeti hőmérséklet, valamint a megfigyelt kép konstanssága. Ez utóbbi azt jelenti, hogy jóval később fog beégni - ugyanolyan egyéb körülményeket mellett- az a monitor amelyen a kép nem állandó, hanem folyamatosan változik.

Ez érthető úgy is, hogy vagy a képtartalom változik, vagy a megjeleníteni kívánt képeket változtatjuk a bemeneten egy arra alkalmas eszközzel.

10.6 Monitorok felfűzése

Gyakori igény, hogy a képek ne csak egy központi helyen kerüljenek megjelenítésre, hanem az objektum, épület egy másik részén is. Ez az elrendezés több veszélyt is rejt magában. Az egyik a már említett „földhurok” kialakulásának lehetősége, a másik pedig, az ún. impedancia illesztés problémája.

A normál koaxiális hálózaton keresztül történő képátvitelnél 75 Ω -os koaxiális kábeleket alkalmazunk. Ennek az ún. tápvonalnak a karakterisztikus (hullám) impedanciája a 75 Ω -os impedancia.

Bizonyítható, hogy bármilyen hosszú tápvonal esetén a bemeneten ez a hullámimpedancia mérhető, ha a vége is 75 Ω -os impedanciával van lezárva. A tápvonalon keresztül akkor maximális a teljesítmény-átvitel, ha a megfelelő hullámimpedanciával történt meg a lezárás. Az így, megfelelő módon lezárt tápvonalat rezonáns vonalnak nevezik. Ebben az esetben a teljes teljesítmény elnyelődik a lezáráson, és nincs ún. visszaverődés (reflexió).

Minden más lezárási érték esetén nő az átviteli veszteség és csökken a terhelésre jutó teljesítmény. Ezt a csökkenő teljesítményt a reflexió okozza. Ez azt jelenti, hogy a teljesítmény egy része a lezárástól visszaverődik a jelforráshoz, és így az előre haladó és a visszaverődő hullámok interferálódnak, minek következtében állóhullámok alakulnak ki.

Ez a jelenség a CCTV rendszereknél látható problémát is okoz. A monitoron kapott kép szellemképes lesz, vagy időnként kiesik a szinkronból és futni kezd. Ki gondolná, hogy például emiatt nem működhet megfelelően az ún. telemetrikus vezérlés sem. (Erről, a koaxiális kábelen keresztül történő vezérlésről a későbbiekben még szó lesz.) A kiadott vezérlőparancsok nem érnek célba, vagy kódtévesztés következik be.

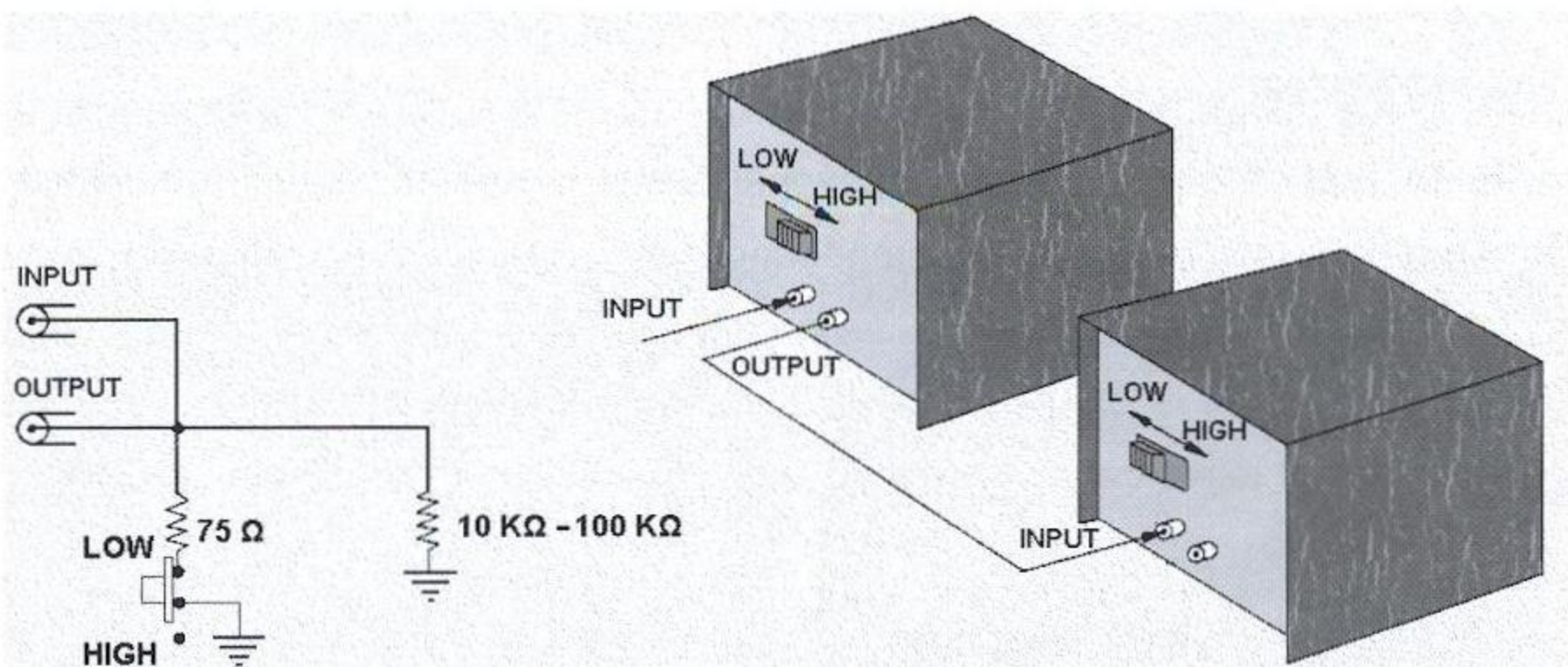
Összegezve a fenti problémák elkerülésére miatt a koaxiális kábel végén a megfelelő - esetünkben 75 Ω -os impedanciával le kell zárni a vonalat.

Monitoroknál ez a lezáró ellenállás egy kapcsoló segítségével aktiválható, mely a monitor hátlapján a bemenet közelében található. (Mj.: léteznek olyan monitorok is, melyeken nincs látható kapcsoló. Ebben az esetben ez vagy a kimeneti koax csatlakozóba van beépítve és a BNC csatlakoztatásával automatikusan megszakad a lezárás, vagy menü vezérelt kialakításnál ezt a menüben kell be, ill. kikapcsolni.)

A kapcsolónak két állása van. Az egyik High (magas) impedancia, azaz amikor nem kerül a vezeték lezárásra, illetve a Low (alacsony) impedancia, amikor is megtörténik a 75 Ω -os impedancia illesztés.

Létezik még a 75 Ω -os felirat és a kapcsoló **On** (be), illetve **Off** (ki) állása, illetve a **Hi-Z** (magas impedancia) és **Off** jelölés párja is.

Egy videó jelforrás több monitorra történő csatlakoztatásakor kerülni kell bármiféle elágazást vagy egyéb összekötést, mivel ebben az esetben nem valósítható meg a korrekt impedancia illesztés. Hiszen ha pl. egy kamera képét egy „T” elosztóval kétfelé osztjuk, akkor melyik ágon kapcsoljuk be a 75 Ω -os lezárást? Mindkettőn, csak az egyikén, vagy egyikén sem? Nos, egyik megoldás sem helyes.



206. ábra

A megfelelő impedancia illesztést szem előtt tartva két megoldás létezik. Kereskedelmi forgalomban kaphatók ún. szétosztó erősítők, melyek az egy bemeneti jelet képesek megfelelő impedancia illesztéssel több kimenetre szétosztani. A másik esetben, mint azt a **206. ábra** is szemlélteti, egy kimenetre, a két (vagy több) monitort kizárólag csak felfűzni szabad.

Megfelelő kábelhálózat kialakítással a kamerától (vagy központtól) jövő jel elsőnek a felső monitor bemenetére megy, majd ennek kimenetéről megy tovább a második monitorhoz. Amennyiben több monitor nem kerül felfűzésre, úgy a második monitor kimenetét le kell zárni (kapcsoló Low, vagy On állásban). Az „áteresztő” monitoron lévő kapcsolót pedig High (Hi-Z, vagy Off) állásba kell állítani.

Mint azt az ábrán lévő kapcsolási rajz is szemlélteti, a monitor rendelkezik ugyan Input (bemenet) és Output (kimenet) feliratokkal, ezek azonban nem dedikált be-, és kimenetek. Megfelelő képet kapunk abban az esetben is ha a két csatlakozót felcseréljük. A későbbi szervizelés és esetleges hibakeresés miatt azonban javasolt a feliratok szerinti bekötést alkalmazni.

Abban az esetben, ha egy kameraképet úgy szeretnénk folyamatosan megjeleníteni, hogy közben a jeleket egy központi egység is fogadja kétféle módon járhatunk el.

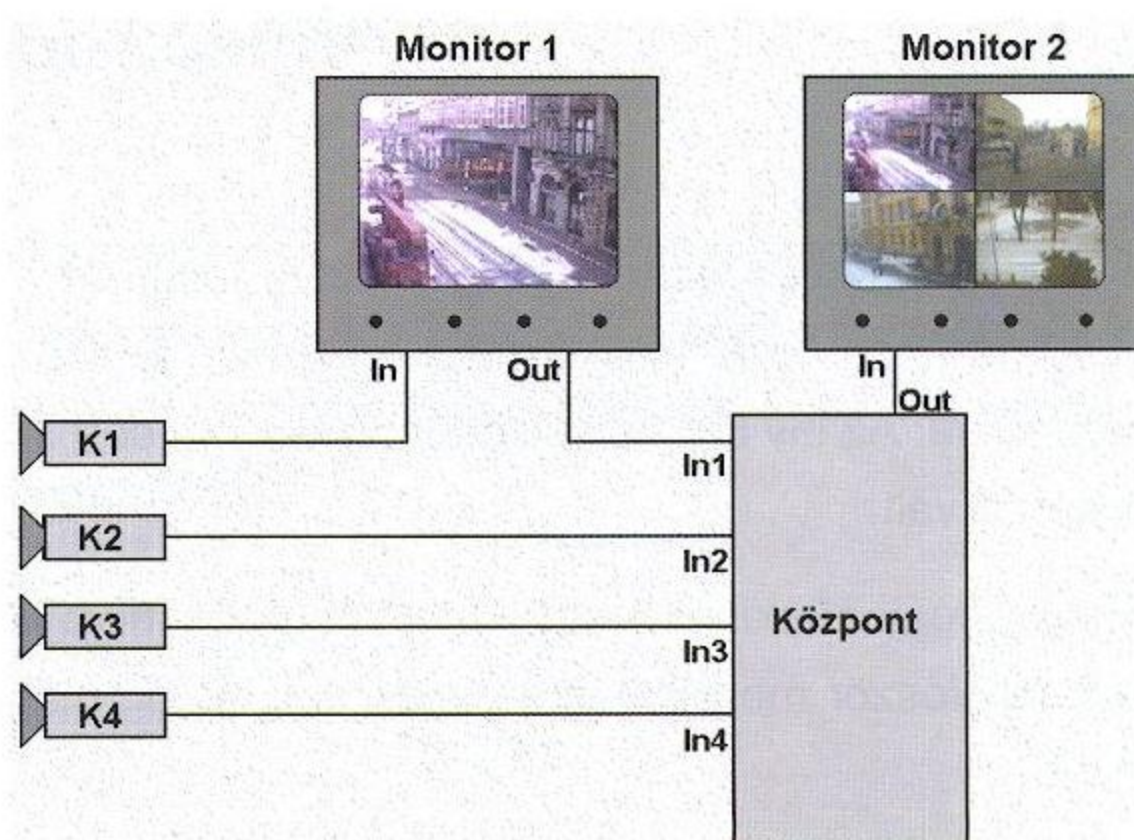
Az első megoldás hasonlít a már előbb említett felfűzéses módszerhez, azzal a különbséggel, hogy a második monitor helyett egy központi egység van a jelvonal végén.

A **207. ábrán** látható, hogy a **K1** kamera képét „megjártatjuk” az 1-es monitoron keresztül, míg a 2-es monitort a központi egység látja el képpel.

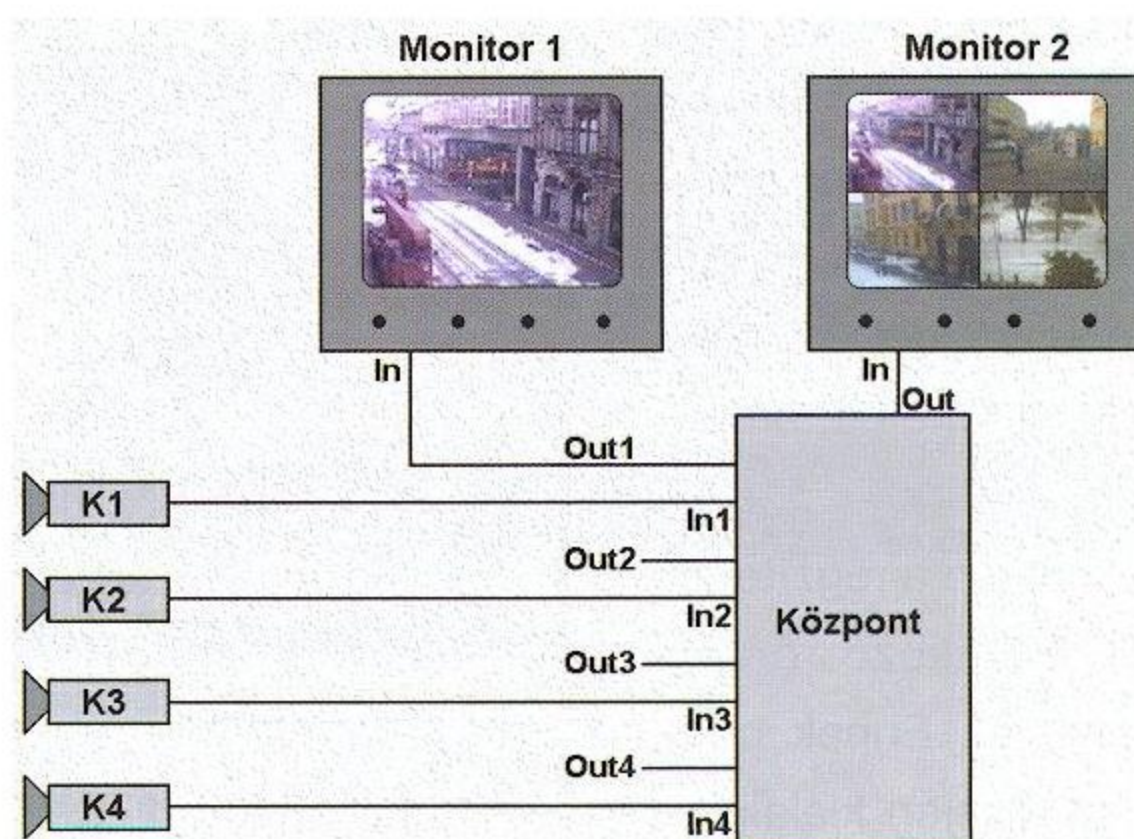
Amennyiben a központi helyiség megfigyelés szempontjából prioritást élvez, akkor célszerűbb inkább a **208. ábra** szerinti kialakítást választani. Ennél a megoldásnál a **K1**-es kamera jele közvetlenül a központhoz csatlakozik, így nem áll fent annak a veszélye, hogy a monitornál valaki szándékosan, vagy véletlenül megszakítja a jel útját. A feladat mindössze annyi, hogy olyan központi egységet kell kiválasztani, aminek bemenetei hurkolhatók, azaz mindegyik bemenet mellett megtalálható annak kimenete is. Ilyenkor -hasonlóan a monitornál- itt is a hurkolásra használt bemenet impedancia választó kapcsolóját „High” állásba kell kapcsolni. Ennek a funkciónak a kiválasztása sok típusnál szoftveresen, menüvezérelten történik.

A két megoldás közül az utóbbi a jobb, mivel -mint az már említésre került- a kameraképek jelei megszakítás nélkül érkeznek a központi egységbe. Esetleges módosítás, vagy igényváltozás esetén egy egyszerű átcsatlakoztatással bármelyik kamera képe megjeleníthető az 1-es monitoron.

Az első megoldás akkor jöhet szóba, amikor a monitor a kamerához közel, a központtól viszont távol kerül elhelyezésre. Ebben az esetben a visszakábelezés költsége jelentősen növelheti a beruházás nagyságát.



207. ábra



208. ábra

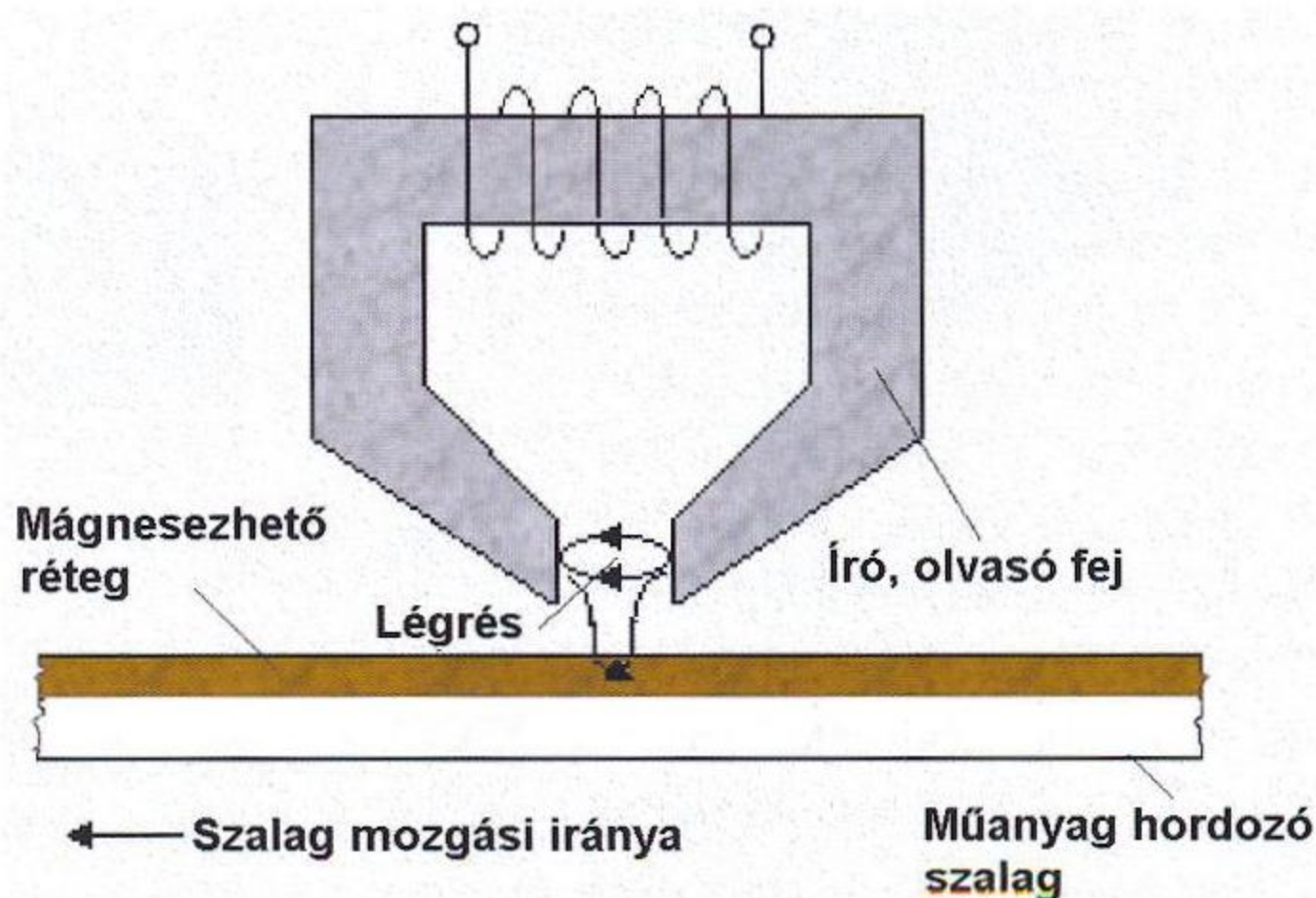
11. Videó rögzítők

A mágneses képrögzítés igénye már a televízió technika kialakulásakor megjelent. Az 1940-es évek vége felé kezdték el a kísérletezgetést a mágneses hangrögzítés elvét használva. Az elv maga, Waldemar Poulsen dán fizikusnak köszönhetően már 1898-ban ismertté vált.

Ahhoz, hogy áttekintsük azt a hosszú utat, amit a képrögzítő berendezések fejlődése végigjárt, először meg kell ismerkedni az analóg mágneses jelrögzítés alapjaival és korlátaival.

11.1 A mágneses jelrögzítés alapjai

Hang vagy képanyag felvétele során egy mágnesezhető anyagréteggel bevont szalagot mozgatunk állandó sebességgel egy ún. felvevőfej előtt, amelynek elektromágneses tekercsén a rögzítendő jel váltakozó árama halad át. Ennek hatására a fejen kialakított légrésben a létrehozott indukció a vezérelő jelnek megfelelően változik. A szalagon lévő ún. elemi mágnesek a jel váltakozó ütemének megfelelően felmágneseződnek és remanenciájuknak köszönhetően megőrzik az információkat (**209. ábra**). A lejátszásnál a folyamatot megfordítják, azaz a fej előtt végigvezetett szalag elemi mágnesének erőterei a fejben feszültséget indukálnak. A rögzítendő jel frekvenciája és a szalag sebessége között lineáris összefüggés van. Az f frekvenciájú jelnek λ hullámhossza a szalagon v szalagsebességnél:



209. ábra

A fej d rész szélessége meghatározza a rögzíthető jel felső határfrekvenciáját. Optimális letapogatást

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

A fej d rész szélessége meghatározza a rögzíthető jel felső határfrekvenciáját. Optimális letapogatást

$$d = \frac{\lambda}{2}$$

rés szélességnél kapunk A feszültség-frekvencia függvényt ábrázolva, a rögzített jel nagyságában egy bizonyos határnál letörési szakasz kezdődik, majd a frekvenciát tovább növelve a jel az f_e értéknél teljesen megszűnik. Ez az „eltűnési frekvenciahatár” a rész szélesség és a szalagsebesség ismeretében

$$f_e = \frac{v}{d}$$

képlettel számolható.

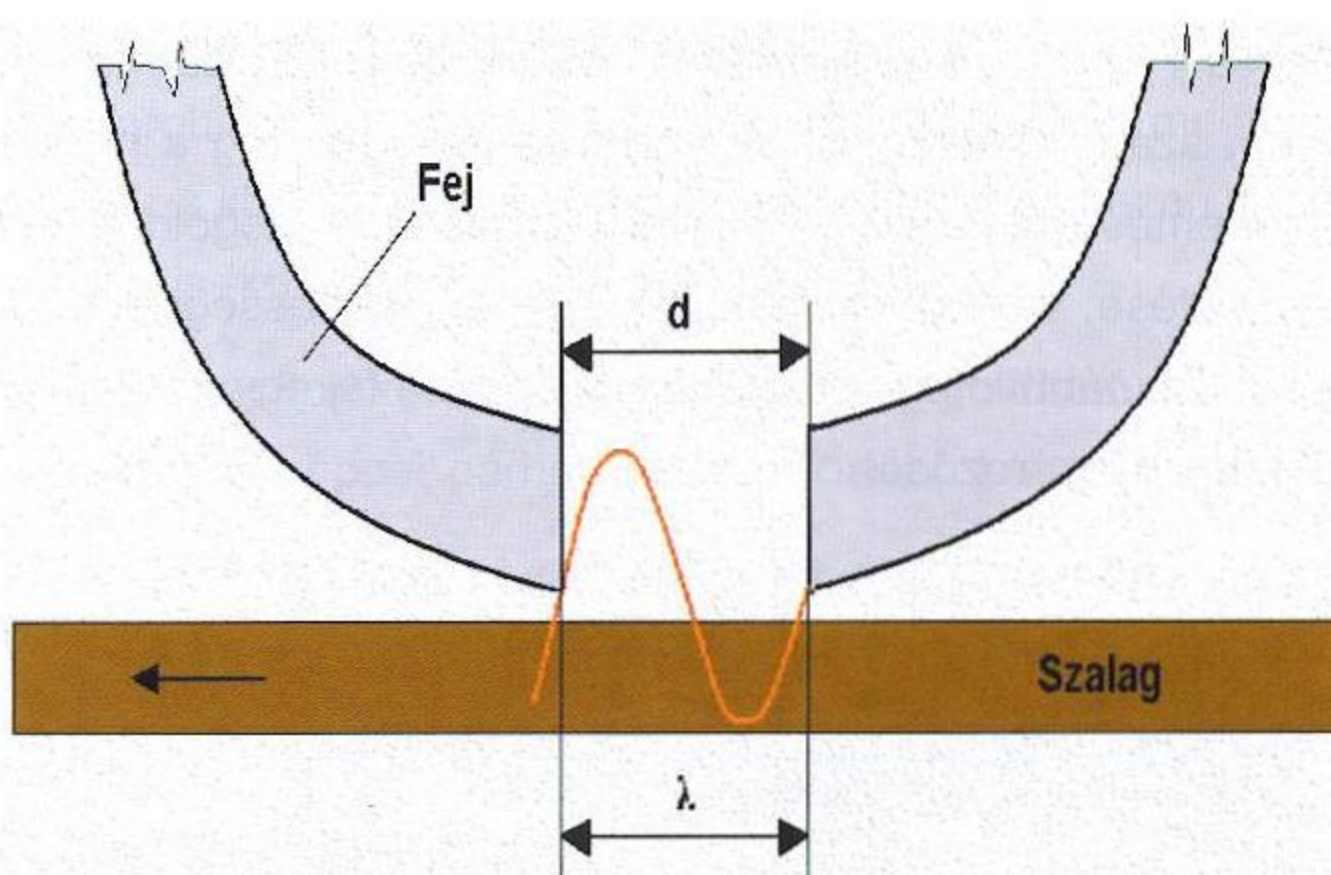
Amikor a jel hullámhossza eléri a fej rész szélességét, akkor egyáltalán nem indukálódik a fejben feszültség. Ilyenkor, mint azt a **210. ábra** is szemlélteti a fejben nincs eredő fluxus változás.

Sajnos különböző okok miatt ennél kisebb rész szélességnél is fellépnek veszteségek, mint

pl. a helytelenül, ferdén beállított rész, a nem megfelelő fejtükör méret miatt fellépő tükröcsillapítás, vagy a fej-szalag távolság miatt bekövetkező csillapítás. Az első kettő a gyártás során jelentkező probléma, az utóbbi viszont a hétköznapi életben is bekövetkezik a fej kopása, illetve szennyeződése során. Ekkor ugyanis a magasabb frekvenciájú szórt fluxust a fej már kevésbé érzékeli.

A szalagról az információt törléssel távolítjuk el. Egy mágneses anyag elveszti a mágnességét, ha az ún. Curie-pont felé hevítik, vagy csökkenő nagyságú váltakozó mágneses erőterbe helyezik. Az első megoldás mágneses szalagoknál kevésbé alkalmazható, így marad a második megoldás. Törléshez nagyfrekvenciás, 50-120 KHz-es jelet használnak, melyet egy légréssel ellátott lágvasas elektromágnesre, a törlőfejre vezetnek. A törléshez szükséges jelet oszcillátor állítja elő.

Ezek után térjünk vissza a képrögzítő berendezésekhez.



210. ábra

Az első probléma amivel a tervezők a fejlesztés során szembesültek, hogy míg a hangjelek rögzítésénél a rögzíteni kívánt jel sávszélessége 20 Hz-től 20 KHz-ig terjed, addig a videojelnél ez az egyenszinttől egészen (a felbontástól függően) 5-6 MHz-ig is terjedhet. Feltételezve egy 10 μm -es rés szélességű fejet, az ismert képletbe behelyettesítve:

$$f_e = \frac{v}{d} \Rightarrow v = f_e \cdot d = 5 \cdot 10^6 \text{ Hz} \cdot 10^{-5} \text{ m} = 50 \text{ m/s}$$

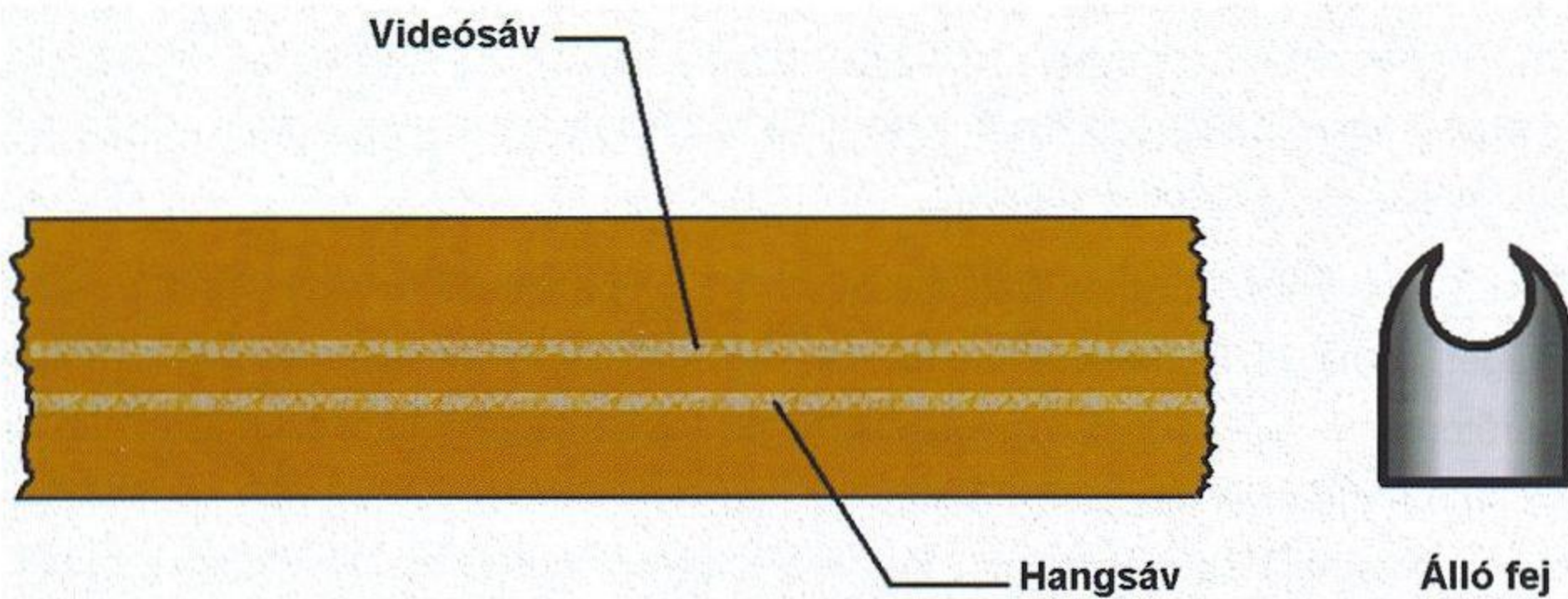
Ez a szalagsebesség 180 km/h sebességnek felel meg. Elsőre úgy tűnik, hogy a hangrögzítéséhez hasonló ún. longitudinális elven történő mágneses képrögzítés gondolatát el kell vetni.

Két megoldás létezik. Vagy a fej rés szélességét kell tovább csökkenteni, vagy/és az alapsávi jel sávszélességét kell csökkenteni. Az első megoldásnak egy adott értéken túl határt szab az adott kor technikai fejlettsége, míg a második esetben a sávszélesség csökkentésével romlik a videojel felbontása. A megoldás a videojel modulálása illetve kiegyenlítése, valamint a fejeknek egy nagysebességgel forgó hengeren történő elhelyezése. Ez utóbbi megoldásnál a szalag és a fej egymáshoz viszonyított (relatív) sebessége megsokszorozódik.

De ne szaladjunk ennyire előre! Rövid történeti áttekintőnkben nézzük meg, hogy hogyan is jutottunk el eddig a megoldásig.

11.2 A képrögzítés fejlődése

Az első LVR (Longitudinal Video Recording) azaz hosszirányú képrögzítő berendezést az RCA cég mutatta be 1953-ban (**211. ábra**). A készülék 1/2"-os mágnesszalaggal és 6 m/s-os szalag sebességével működött.

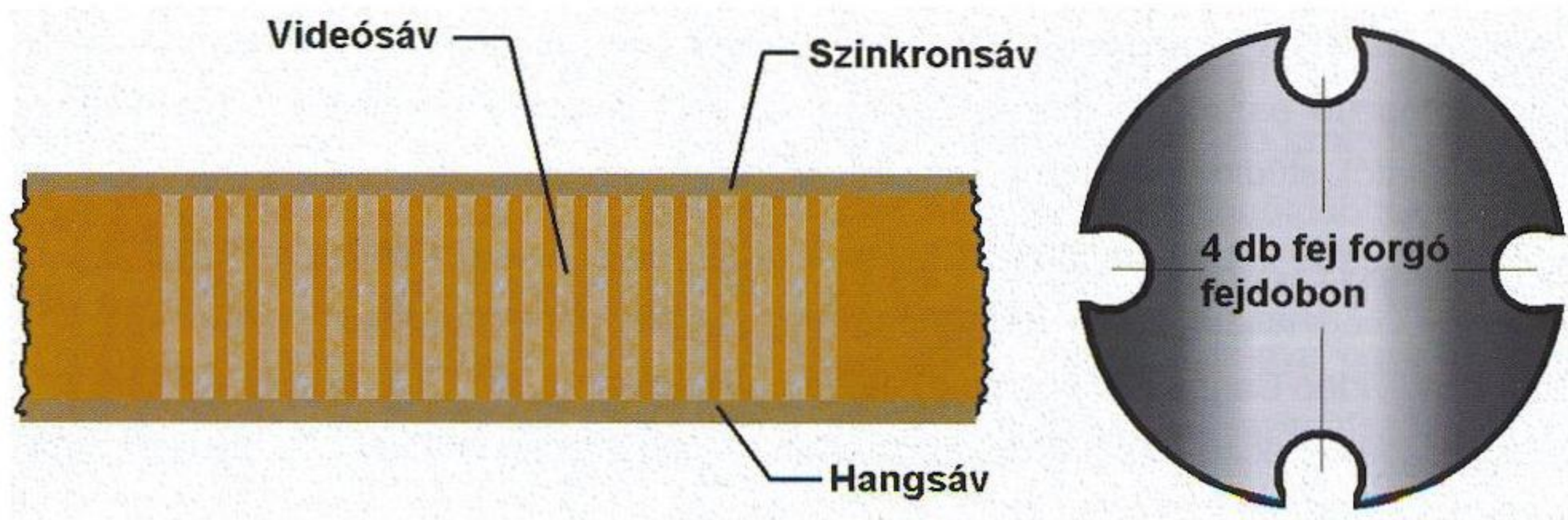


211. ábra

Kb. ugyanebben az időben az angol Telcan hasonló hosszirányú felvételi módot alkalmazva készítette el készülékét, mely egyetlen mágnesfejet tartalmazott, és ez a képinformációt egy 1/4"-os szélességű szalagra vitte fel. Itt a rögzíthető műsoridő 2 x 15 perc volt. A frekvencia átfogás érdekében nagy szalagsebességet kellett alkalmazni, ami azonban ennél a rögzítési eljárásnál a szalagmennyiség gazdaságtalan felhasználását eredményezte.

Említést érdemel még, hogy ezt a rögzítési módot a Bell and Howell, a Bosch, Blaupunkt és BASF fejlesztő mérnökei később ismét elővették. Azonban a gazdaságosabb szalagkihasználás érdekében a szalagvégeknél megfordították a felvétel/lejátszás irányát, illetve ezzel párhuzamosan függőlegesen eltolták a fejet, s így több párhuzamos csík alkalmazásával a szalag jobb kihasználtságát tudták elérni. (Pl.: egy 1/3"-os szalagon 72 db párhuzamos sáv található. Itt egy sáv lejátszási ideje 2,5 perc, így a teljes műsoridő $72 \times 2,5 \text{ min} = 180 \text{ min}$ -ra adódott.) Ez a megoldás újabb problémákat vetett fel, hiszen az irányváltást megfelelő gyorsasággal kellett végrehajtani (ez kb. 100 ms volt), illetve biztosítani kellett ezen művelet alatt a képek átmeneti tárolását is (kb 5 félképnyi tárolást jelentett).

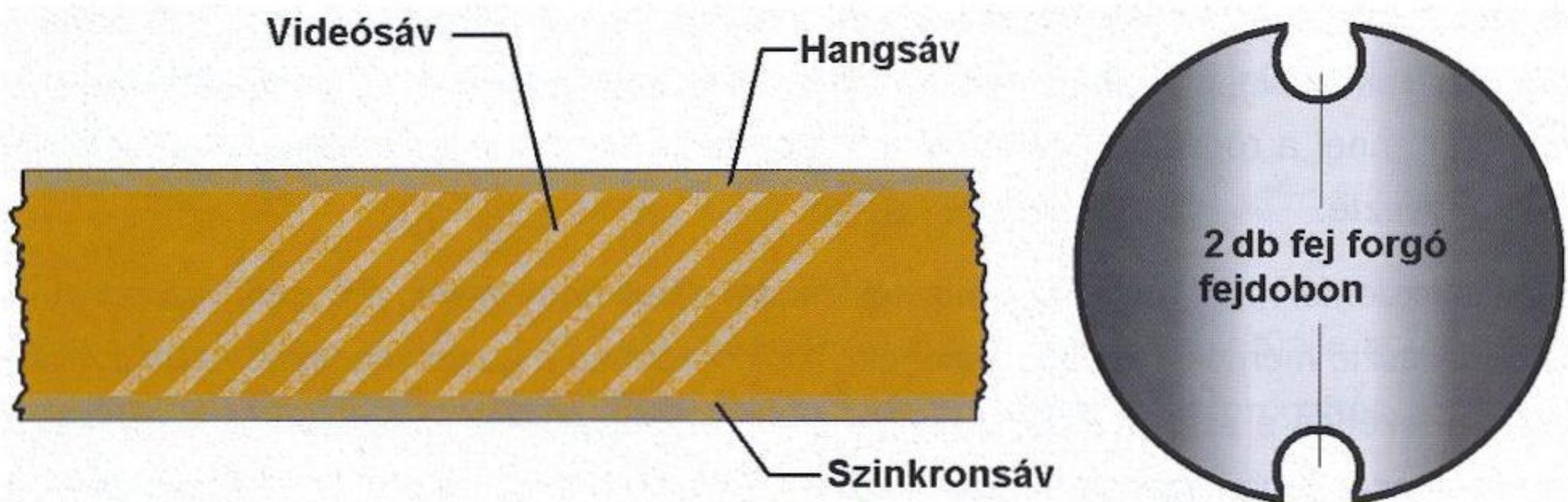
Ennél a kialakításnál az álló, illetve lassított képes lejátszás nem megoldható. Ha hangrögzítésre is szükség volt, akkor ez a képpel párhuzamosan történt, ekkor azonban a műsoridő a felére csökkent.



212. ábra

1955-ben az amerikai AMPEX gyár mérnökei kezdték el fejleszteni az első „kvadruplex” elven működő képrögzítő berendezést, amelyet az azt következő évben VR-1000 X néven be is mutattak a szakközönségnek. Itt a képinformációk a 2 „-os szalagon keresztirányban helyezkedtek el és a rögzítést illetve a lejátszást egy forgó fejdobon elhelyezkedő 4 db fejjel végezték (212. ábra). Néhány darabszámú megrendelés is érkezett különböző TV társaságoktól, de olyan nagy volt a készülék geometriai hibája, hogy a felvett anyagot csak ugyanazzal a készülékkel lehetett lejátszani. A keresztirányú felvételt manapság már csak a stúdió technikában alkalmazzák, mivel a képvágás itt viszonylag egyszerűen megoldható.

A ferdesávós képfelvételt (**213. ábra**) 1959-ben először a Toshiba cég alkalmazta. A szalag szélessége 2", míg sebessége 19 cm/s volt.



213. ábra

Az egyre nagyobb érdeklődés hatására a gyártó cégek elkezdtek a kommerszebb, olcsóbb videomagnetofonok gyártását is. A fejlesztés két irányba indult el. Az egyik a hagyományos szalagorsós megoldás, míg a másik a kompakt kazettás kivitel volt. Az utóbbi 1963-ban jelent meg a piacon.

A szalagorsós kivitel kezelése bonyolult feladat, hiszen a szalag befűzése nehézkes, illetve a hibás befűzés a lejátszófej sérülését is okozhatja. A szalag tárolási kapacitása nem haladta meg a 60-75 percet. Érthető, hogy a háztartásokban egyre jobban teret hódítottak a kazettás képmagnetofonok, illetve a piac ezen szegmenséről kiszorultak az orsós képrögzítő eszközök. Természetesen Az ilyen típusú készülékek napjainkban is megtalálhatók stúdió berendezésként (Pl. SONY).

A videokazettás képmagnetofonok fejlesztésében oroszlánrészt vállalt a PHILIPS és a GRUNDIG cég, hiszen a mai VHS (Video Home System) formátumhoz hasonló új, VCR-Standard (Video Cassette Recording) névre hallgató rendszert 1970-ben ők dobták piacra. Itt az adathordozó már 1/2"-os formátumú mágnesszalag volt, mely 60 perces rögzítést tett lehetővé.

Mivel ez az idő rövidnek bizonyult, a kutatások a kazetta formátum megtartása mellett a felvételi idő növelésének irányába történtek. Próbálkoztak a szalagsebesség felére csökkentésével és ezzel párhuzamosan az ún. FSS-rendszer (Field Skip System) alkalmazásával. E rendszer lényege, hogy csak minden 2. félkép kerül rögzítésre, és visszajátszáskor egy félkép 2-szer kerül megjelenítésre. Gyors mozgásokkor azonban ez a módszer jól érzékelhető stroboszkópikus mozgást eredményezett.

A két gyár szintén közös fejlesztéseként jelent meg 1977-ben a VCR-Longplay rendszer, melynek (LVR) kazettája megegyezett az VCR-Standard kazettáéval, azonban a különböző műszaki változtatások miatt a két rendszer egymással nem volt kompatibilis.

A műsoridő növelés szempontjából lényeges technikai változtatás, hogy hasonlóan, a mai VHS rendszerekhez a két félkép között – a VCR-Standard rendszernél – ez idáig meglévő 57 m széles sávelválasztót teljes egészében megszüntették. Az áthallás csillapítására a két videofej azimut szögei a mozgásirány merőlegeséhez képest $+15^\circ$ -kal és -15° -kal meg voltak döntve. A videosáv szélességét az eddigi $130\ \mu\text{m}$ -ról $85\ \mu\text{m}$ -re csökkentették. A fejdob átmérője a VCR-Standardhoz hasonlóan $105\ \text{mm}$. A fordulatszám szintén nem változtattak azaz maradt $1500/\text{perc}$, a szalag sebességét viszont $14.29\ \text{cm/s}$ -ről $6.5588\ \text{cm/s}$ -ra csökkentették.

Egy évvel később a GRUNDIG cég a felvételi időt még tovább növelve megjelentette az SVR (Super Video Recording) készülékét, melynél a műsoridő az előzőekhez hasonló ún. SVC kazetta alkalmazásával akár 4 óra is lehetett. Ennek elérése érdekében a sebességet tovább csökkentették $3.95\ \text{cm/s}$ -ra, továbbá a videó sáv szélessége is lecsökkent $51\ \mu\text{m}$ -re. Érdekesség, hogy ezeknél a készülékeknél a videofej $19\ \mu\text{m}$ -rel szélesebb, mint a videosáv, így $9.5\ \mu\text{m}$ -es sávhiba esetén a fej még mindig a sávot tapogatja le.²¹

Az SVR készülékek megjelenésekor a PHILIPS már dolgozott egy teljesen új, az ún. video 2000 rendszer fejlesztésén. Ez a rendszer nagyon sok újdonságot tartalmazott, mint pl. a 2×4 órás maximális felvételi idővel rendelkező kisméretű fordítható $183 \times 110 \times 26\ \text{mm}$ -es VCC (Video Compact Cassette) kazetta. A $1/2$ "-os szalagra $102\ \text{mm}$ hosszan ferdesávós módszerrel történik a felvétel. A hosszú felvételi időt többek között a rendkívül keskeny $26,6\ \mu\text{m}$ széles videosávval és a $2.44\ \text{cm/s}$ szalagsebességgel érték el. E készüléknél a fejdob forgási iránya és a szalag haladási iránya egybeesik. A félképek között elválasztósávot nem használtak így a fejrések $\pm 15^\circ$ azimutszöggel rendelkeznek. A pontos sávkövetést a DTF (Dynamic Track Following) eljárással oldották meg, azaz a képinformáció rögzítésével párhuzamosan járulékos szabályzó jelek is rögzítésre kerültek.

Az európai fejlesztésekkel párhuzamban, Japánban is nagy erővel folyt a fejlesztés. A fél-professzionális igények kielégítésére az eddig ismertett rendszerektől teljesen eltérő működési elvű videó magnetofon készüléket jelentetett meg a Japán SONY cég „U-Matic” néven. Nevét az „U” alakú szalagpályáról kapta. A szalag szélessége $3/4$ " azaz $19\ \text{mm}$.

²¹ Természetesen az áthallást itt is a fejek egymáshoz képest történő elékelésével szüntették meg.

A készülék kétféle kazettával működtethető. A nagyobb kazettából is kétféle típus ismeretes: a 27 μm szalag vastagságú 60 perces, és az ennél vékonyabb 19 μm vastag szalag 90 perces. A kisebb kazetta műsorideje a szalagvastagság függvényében 20, vagy 30 perces.

E kazettát a hordozható, például riporter magnetofonok számára készítették, de mivel a csévélő orsó távolsága (90mm) megegyezik a nagy kazetta orsó távolságával, így asztali magnetofonkészülékkel is átalakító eszköz nélkül lejátszható.

A képrögzítés helikális módszerrel történik, a félkép sávok között azonban elválasztó sáv található. Így viszont a fejek rései ugyanolyan dőlésszögben, azaz függőlegesen helyezkednek el.

Az U-Matic rendszerek alkalmazási területe a félprofesszionális videotechnika.

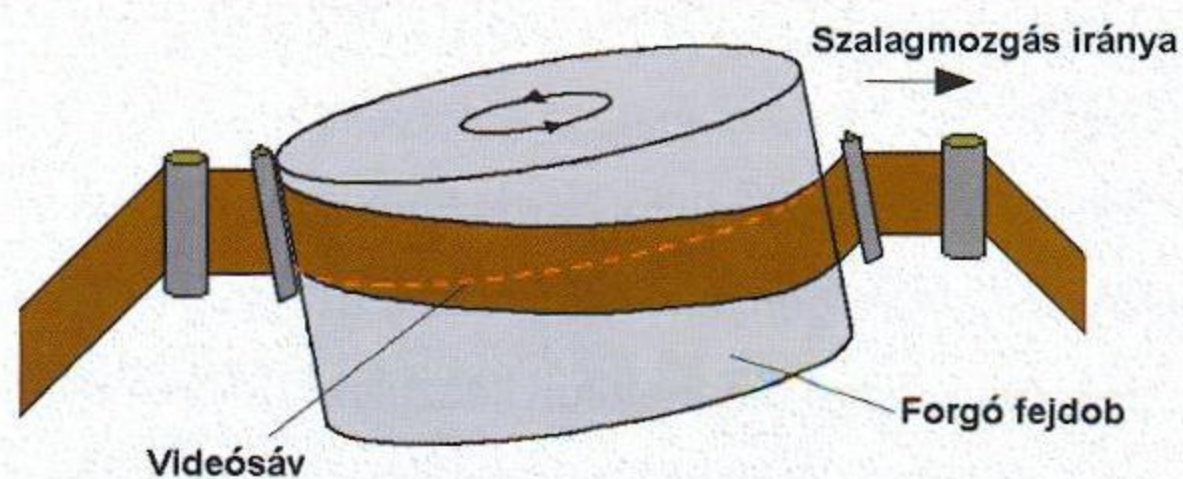
1975-ben került piacra az amatőr „házi” célra kifejlesztett Beta rendszer. Neve japánul egymás mellé rendezettet jelent. Az először kifejlesztésre kerülő NTSC rendszerénél (525 sor 60 félkép) a szalagsebesség 40 mm/s, 20 mm/s és 13.3 mm/s volt, a 3 évvel később piacra kerülő PAL-SECAM 625 soros 50 félképes rendszerben pedig 18.7 mm/s. A 1/2"-os szalagra írt jel felírási módja nagyban hasonlít a VHS rendszeréhez. A szalag alsó élén kerülnek rögzítésre a referenciajelek, míg a felső részén a két hangsáv. A kettő között 5° -os sávszögben 121.8 mm hosszan található a képinformáció. A Fejek azimut-szögei $\pm 7^\circ$.

Talán a rossz üzletpolitika az oka, hogy sem a Video 2000, sem pedig a Beta rendszer nem terjedt el igazán, pedig műszakilag nem volt indokolt alulmaradásuk az ugyanezen időpontban megjelent s azóta világméretűen elterjedt VHS (Video Home System) rendszerekkel szemben.

11.3 VHS rendszer

Az eddigi ismertetőben jó néhány olyan speciális kialakítás és szakkifejezés került felsorolásra, melyet a VHS rendszerénél most részletesebben is megvizsgálunk.

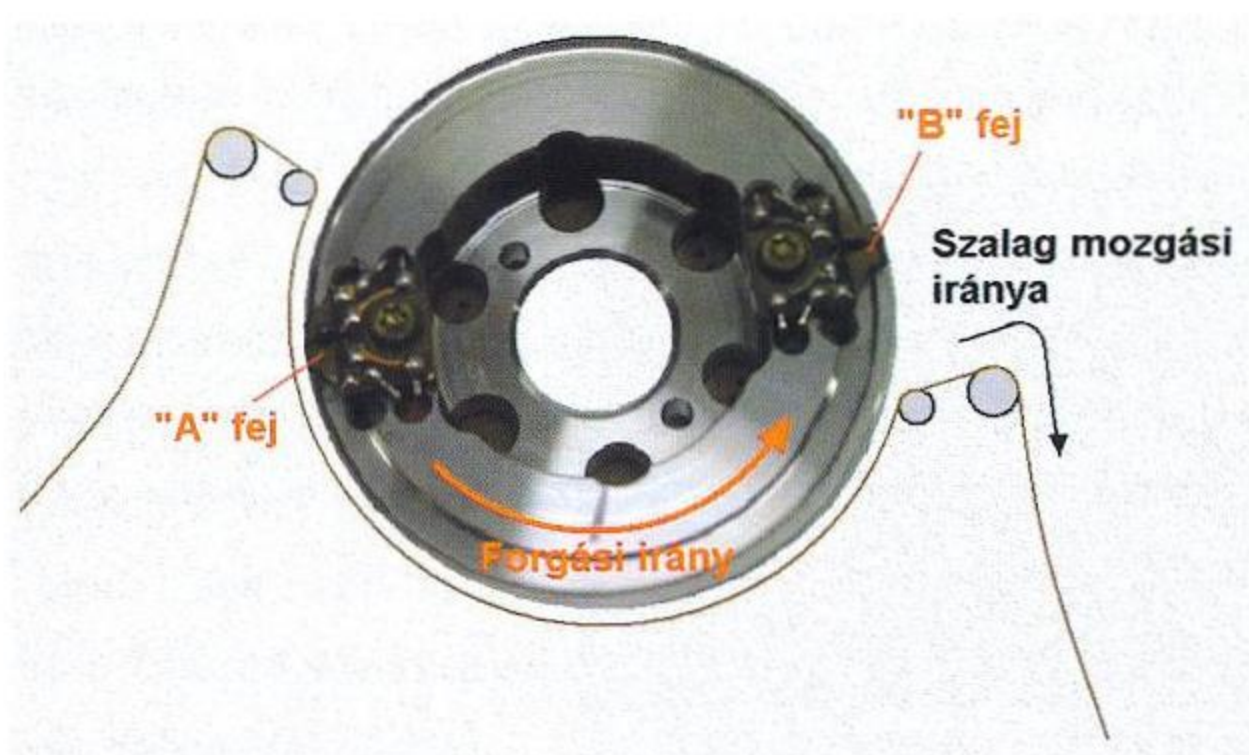
Nézzük először, hogy mit is jelent az ún. helikális letapogatás (214. ábra).



214. ábra

Mint az a mágneses képrögzítés alapjainál már említésre került, a rögzíteni kívánt jel sávszélessége nagyságrendekkel nagyobb, mint a hangrögzítés esetén, így ez nagyobb szalagsebességet kíván. Ezzel szemben, a képjel már 40-45 dB-s jel-zajviszonynál is értékelhető, ami 15-20 dB-vel kevesebb, mint amit a hangrögzítésnél elvárunk. Ebből kifolyólag a képrögzítésnél használt mágnescsík lényegesen keskenyebb, mintegy tizede lehet a hangsávnál alkalmazottnak. Így a szabványos (IEC 774 szerinti) sávméret 49 μm .

A nagy sávszélesség által igényelt magas szalagsebesség biztosítását szellemes ötlettel oldották meg. A kép felírására és letapogatására szolgáló fejeket egy 62 mm átmérőjű fejdobra szerelik fel. A fejdobot megdöntik és 1500/min fordulatszámmal pörgetik. A szalagot a fej körül úgy vezetik el, hogy az végigfut a fejdob hengerpalástjának kicsit több mint a felén, azaz a szalag 186°-ban körülöleli a fejdobot. A fejdobra felerősített fej így egy 110 mm hosszú, kb. 5,8°-ban megdöntött jelcsíkot ír fel. A szalagsebesség 23,39 mm/s, míg a relatív szalagsebesség, azaz a szalag és a fej egymáshoz viszonyított sebessége 4,84 m/s.



215. ábra

Mivel a szalag nem teljes mértékben 360°-ban öleli körül a fejdobot, a folyamatos jelinformáció rögzítéséhez még egy másik felvevő/lejátszó fejre is szükség van. Ezt a fejet 180°-kal „elékelve”, pontosan a másik fejjel szemben helyezik el (215. ábra). Így amikor az „A” fej elhagyja a szalagot, akkor a „B” fej kezdi el felírni (vagy leolvasni) az információt.

A kapcsolást a fejek között speciális elektronika végzi.

A két felírt csík között nincs elválasztó sáv, ezért mind a felírás, mint pedig az olvasás precíz sávontartást igényel. Azért, hogy minél kisebb legyen az áthallás a két sáv között, a két fej rése a függőlegeshez képest $\pm 6^\circ$ -kal meg van döntve (azimut szög). Ennek következtében, ha a fejrés ugyanolyan dőlésű, mint a felírt jel, akkor visszajátszáskor maximális amplitúdójú jelet kapunk, míg a másik sáv áthallása a fejben alig indukál feszültséget, mert letapogatáskor a mágneses terek kioltják egymást.

A teljesség kedvéért érdemes megjegyezni, hogy az azimut hatás erősen frekvenciafüggő. Igazán akkor hatásos, ha a jel hullámhossza a rés szélességgel összemérhető. Alacsonyabb frekvencián az áthallást más módszerrel kell kivédeni. Ez főként a letranszponált színjelek átvitelénél jelentkezik, de erről majd egy kicsit később.

A két fej egy-egy félképet rögzít, tehát egy jelcsík teljes terjedelmében egy félképnek felel meg.

A szalagra a félképsorozatok kerülnek egymás után felírásra, illetve lejátszásra. Ezek után érthető már a fejdob 1500-as fordulatszám, hiszen ha egy 360°-os fordulat 1 teljes képnek felel meg, akkor a másodpercenkénti 25 kép rögzítéséhez pontosan $25 \times 60 = 1500$ /perc fordulatszám szükséges.

Ennek érdekében a szalag szélén, a szalag hossz tengelyével párhuzamosan ún. CTL szabályozójelet rögzítenek. A jelek 40 ms-os idejű sűrűséggel kerülnek felírásra. A lejátszás során egy szervo-elektronika analizálja a kapott referenciajeleket, és szabályozza a főtengely (Capstan), illetve a fej fordulatszámát. A megfelelő fordulatszám tartása érdekében mind a főtengely, mind pedig a fejdob fordulatszám-jeladókkal vannak felszerelve. Ezek folyamatos tájékoztatást küldenek a szervo áramkörnek a pillanatnyi fordulatszámról.

A szabályzás során a fordulatszám-jeladók által szolgáltatott négyszögjel frekvenciája arányos a fordulatszámmal. A jeladó jelének felfutó éle egy meghatározott meredekségű és felfutási idejű trapézgenerátort indít. A lefutó él időpontjában a trapézjelből megtörténik a mintavételezés, azaz egy komparátor megállapítja a trapézjel pillanatnyi értékét, és ezt egy kondenzátorba el is tárolja a következő mérésig.

Normál fordulatszám esetén a trapézjel közepéből történik a mintavételezés, míg lassuló motorfordulatszám esetén a fordulatszám-jeladóktól kapott impulzusok ritkábban érkeznek meg, így a trapézjelből az indításhoz képest később történik meg a mintavételezés. Így a mért trapézjel feszültségértéke nagyobb lesz, mint az előbbi állapotban. Így a kondenzátor töltöttségi állapota is nagyobb lesz.

Gyorsulás esetén az előbb leírtak fordítottja történik, a gyorsabb impulzusok korábbi mintavételezést okoznak, amikor is a trapézjel nagysága még kicsi, így a kondenzátor töltöttsége is kisebb lesz. A kondenzátor kapcsairól nyert feszültséget használjuk a motor vezérlésére, azaz lassuló motor esetén magasabb, gyorsuló motor esetén kisebb vezérlő feszültséget kapunk.

A pontos fordulatszám megtartása az előbb említett áramkör feladata, de ez önmagában még kevés. Nem csak a pontos fordulatszám, hanem a fázishelyes letapogatás is lényeges. A félképek felírása és olvasása pontosan akkor kell hogy kezdődjön, amikor a fej a szalag szélére ér. Ehhez a felvétel és lejátszás során a főtengely és a fejdob forgását hozzá kell igazítani a képjelekhez. Ez a következőképpen történik.

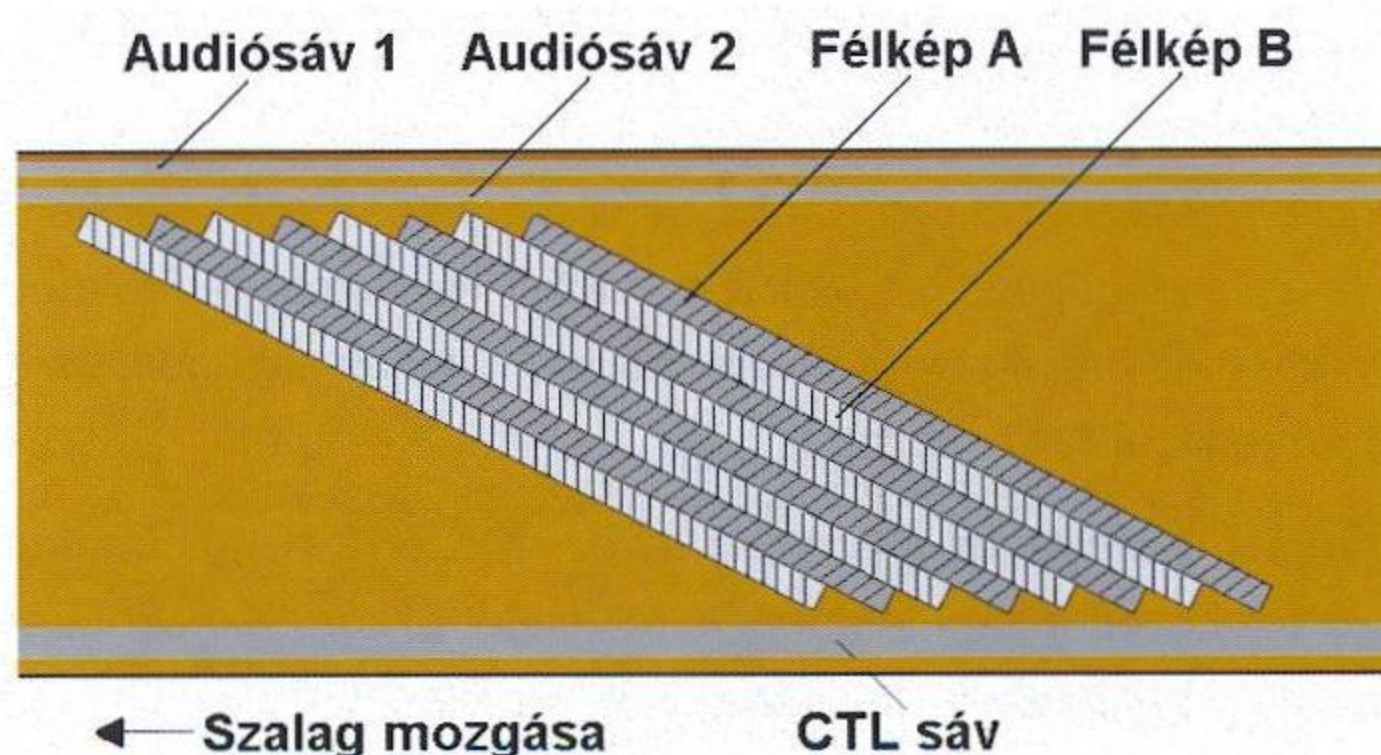
A felvételnél egy szinkronizálható frekvenciaosztó állítja elő a videojel 50 Hz-es képváltási szinkronjeleiből a szükséges 40 ms-os (25 Hz-es) referenciajelet, mely a szalag szélére felírásra kerül²².

²² Léteznek olyan készülékek is, ahol ezeket a jeleket is oszcillátor állítja elő.

A lejátszás során a képszinkronból nyert referenciajel helyett egy belső PAL kristályosz-
cillátor frekvenciaosztással 50Hz-re leosztott jele csatlakozik a szervo áramkörhöz.

Ezt a jelet a szervo áramkör folyamatosan összehasonlítja a szalagról leolvasott CTL jel-
lel, és az eredmény alapján hasonló módon képez vezérlő feszültséget, mint a fordulat-
szám szabályozás során. Lassított, vagy gyorsított lejátszásnál a 25 Hz-es jelek kerülnek
leosztásra, vagy sokszorozásra.

Bármennyire is próbálják a különböző képrögzítőket lejátszás és rögzítés szempontjából
egymással kompatibilissé tenni, óhatatlanul előfordul, hogy az egyik készülékkel rögzít-
ett felvétel a másikon nem megfelelően játszható le. Ilyenkor a kép alsó, vagy felső har-
madában zajos, zavarcsíkozódás látható rajta. Ez annak a következménye, hogy a fej
nem pontosan követi a felírt jelsávot. Hasonló problémát okozhat, ha olyan kazettát al-
kalmazunk, melyben a szalag megnyúlt. Ilyenkor szintén nehéz a fej sávon tartása. Ezek
kiküszöbölésére, (vagy legalábbis a jelenség valamilyen mérvű csökkentésére) szolgál
az ún. Tracking (sá-
vontartás) állítási le-
hetőség. Ezzel a ke-
zelő szervvel a CTL
jel útjába iktatott
multivibrátor késlel-
tetését lehet plusz-
mínusz irányba állí-
tani. Az állítással a
letapogatás fázis-
helyzete finoman ál-
lítható.



216. ábra

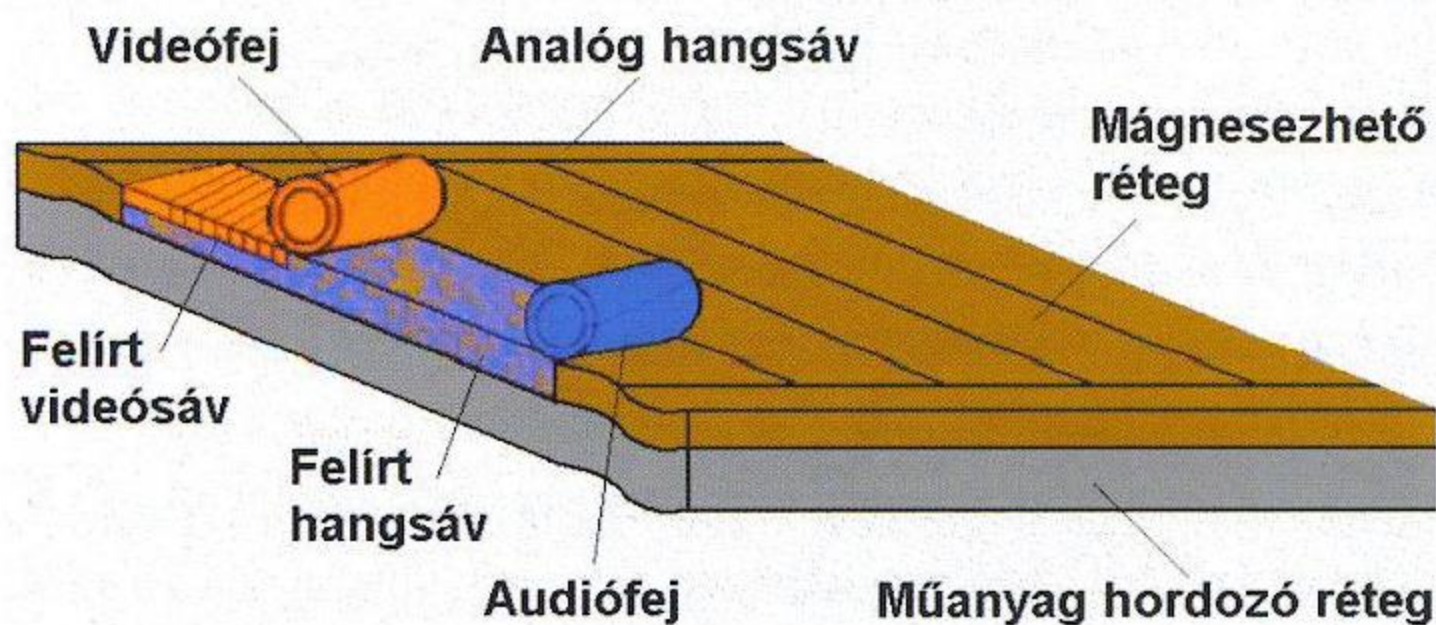
A hanginformáció feldolgozása és rögzítése megegyezik a hagyományos mágneses
hangrögzítés technikájával, azaz a szalag felső élénél hagyományos felírású 1 mm szé-
les mono-, vagy 2x0,35mm széles sztereo jelcsík helyezkedik el. Ez utóbbi esetben a két
csatorna sávja között egy 0,3 mm széles védősáv is található. A videoszalag sáv kiosz-
tását szemlélteti a **216. ábra**.

Érdemes megjegyezni, hogy az ezzel a sebességgel rögzített hang minősége nagy né-
mi kívánnivalót maga után. A kis szalagsebesség miatt a felvett jel sáv szélessége csu-
pán 6-8 KHz, míg jel-zaj viszonya is csak 40 dB körül van.

Nem biztonságtechnikai alkalmazásoknál létezik ennél jobb paraméterekkel történő
hangrögzítés is.

Ez az ún. Hi-Fi hang nem longitudinálisan kerül felírásra, hanem a képjelhez hasonlóan helikális rendszerben. Ebből az következik, hogy a fejdobra újabb két fejet kell felszerelni. Látszólag úgy tűnik hogy nincs már hely a ferdesávós rögzítésre, hiszen a képi információ sávjai szorosan egymás mellé kerülnek.

Nos ez így is van, viszont a szalagvastagságot (pontosabban a mágneses hordozóréteg vastagságot) a képrögzítés során nem használjuk ki teljesen, azaz a képrögzítés során csak kb. $0,26\text{-}0,36\ \mu\text{m}$ mélységig történik



217. ábra

meg az átmágnesezés. Minthogy a kisebb frekvenciájú jel mélyebben, a magasabb frekvenciájú kevésbé mélyen hatol be a mágnesezhető rétegbe, a bal hangcsatornát $1,4\ \text{MHz}$ -es, a jobbot pedig $1,8\ \text{MHz}$ -es vivőjű jelre ültetik rá FM modulációval. Ez a két hangvivő kb. $0,68\ \mu\text{m}$, illetve $0,89\ \mu\text{m}$ mélyen hatol az anyagba, és így a képi információ alatt helyezkedik el (217. ábra).

A felírásnál lényeges a sorrend, azaz először a hanginformáció felírása történik meg, majd ezt követi a képi információ felvétele. Ekkor ez utóbbi ugyan felülírja a hangot, de igen rossz hatásfokkal, csupán $5\text{-}6\ \text{dB}$ -s csillapítást okoz az FM modulált jelben, ami nem számottevő.

A hang után nézzük meg, hogy mi történik a videojellel. A **11.1 fejezetben** tárgyalásra került, hogy a videojel rögzítése nehéz feladat, hiszen a közel egyenszinttől kb. $5\ \text{MHz}$ -ig történő, mintegy 18 oktávnyi jel rögzítésénél figyelembe kell venni, hogy pl. a fej is rendelkezik csillapítással. Amennyiben ezt a fejet $5\ \text{MHz}$ -re tervezik, akkor alacsony frekvencián $6\ \text{dB/oktáv}$ csillapítást figyelembe véve $108\ \text{dB}$ csillapítású jel fog megjelenni. A rögzítés érdekében ezért a videojelet át kell alakítani. Ezt az átalakítást sajnos nem lehet büntetlenül elvégezni, mert az a VHS rendszer esetében a felbontás csökkenését vonja maga után. De mi is történik a videojellel?

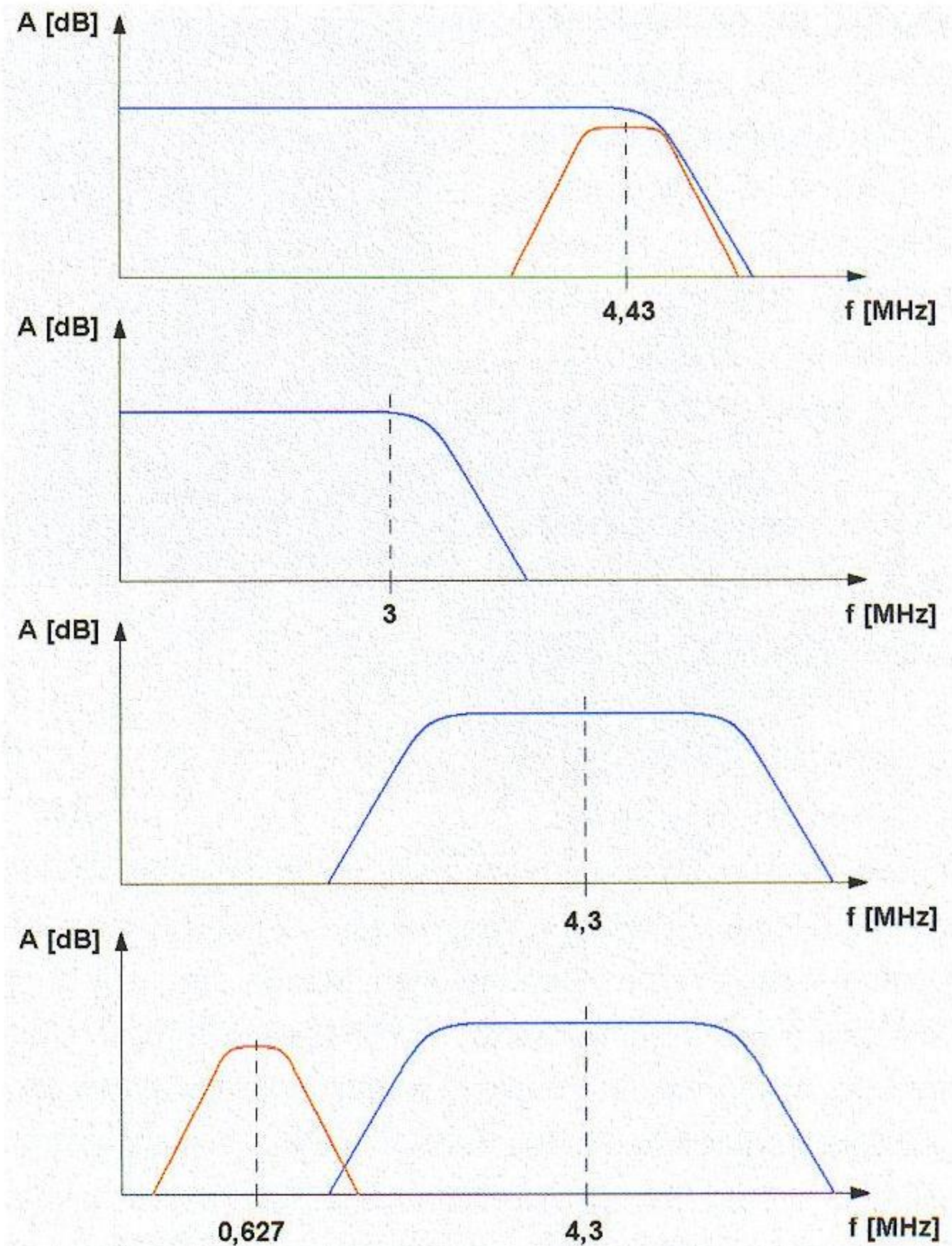
PAL rendszer esetén a felvétel és a lejátszás során a videojelet és a színjelet különválasztják. Egy drasztikus módszerrel, egy $3\text{-}3,5\ \text{MHz}$ -es levágási frekvenciájú szűrővel egyszerűen eltávolítják a színjel spektrumát. A megmaradt részt világosságjelként a levágott részt pedig színjelként kezelik a továbbiakban.

Ez a magyarázat arra, hogy színes képrögzítés esetén miért csak 240 TVL soros felbontás valósítható meg ezzel a rendszerrel. A színjelekkel együtt ugyanis eltávolítottuk a nagy felbontáshoz tartozó frekvencia komponenseket is. A visszamaradt világosságjelet 4,3 MHz-es frekvenciájú vivővel, 0,5 MHz-es lökettel frekvencia modulálják, és így 1,2MHz – 7MHz-es tartományba viszik át ezt az információt.

A színjelet 626,953 KHz-es vivővel, amplitúdómodulációval letranszponálják a 100 KHz – 1 MHz-es sávba. A színjel felbontása is csökken, mivel mint látható, kisebb mint 1 MHz-es sávszélesség korlátozásnak lett alávetve.

Ezekkel a konverziókkal az addigi mintegy 5 dekádnyi sávszélesség (50 Hz – 5 MHz), 2 dekádra csökkent (100 KHz – 7 MHz).

Az NTSC és SECAM rendszereknél is hasonló eljárásnak vetik alá a videojelet, csak más vivőfrekvenciákat és más sávszélességű szűrőket használnak. A videojel átalakítását szemlélteti a **218. ábra**.



218. ábra

Lehetőség van a készüléken elhelyezett B/W vagy color/mono kapcsoló átkapcsolásával fekete-fehér képek rögzítésére is. Némely készüléken ez az átkapcsolás (a burst jel hiányát érzékelve) automatikusan megtörténik. Ekkor a felvételünk – kihasználva a színjel hiánya miatt felszabaduló spektrum helyet- szélesebb frekvenciatartományban kerül rögzítésre. Ennek köszönhetően a felbontás típustól függően 300-350 sorra növekszik. A kép és hangfelvétel módjának megismerése után nézzünk meg néhány speciális kialakítást.

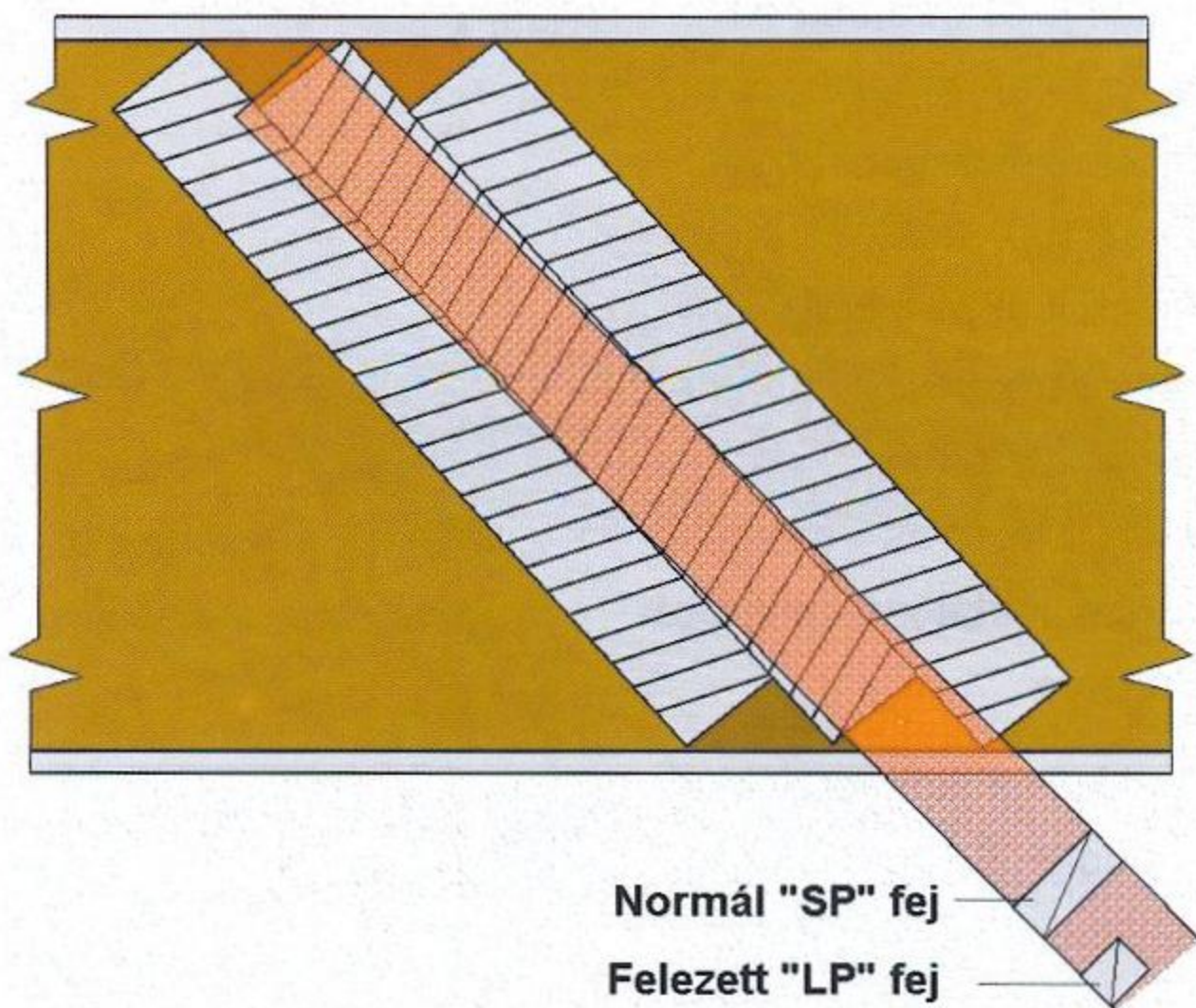
Az eddig leírtakban megismerhettük, hogy milyen bonyolult feladat a képi információ felírása és visszaolvasása. VHS rendszerénél normál esetben a videojelcsík dőlésszöge $5^{\circ}57'50,3''$. A tényleges jelcsík hossza 10,07 mm. Abban az esetben viszont, ha a lejátszás sebessége eltér a normáltól, akkor a fej nem a normál pályán olvassa az információt.

Vegyük pl. az állóképes üzemmódot. Ebben az esetben a szalag nem mozog, így a fej letapogatási pályája módosul. A letapogatási szög ekkor $5^{\circ}56'07,4''$. Látszólag kicsi az eltérés hiszen nincs 2 perc, viszont ne felejtjük el, hogy a jelsáv szélessége is kicsi, $49\ \mu\text{m}$.

A fej, mint azt a **219. ábra** is szemlélteti ilyenkor áttér a másik félkép sávjára. Ez a képen zavarcsíkként jelenik meg.

Attól függően, hogy a sávról történő letérés hol történik, látjuk a zavarcsíkot a képernyő tetején, közepén, vagy az alján. 2 fejes képrögzítőknél ez a jelenség $49\ \mu\text{m}$ fejrés magasság esetén elkerülhetetlen. Manuálisan vagy automatika alkalmazásával a zavaró csík a kép szélére kiléptethető. A zavarcsík teljes eltüntetésére két megoldás is létezik. Az egyik, melyet többnyire 2 fejes készülékekben alkalmaznak, hogy a fejrés magasságát nagyobbra, pl. $70\ \mu\text{m}$ -re választják. Felvétel esetén -a szalag normál sebességének köszönhetően- a megfelelő szélességű csíkok kerülnek rögzítésre, mivel a soron következő fej mindig felülírja az előző fejnek a $49\ \mu\text{m}$ -ren túlnyúló részét.

A másik megoldás egy újabb fej beépítése. Ez a kiegészítő fej a főfejtől elékelve található. Elhelyezése a fejdobon úgy történik, hogy amikor a normál fej már kezd letérni a felírt jel sávjáról, akkor az időben később érkező fejre kapcsolják át a lejátszást. A probléma épp az időben később érkező fej jeléből következik, hiszen még egyszer letapogatja azt a részt, amit az előtte lévő fej már lejátszott. Ez a monitoron képremegés formájában jelenik meg. A remegés elkerülésére egy állítható értékű nyújtott képszinkronjel, mint késleltetés kerül beépítésre az Y (világosságjel) csatornába. Megfelelő szalagminőség esetén a két eltérő idejű letapogatott kép a kezelőszervként szolgáló (többnyire a készülék hátára kivezetett) potenciométerrel fedésbe hozható, és ezzel a remegés megszüntethető.

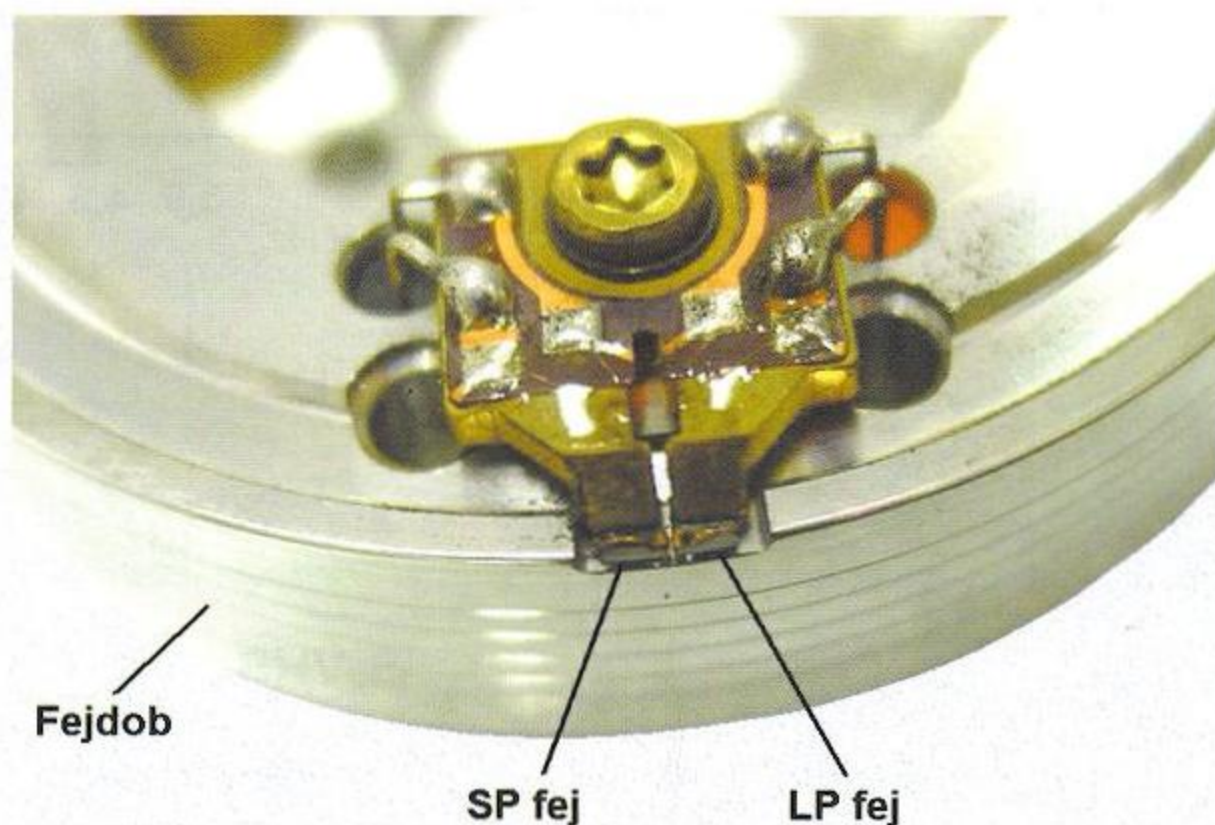


219. ábra

Az állóképes megjelenítés után nézzük meg a különböző sebességeken történő lejátszás technikai háttereit.

A felezett, (Long Play, LP) hosszú lejátszás idejű üzemmódban a normál rögzítési időhöz képest kétszer olyan hosszúságú információ felvételére és lejátszására van lehetőség. Ebben az esetben a szalagsebességünk a fele a normál üzemmódúénak. Ez azt jelenti, hogy az egységnyi idő alatt történő kisebb szalagelmozdulás keskenyebb jelsávot is eredményez. A keskenyebb jelsávhoz kisebb résmagasságú fej is szükséges. Ebben az esetben ez 25 μm -t jelent. Visszautalva a mágneses képrögzítésről szóló fejezetre ne felejtsük, hogy a keskenyebb jelsáv rosszabb jel-zaj viszonyt is eredményez.

A CTL sávra felírt jel frekvenciája nem változik, azaz marad a 25 Hz, viszont a főtengely jeladójától érkező impulzusok frekvenciája pontosan a fele lesz a normál értékhez képest. Felvétel esetén a kívánt sebesség kiválasztása (manuálisan), kézzel történik. Lejátszásnál az indítást követően összehasonlításra kerül a főtengely jeladótól és a szalagról érkező jel és



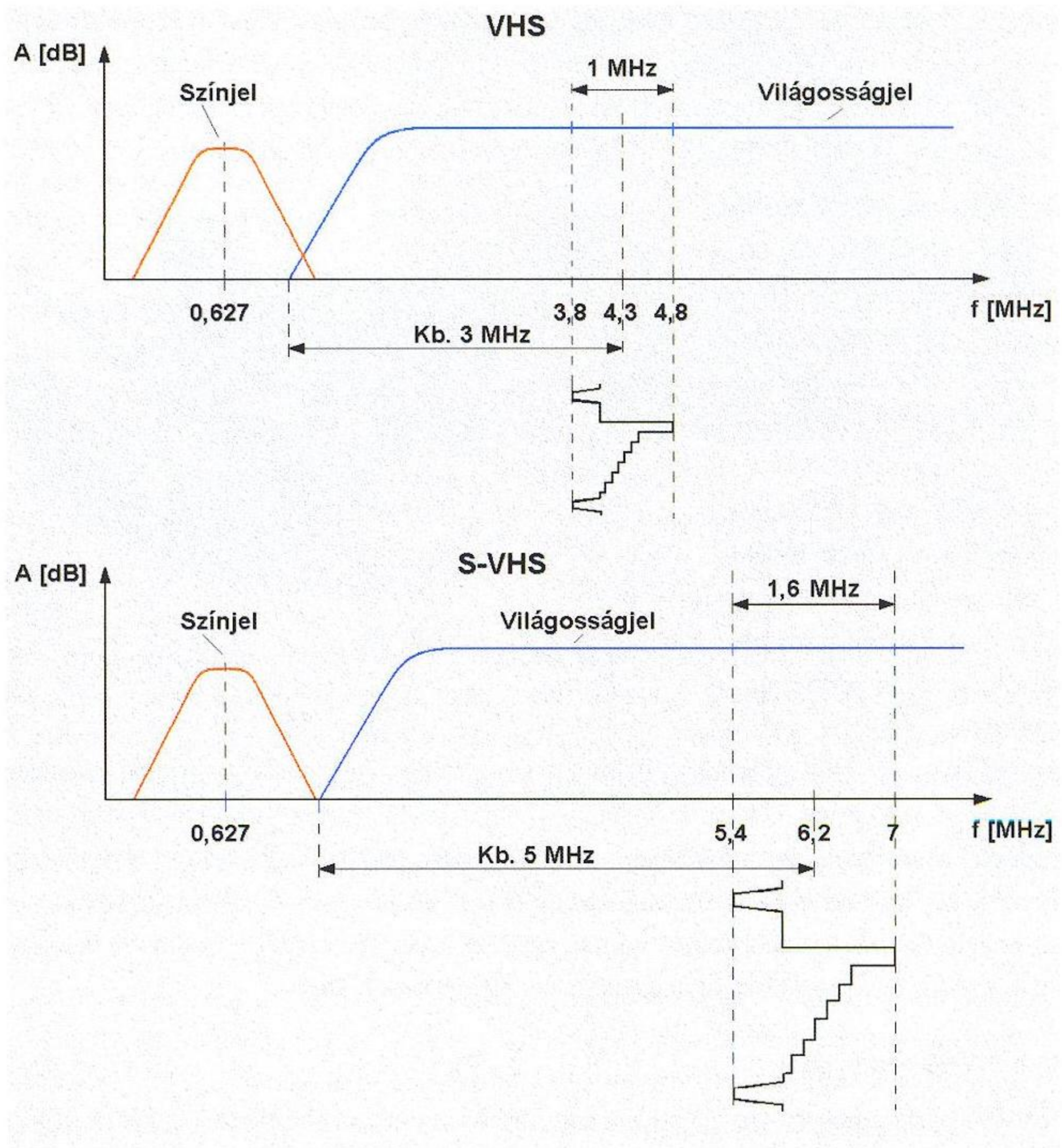
220. ábra

amennyiben ez utóbbi pont fele a normál üzemmódénak, akkor automatikusan kiválasztódik az LP üzemmód. Állóképes lejátszás esetén az LP üzemmódhoz tartozó fej, mint segédfej szerepel a megfelelő zavarmentes képlejátszásra. Ekkor a fejeket egymáshoz képest 180°-ban elékelve találhatjuk párban összeépítve úgy, hogy pl. a jobbra dőlő résű normál SP-hez tartozó, szintén jobbra dőlő résű LP fej pontosan vele szemben helyezkedik el. Egy ilyen dual fej kialakítást szemléltet a **220. ábra**.

11.4 S-VHS rendszer

A VHS rendszernél tapasztalható gyenge képfelbontási paraméterek inspirálták a fejlesztőket egy -az eredetitől felépítésében nem sokban eltérő- új videós szabvány megalkotására. A Super VHS rendszert 1987-ben mutatták be először a nagyközönség számára. Az S-VHS képrögzítő mechanikai felépítésében nem tér el a VHS rendszertől. A szalagpálya, fejkialakítás, szervóáramkörök, szalagtovábbítás, mind-mind a VHS rendszerből kerültek átvételre.

A színes és fekete-fehér vízszintes felbontás mégis eléri a 400 sort, szemben a VHS-nél tapasztalt 240 soros színes és 330 soros fekete-fehér értékkel. A lényegi különbség a frekvenciatranszponálásban rejlik. A két rendszer eltérő frekvencia spektruma figyelhető meg a **221. ábrán**.



221. ábra

Látható, hogy a VHS rendszerénél $4,3$ MHz-es vivőt használnak, viszonylag kis frekvencialökettel (500 KHz). Ebből következik és az ábrán is látható, hogy a szinkronsintet $3,8$ MHz, míg a fehér szintet $4,8$ MHz-es értéknél rögzítették.

Megfigyelhető még, hogy a színjel és világosságjel spektruma között átfedés található. S-VHS rendszernél jobbik esetben a színjel és a világosságjel külön érkezik meg a bemenetre, az erre a célra kialakított Y/C csatlakozókon keresztül.

Ennek hiányában – kompozit jel esetén – jó minőségű fésűszűrő²³ gondoskodik a színjel és világosságjel szétválasztásáról. A világosságjel vivője feljebb került (6,2 MHz) így elkerülve a színjellel történő interferálódást. A frekvenciamodulálás szélesebb lökettel történik, aminek következtében a videojel szinkronsintje 5,4 MHz-re, míg a fehér csúcssintje 7 MHz-re lett rögzítve.

Nem csak a frekvenciamodulációban van eltérés, hanem az alkalmazott kazetta kialakításában és a benne lévő szalag felépítésében, de erről bővebben egy kicsit később.

11.5 Time Lapse videómagnó

A Time Lapse videómagnók a képrögzítő berendezések egy olyan speciális csoportjait alkotják, melyet a biztonságtechnika számára fejlesztettek ki (222. ábra). Az angol kifejezés magyarra fordítása kissé nehézkes. A működését tükröz-



222. ábra

ő legyszerencsésebb fordítás talán az időkihagyásos rögzítők, de találkozhatunk az időosztásos és az idő zsugorításos kifejezéssel is. Ezek a készülékek nemcsak a normál felvételi módnak megfelelő folyamatos, másodpercenkénti 50 félképet rögzítenek, hanem üzemmódtól függő kisebb sűrűséggel képsorozatot rögzítenek. Ez utóbbi esetben a visszajátszás során nem folyamatos mozgássorozatot látunk, hanem a felvételi sebességtől függő szaggatott, stroboszkópszerű képet. Mind VHS mind S-VHS kivitelben megtalálhatók ezek a készülékek. Rögzítési módjukat tekintve két fő üzemmódot tudunk megkülönböztetni.

Lassított, de folyamatos szalagmozgás mellett rögzített képek, illetve szakaszos képrögzítés. Az előbbi esetben a szalagsebesség változtatása hasonló módon történik mint az LP üzemmódban, azzal a különbséggel, hogy itt nem keskenyebb sávokat, hanem a normál 49 µm széles jelcsíkokat írunk fel. Adódik a kérdés, hogy akkor hogy fér fel hosszabb rögzítési idő. Nos úgy, hogy nem rögzítünk minden beérkező (másodpercenként 50 db) félképet, hanem csak kevesebbet.

²³ Modernebb VHS rendszereknél is alkalmazzák ezt az áramkört, és így lényegesen jobb felbontást érnek el

Átismételve a VHS rendszernél leírtakat, normál sebességnél a szalagsebesség 23,39 mm másodpercenként. Ebben az esetben másodpercenként 50 félképet tudunk rögzíteni. A sávok pontosan egymás mellé kerülnek felírásra, azaz a fejdob 180°-os fordulata-ig a szalag pont annyit halad, hogy a következő jelcsík pontosan az előző mellé kerül.

Amennyiben a szalagtovábbítási sebességet lecsökkentjük pl. a felére, akkor – továbbra is normál résmagasságú fejet alkalmazva – a következő jelcsík nem illeszkedne szorosán a másik után, hanem pont felében felülírná az előző sávot. Nos a Time Lapse készülékeknél pont a felülírás elkerülése érdekében a következő félkép érkezésekor egészen egyszerűen „kikapcsoljuk” a fejet. Így ugyan elveszítjük minden második beérkező félképünket, de a rögzített időhosszunk -a feleakkora szalagsebesség miatt- kétszeres lesz. Visszajátszáskor a kapott képsorozatunk szaggatott mozgást fog eredményezni.

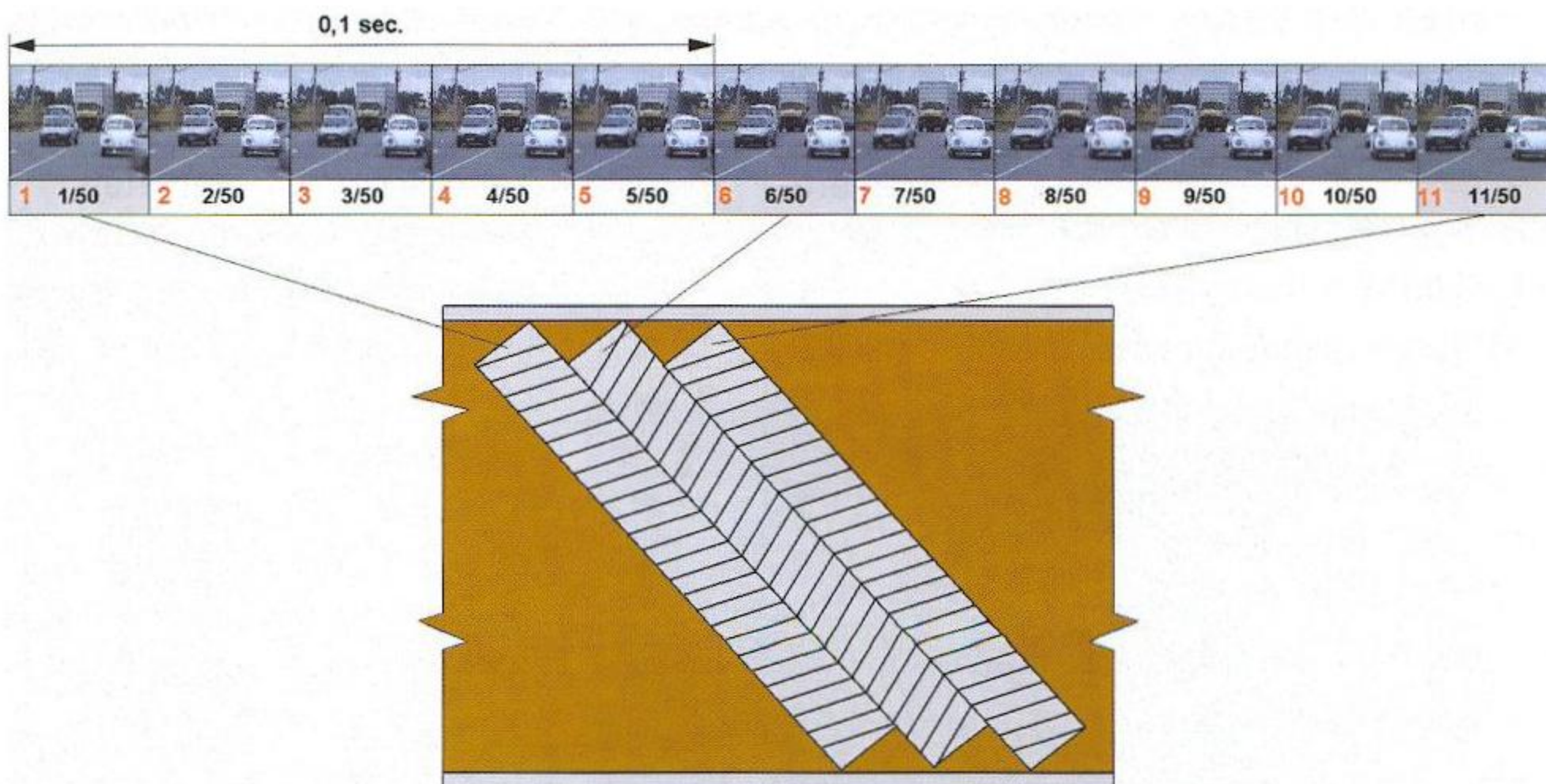
A szalagsebességet tovább csökkentve a rögzített időt is tovább növelhetjük. Vegyünk példánk alapjául egy valós sebességet, a 4,678 mm/s-ot. Ez pontosan az ötöd része a normál sebességnek, azaz a szalag ötödnyi sebességgel vánszorog az eredetihez képest. Most hosszabb ideig kell a fejet kikapcsolni, hogy a sávok pont egymás mellé kerüljenek. Ebben az esetben minden 5. félkép kerül rögzítésre, ez idő alatt halad a szalag annyit, hogy felírható lesz a következő félkép.

Számoljuk csak ki, hogy ennél a sebességnél, milyen hosszú ideig lesz elég egy 180 perces kazetta. Kétféle úton is elindulhatunk. Az egyszerű józan logikát elővéve számológép nélkül rávághatjuk, hogy ha a sebességet ötödére csökkentettük, akkor ötször olyan sokáig fogja a szalagot lejátszani, azaz 15 órán keresztül. Ez remek! Akkor minek a másik számolási mód? Nos azért, mert nem mindig ilyen egyszerűen adják meg az adott készülékről a rögzítési sebesség. Sokszor a rögzített képek között eltelt időt adják meg. Előző példánál maradva, mennyi idő telik el két rögzített kép között? Induljunk el az elejéről. Rögzítünk az 1/50 pillanatban, majd kikapcsoljuk a fejet és így a következő 4 kép kárba vész, azaz a 2/50,3/50,4/50,5/50 pillanatban beérkezők. Ezt követően a 6/50 időpillanatban bejövő képet megint rögzítjük. A két rögzítés között tehát $6/50 - 1/50 = 5/50$, azaz 0,1 másodperc telt el **(223. ábra)**.

Hány félkép fér rá egy 180 perces kazettára? Nos, mivel másodpercenként rögzítünk 50-t, így 3 óra alatt: $50 \times 60 \times 60 \times 3 = 540000$ félkép.

A példához visszatérve, az 540000 képet 0,1 másodpercenként rögzítve 54000 másodpercig fog tartani. Ez pontosan 15 órának felel meg.

A szalagsebességet a végtelenségig nem lehet csökkenteni, ezért egy bizonyos sebesség alatt (2,599 mm/s) a folyamatos szalagmozgást szakaszos továbbítás váltja fel.



223. ábra

Ezt egy időzítő segítségével érhetjük el, mely a motorra adott impulzusokkal, a kitöltési idő változtatásával diszkrét lépésekben továbbítja a szalagot. Ekkor a lépések között akár több másodperc is eltelhet, így a rögzítési idő még tovább növelhető. Ezzel az eljárással akár 963 órán keresztül rögzítő Time Lapse módot is választhatunk, ekkor azonban csak minden 6,42 másodpercben történik rögzítés.

Érdemes még említést tenni a régebbi fejlesztésű, ún. teljes képes rögzítőkről is, a Frame recorderekről. Ez a készülék minden egyes rögzítéskor teljes képet, azaz két félképet vesz fel, természetesen egymás mellett lévő két jelsávra. Amíg a részletesen bemutatott félkép rögzítő (Field Recorder) egy felbontásszegény félkép sorozatot rögzít, addig ezek a készülékek sokkal jobb felbontású, két félképes felvételt tesznek lehetővé. Miért van akkor a piacon túlnyomó többségben mégis a félképes készülék jelen?

Az egyik ok lehet az, hogy pl. amíg a félképrögzítő 72 órás üzemmódban fél másodpercenként készít képeket, addig a teljeskép rögzítőknél ez másodpercenként történik (igaz minden másodpercben egymás után két félkép). De van-e jelentősége az egymás utáni, egymástól időben alig eltérő, szinte teljesen azonos képeknek? Az esetek többségében nincs, és ez a második ok. Ugyanis lejátszás esetén valóban egy teljes képes folyamat láthatunk sokkal jobb felbontással mint a másik kialakítású készülékkel, azonban az azonosítás során ritkán nézzük a képfolyamot, hanem itt is képkockáinként történik az analízis. Ekkor viszont már felbontásban nincs különbség a két rögzített anyag között, sőt a teljes képes esetben fele olyan sűrűn kapunk információt (feltételezve, hogy a két félkép csekély mértékben tér el egymástól).

A Time Lapse készülékeknél a különböző sebességek előre definiáltak. Ezt az előlapon elhelyezett választó gombokkal tudjuk beállítani.

Egy 960 órás Time Lapse készülék üzemmódjait, valamint a hozzájuk tartozó sebességet és képrögzítési gyakoriságot szemlélteti a **224. ábra**. Táblázat nélkül is ki tudjuk számolni, hogy milyen sűrűn rögzítünk képet. A képrögzítőn kijelzett üzemmódhoz hozzáadunk hármat, majd az eredményt elosztjuk hárommal. A kapott szám azt mutatja meg, hogy minden hányadik kép kerül rögzítésre. A számot 1/50-del szorozva azt is megmondhatjuk, hogy időben kifejezve milyen sűrűn történik meg a rögzítés.

Amíg a szalagmozgás folyamatos (3H, L12H, L24H), addig lehetőségünk van a hang rögzítésére, hagyományos longitudinális mó-

don. A két utóbbi üzemmódban sokat ne várjunk a hang minőségtől. Ekkor ugyanis már olyan lassú a szalagmozgás, hogy az egyébként is csekély 6-8 KHz-es sáv szélesség 1-2 KHz-re csökken. Amennyiben nincs szükség a hangrögzítésre, akkor inkább **válasszuk** az „L” nélküli Time Lapse üzemmódot. Ekkor a szalagmozgás nem lassú folyamatos, hanem normál sebességű, szakaszos lesz és így képünk is jobb jel-zaj viszonytal fog rendelkezni.

Üzem-mód	Idő	Szalag sebesség	Felvételi intervallum
3H	3 óra	23,39 mm/sec	minden félkép
L12H	15 óra	4,678 mm/sec	minden 5.
L24H	27 óra	2,599 mm/sec	minden 9.
48H	51 óra	0,34 sec/félkép	minden 17.
60H	63 óra	0,42 sec/félkép	minden 21.
72H	75 óra	0,50 sec/félkép	minden 25.
96H	99 óra	0,66 sec/félkép	minden 33.
120H	123 óra	0,82 sec/félkép	minden 41.
144H	147 óra	0,98 sec/félkép	minden 49.
168H	171 óra	1,14 sec/félkép	minden 57.
204H	207 óra	1,38 sec/félkép	minden 69.
240H	243 óra	1,62 sec/félkép	minden 81.
288H	291 óra	1,94 sec/félkép	minden 97.
336H	339 óra	2,26 sec/félkép	minden 113.
360H	363 óra	2,42 sec/félkép	minden 121.
480H	483 óra	3,22 sec/félkép	minden 161.
600H	603 óra	4,02 sec/félkép	minden 201.
720H	723 óra	4,82 sec/félkép	minden 241.
960H	963 óra	6,42 sec/félkép	minden 321.

224. ábra

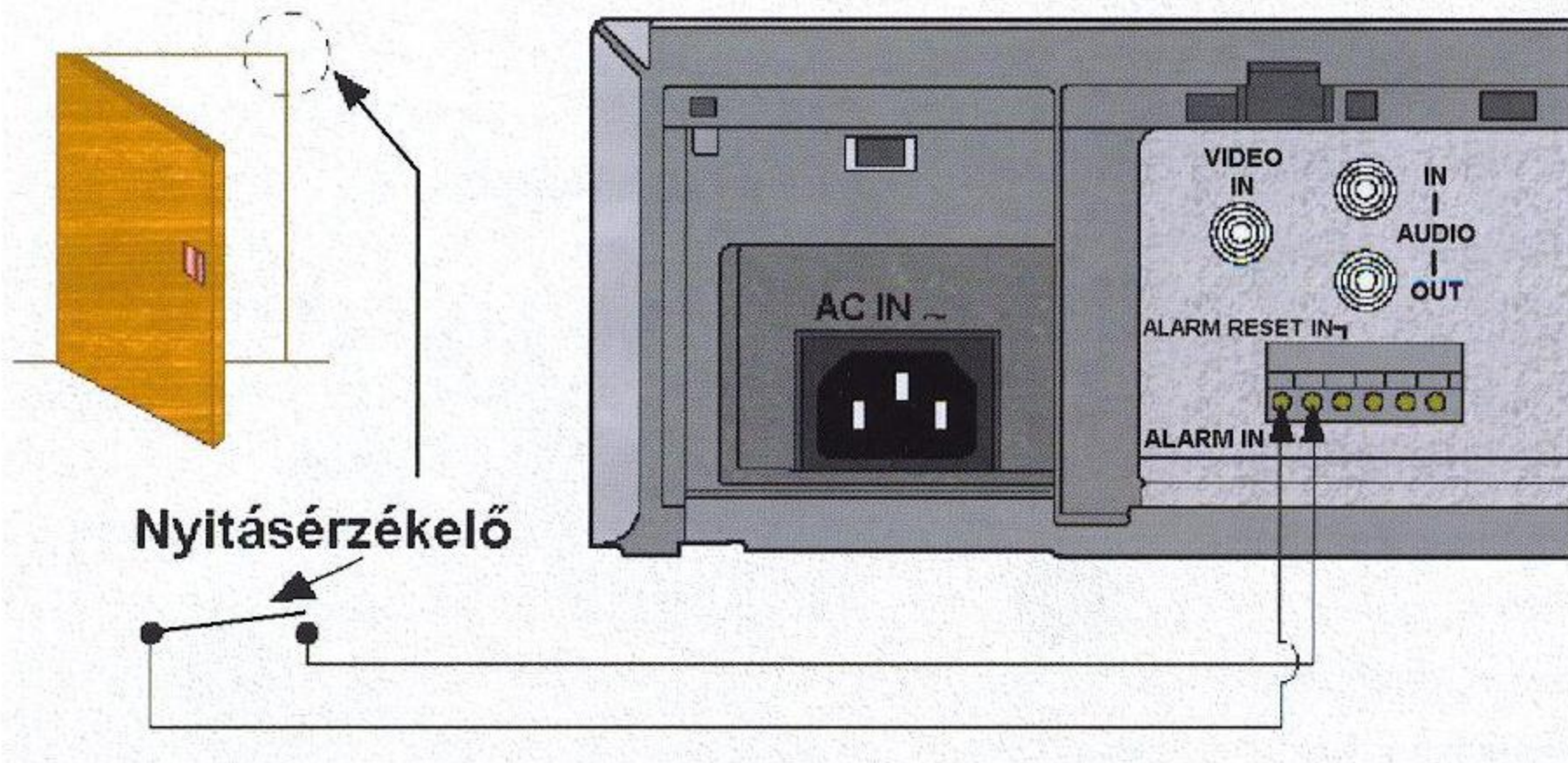


225. ábra

A Time Lapse eszközök üzemmódját távvezérléssel is meg lehet változtatni. Behatolásjelző rendszerhez csatlakoztatva, pl. lehetőség van támadásjelzés esetén a beállított Time Lapse üzemmódból folyamatos 50 félképes rögzítésre átállítani. A vezérlés a hátlapon elhelyezett csatlakozósoron keresztül kontaktussal történik (**225. ábra**).

Lehetőség van a riasztás törlése távolról is, vagy a készüléknél manuálisan, illetve a menürendszerben beállított idő letelte után automatikusan.

Természetesen nemcsak támadásjelzés válthat ki ilyen üzemmód váltást, hanem bármi, ha arra van szükség, hogy a ritkább képrögzítési üzemmódból áttérjünk a normál felvételi sebességre (226. ábra).

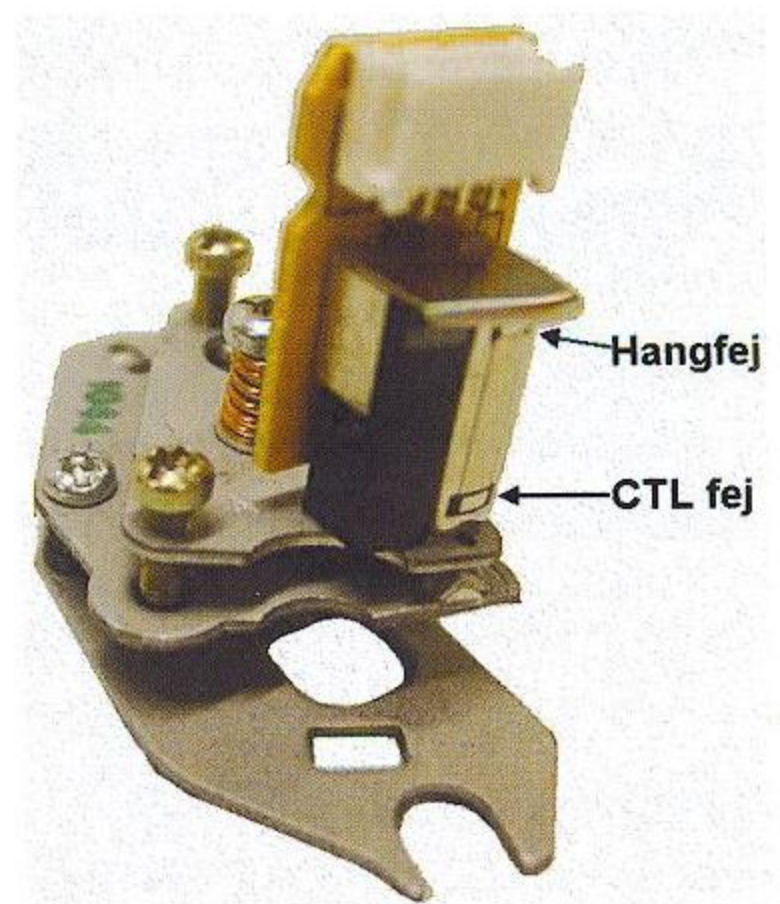


226. ábra

Az eseményvezérlés pillanatában a szalagra egy azonosító jel kerül felírásra. Ennek segítségével a riasztások a menürendszeren keresztül automatikusan visszakereshetők. A legtöbb készüléknél ez a jelölés abból áll, hogy ennél a pontnál megváltozik a CTL jel ki-töltési tényezője.

Visszakereséskor a hangfejjel egybeépített CTL olvasófej (227. ábra) folyamatosan letapogatja a CTL jelsávot, és ahol az impulzus szélességben változást érzékel ott megáll.

A Time Lapse készülékek igen fejlett timer funkcióval is rendelkeznek. Ennek segítségével automatikusan is megoldható az üzemmód váltás, mivel a be- és kikapcsolási időpontokhoz szalage sebességet is választhatunk. Ezzel a kialakítással pl. hétvégeken a képrögzítési sűrűséget automatikusan átállíthatjuk. Még két előnyét érdemes a timer funkciónak kiemelni. Az egyik, hogy a véletlen kikapcsolás, vagy átprogramozás ellen jobban védett a készülék, mivel általában csak a timer gomb újbóli megnyomására reagál és nem fogadja a többi gombról jövő jeleket.



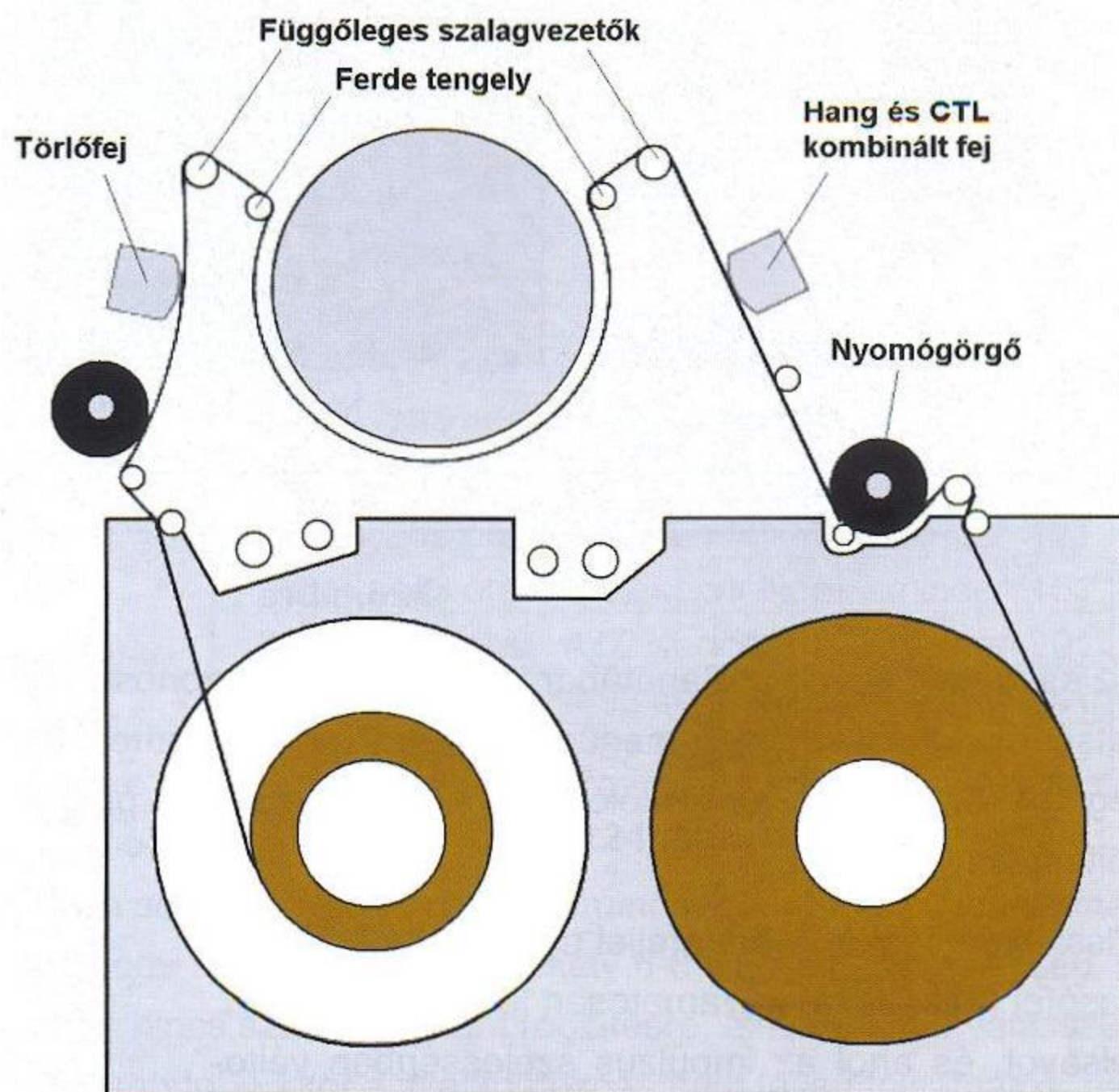
227. ábra

A másik előnye, hogy néhány típusú Time Lapse a 230V-os hálózat kiesése után nem tér vissza felvétel üzemmódba, viszont bekapcsolt timer funkció esetén a felvételt ott és olyan üzemmódban folytatja ahogy beprogramoztuk.

További lehetőség a Time Lapse készülékek kaszkádba kapcsolása, azaz az egyik készülék a szalag végére érve automatikusan indítja a másik készüléket. Ezen túlmenően a szalagvége kimeneti jelzés alkalmas figyelemfelhívó hang és/vagy fényjelzők működtetésére is.

11.6 A videoszalag

A videojelek mágneses tárolására a mágnesszalag szolgál. A VHS rendszernél szabványos kazettaház védi a szalagot a különböző mechanikai behatásoktól. A kazetta kazettafészekbe történő behelyezése után motor mozgatja tovább a megfelelő helyére. A szalag befűzését szintén motorok végzik. A befűzést követően a szalagpálya felülnézetből egy „M” alakot ír le. Ennek



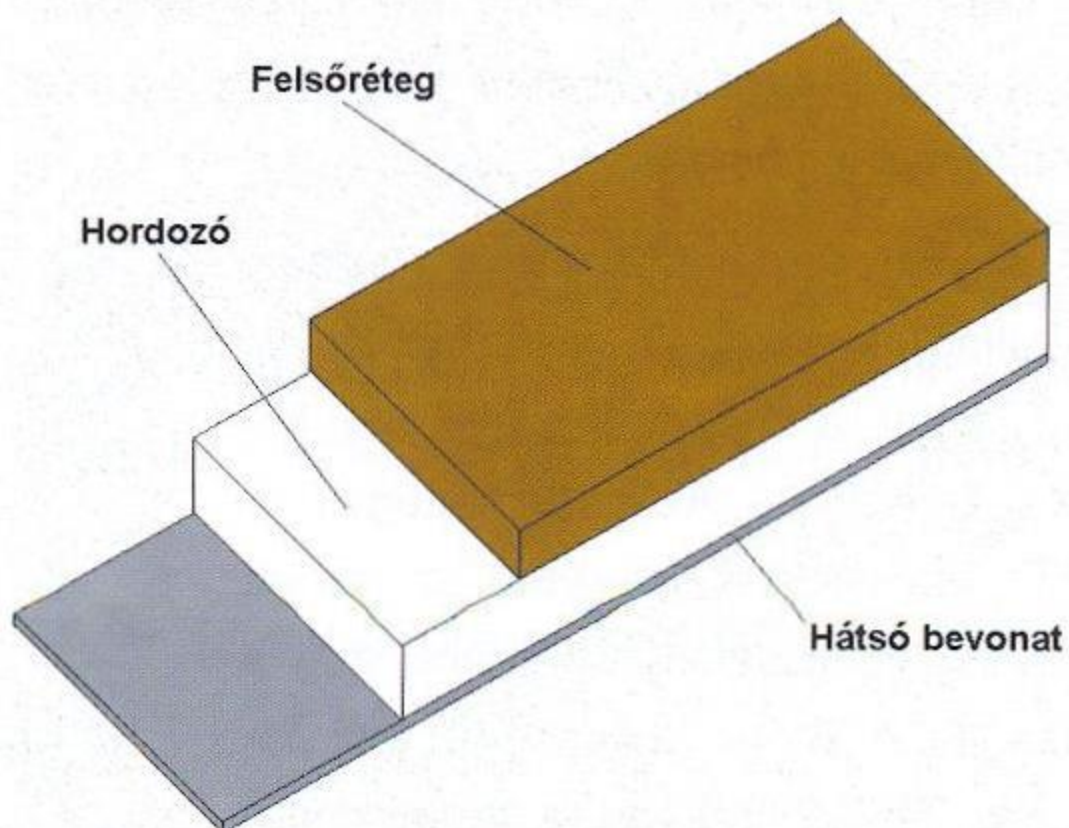
228. ábra

is gyakorlati okai vannak, mert így kerül ki a legkevesebb szalag a tokból, és ezzel a megoldással a befűzési idő is elég rövid (228. ábra).

Annak érdekében, hogy minél kisebb elemi szakaszon a lehető legnagyobb mágneses energia tárolódjon, olyan anyagokra van szükség, melyeknek a mágneses remanenciája nagy, hiszen a lejátszáskor a fejben az indukált feszültséget a szalag remanens mágneses indukciójának változása hozza létre. Másik lényeges szempont, hogy adott információ tartós felírására mekkora koercitív térerőre van szükség, ugyanis minél kisebb a koercitív térerő, annál gyorsabban csökken a remanens mágnesesség, azaz a szalag gyorsan demagnetizálódik.

A nagy koercitív térerő hátránya viszont, hogy nagyobb teljesítmény kell a felmágnesezéshez, ami viszont a rögzítőfejek mágneses telítődését vonhatja maga után.

A **229. ábra** a szalag felépítését szemlélteti. Az említett nagy remanenciájú anyag elemi mágnesezhető részecskéi a felső rétegben találhatóak. Ez a rész szolgál a kép és hang remanens információ tárolására. Maga a mágnesezhető anyag többféle lehet. Az audió kazettákhoz hasonlóan itt is megtalálhatjuk a vas-oxid, kobalt-vas-oxid, króm-dioxid vagy fémrészecskés (Metal-particle, MP), illetve fémgőzöléses (Metal evaporated, ME) anyagokat. A különböző



229. ábra

anyagok más és más ferromágneses tulajdonságokkal bírnak. A króm-dioxid emulziós réteg lényegesen keményebb, mint a vas-oxidé, illetve magasabb felső határfrekvenciával és nagyobb kimenő jelszinttel rendelkezik, mint a vas-oxid réteg. A keményebb emulziós réteg miatt nem kopik annyira a szalag felülete, és így nem rakódik rá a fejre a szalagról lekopott réteg. Ezzel szemben a videofejet jobban koptatják, mint a vas-oxid szemcsék.

A mágnesezhető részecskék önmagukban egy elég durva felületet adnának, ezért ennek kiküszöbölésére, valamint a részecskék összefogására polimer kötőanyagot találhatunk a mágnesezhető felső réteg összetevőjeként. Ennek köszönhetően a felső réteg meglehetősen simává válik. Ezen túlmenően ezen réteg tartalmaz még kenőanyagot is, valamint szenet. A kenőanyag szerepe, hogy csökkentse a súrlódást és ezzel párhuzamosan a szalagkopást, míg a szén a sztatikus feltöltődés minimalizálása céljából kerül bele.

Az 1-2 μm vastag mágnésréteg nem önhordó, ezért ez egy 10-15 μm -es ún. polietilén tereftalát (PET) hordozóra kerül fel. A hordozóréteggel szemben igen komoly elvárások vannak, hiszen pl. a szalag egy százalékos nyúlása már használhatatlanná teszi a rögzített felvételt. A hordozó anyagnak nem csak nyúlással, hanem csavarással és hajlítással szemben is alaktartónak kell lenni.

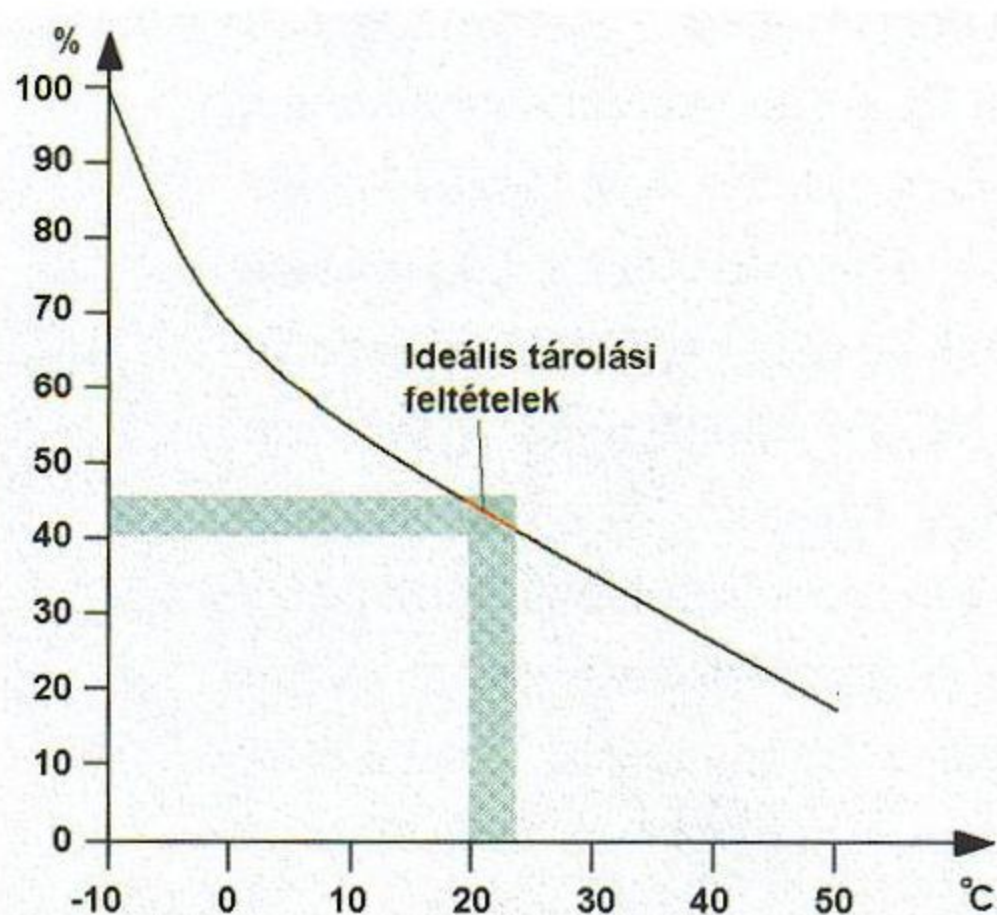
Végül a szalag kap egy 0,15-0,2 μm vastag hátsó bevonatot, melynek a feladata szintén a súrlódás és a sztatikus feltöltődés csökkentése.

Az S-VHS rendszernél alkalmazott kazetta kialakítása és a benne lévő szalag minősége egy kicsit eltér a VHS-étől.

A kazettatest alján egy azonosító lyuk található, melynek érzékelésekor a képrögzítő átvált S-VHS módba. Normál VHS kazetta behelyezésekor nincs lehetőség ezen üzemmód kiválasztására.

A szalag ún. kettős réteg (double-coating) kialakítású, melynek lényege, hogy a mágnesezhető sáv két részre osztható. Az alsó, mintegy 0,3-0,5 μm vastagságú réteg az alsóbb frekvenciatartomány számára, míg a felső 0,4-0,6 μm vastagságú rész pedig a felsőbb frekvencia tartományra van optimalizálva.

Nagyon lényeges a szalagok megfelelő környezetben történő tárolása is. Magas hőmérsékleten a szalag tágulása miatt megfeszül a feltekercselt



230. ábra

szalag a kazettában, aminek az egyenes következménye a deformáció. A szalag élettartamát szintén befolyásolja a páratartalom is. Magas páratartalom esetén a szalag magába szívja a nedvességet, megdagad és ez szintén alakváltozáshoz vezet. A hőmérséklet és a páratartalom szalagra gyakorolt hatását szemlélteti a **230. ábra**. Ideális tárolási feltételek esetén, pl. az ábrán szereplő 20-23 °C-on és 40-45%-os relatív páratartalomnál az archiválni kívánt anyag élettartama akár a 10 évet is elérheti. Ugyanez 30 °C-on, 80%-os relatív páratartalom mellett 1-2 évre is csökkenhet. Szerencsére adatvédelmi szempontból az ilyen hosszú tárolás biztonságtechnikai alkalmazásoknál nem kívánatos, azonban a házi, vagy demonstrációs célra készülő szalagok tárolásánál ezek az adatok elgondolkoztatók.

A por szintén káros hatással van a szalagra. Szalagtárolás szempontjából kerüljük a húzatos, poros, dohányfüstös helyeket. Szintén nem ajánlatos a kazettákat direkt napfényen, hőszugárzó felület mellett, vagy monitor tetején tárolni.

A kazettákat tárolás előtt mindig tekerjük az elejére. A tárolás során a kazettákat állítsuk a rövidebbik oldalukra, függőleges helyzetbe úgy, hogy a feltekercselt szalag legyen alul.

A hordozó anyagot nem károsítja, viszont értékes felvételeink kárba veszhetnek egy esetleges hangszóró közeli tárolás esetén, helykiválasztás szempontjából célszerű elkerülni a különböző mágneses tereket.

Lejátszási idő szerint is megkülönböztethetjük a szalagokat. A hosszabb játékidejű szalagok, hogy a kazettatestben elférjenek vékonyabb hordozóréteget kapnak. Ebből kifolyólag a külső mechanikai behatásokra érzékenyebbek.

Az európai 50 Hz-es képrögzítésre gyártott szalagok mindig „E” betűjelet kapnak. Azoknál az országoknál ahol ez az érték 60 Hz, ott „T” jelű szalagokat használnak.

Magában a szalag minőségében és kialakításában nincs különbség, csupán a szabványos hossz más, ugyanazon időre vonatkoztatva. A **231. ábrán** kikereshetjük, hogy 50 Hz-es környezetben a különböző szalagok a főbb üzemmódokban mennyi ideig biztosítják a felvételt.

A táblázatból kiderül, hogy a kazettára ráírt névleges játékidőt mindegyik típus túlteljesíti, így pl. 72H üzemmódban a rögzítési idő a 76,6 órát is eléri.

Jel	Hossz (méter)	Elvi játékidő (perc)	Tényleges játékidő (perc)	12H		24H		48H		72H		168H	
				megadott (óra)	tényleges (óra)	megadott (óra)	tényleges (óra)	megadott (óra)	tényleges (óra)	megadott (óra)	tényleges (óra)	megadott (óra)	tényleges (óra)
E-30	45 m	30	32,06	2,50	2,67	4,50	4,81	8,50	9,09	12,50	13,36	28,50	30,46
E-60	88 m	60	62,70	5,00	5,23	9,00	9,41	17,00	17,77	25,00	26,13	57,00	59,57
E-90	130 m	90	92,63	7,50	7,72	13,50	13,89	25,50	26,25	37,50	38,60	85,50	88,00
E-120	173 m	120	123,27	10,00	10,27	18,00	18,49	34,00	34,93	50,00	51,36	114,00	117,11
E-180	258 m	180	183,84	15,00	15,32	27,00	27,58	51,00	52,09	75,00	76,60	171,00	174,65
E-195	279 m	195	198,80	16,25	16,57	29,25	29,82	55,25	56,33	81,25	82,83	185,25	188,86
E-240	346 m	240	246,54	20,00	20,55	36,00	36,98	68,00	69,85	100,00	102,73	228,00	234,22
E-300	432 m	300	307,82	25,00	25,65	45,00	46,17	85,00	87,22	125,00	128,26	285,00	292,43
T-30	64 m	42	45,60	3,50	3,80	6,30	6,84	11,90	12,92	17,50	19,00	39,90	43,32
T-60	125 m	84	89,07	7,00	7,42	12,60	13,36	23,80	25,24	35,00	37,11	79,80	84,62
T-90	185 m	126	131,82	10,50	10,99	18,90	19,77	35,70	37,35	52,50	54,93	119,70	125,23
T-120	246 m	169	175,29	14,08	14,61	25,35	26,29	47,88	49,67	70,42	73,04	160,55	166,52
T-160	326 m	225	232,29	18,75	19,36	33,75	34,84	63,75	65,82	93,75	96,79	213,75	220,68
T-200	407 m	281	290,01	23,42	24,17	42,15	43,50	79,62	82,17	117,08	120,84	266,95	275,51

231. ábra

A táblázatban szerepel 240 és 300 perces kazetta is. Ezeket a szalagokat azonban kerüljük a biztonságtechnikai alkalmazásoknál. Ezeknél a típusoknál a hordozóréteg vastagsága lényegesen vékonyabb, így alakállóságuk is rosszabb.

Gyakran felmerülő kérdés, ami a felhasználó részéről telepítés után elhangzik, hogy milyen sűrűn kell a kazettákat lecserélni?

Nem könnyű a válasz, hiszen a kazetta élettartama nagyon sok mindentől függ. Láttuk, hogy pl. a tárolás módja és a környezet behatásai mennyire befolyásolják a tartósságát.

Szintén nem mindegy a kazetta típusa, illetve minősége. A kereskedelmi forgalomban a normál kazetták mellett kaphatók az úgynevezett „industrial” szalagok. Áruk magasabb, mintegy másfél kétszerese a hagyományosénak, azonban megfelelő tárolás és használat mellett élettartamuk is duplája.

Általánosságban elmondható, hogy egy normál kazettára kb. 12-szer lehet felvenni nagy üzembiztonsággal. Ekkor még nem jelentkezik az ún. „Drop out” (jelkimaradás) jelenség. Ennek lényege, hogy a bizonytalan szalag kapcsolat, vagy – és jelen esetben erről van szó – a mágnesezhető réteg kopása, vagy hiánya miatt villódzó fekete és fehér csíkokat láthatunk a képernyőn keresztbe. A képrögzítőkben ezt a jelkiesést kompenzátorral próbálják figyelni, és megjelenése esetén a hiányzó képet pl. az előtte lévővel pótolni. Ez azonban már nem a valós információ.

A probléma, hogy sokan nem veszik figyelembe azt a tényt, hogy nem mindegy, hogy milyen üzemmódban járt a készülék. Gondoljunk csak bele! 72 órás üzemmódban a fej, miután felírta az aktuális jelsávot nem távolodik el a szalagtól, hanem jelfelírás szempontjából kikapcsolva, ugyanolyan sebességgel továbbra is pásztázza a szalagot, majd a tovább léptetés és újabb jelcsík felírása után ez megint ismétlődik egészen 75 órán keresztül. Akkor most ez a szalag mennyit használódott? Nem lehet egyenértékű egy 3 órás felvétellel, hiszen ott a fej 25-ödnyi fordulatot tett csak meg.

Az okfejtésből az következik, hogy amíg 3 órás felvétel esetén az újra használások száma akár a 30-40-t is elérheti, addig pl. 960 órás üzemmódban ez lecsökken maximum 3-5 ismételt használatra.

A meglepetések elkerülése végett mindenképp javasolt a felvételek időszakos ellenőrzése. Az ellenőrzés során ne csak mozgó felvételt játszunk vissza, hanem pillanat stoppal merevítsük ki a képet, és ezt követően kockánként nézzünk meg 5-6 képet. Ekkor ugyanis felfedezhetjük, ha valamelyik fej koszos, mivel annál a félképnél a képben apró kis vízszintes csíkok jelennek meg. Folyamatos lejátszásnál a gyors képváltások miatt a kisebb elszennyeződések teljesen észrevétlenek maradhatnak.

12. Digitális technika

Napjaink egyre divatosabb és gyakran használt kifejezése a digitalizálás. Előjáróban érdemes tisztázni, hogy mit is értünk alatta. A fogalom azt a műveletet takarja, amelynek során különböző, analóg jel formájában megjelenő (tárgyi) információt számítógéppel olvasható és értelmezhető, kódolt formába teszünk át. Ez az információhalmaz lehet pl. szöveg, melyet legegyszerűbben lapolvasóval, szkennelvel viszünk be a számítógépbe, és lehet pl. a szakterületünket érintő hang és képi jelcsomag, melynek számítógépes „nyelvezetre” történő átalakítása első látásra egy kicsit bonyolultnak tűnik. A hang, vagy kép digitalizálásakor az analóg, azaz időben folyamatosan változó hang, vagy képi információt többnyire egy speciális eszközzel, hangkártyával, vagy videokártyával alakítjuk számjegyekké.

A digitális képalkotás komoly matematikai háttérrel és ennek megfelelő irodalommal rendelkezik. A részletes matematikai levezetéseket és a tárggyal kapcsolatos teljes körű ismertetést e könyv keretei nem teszik lehetővé, ezért ezek, illetve a digitalizálással kapcsolatos alapfogalmak csak a felelevenítés, illetve általános ismertetés szintjén kerülnek tárgyalásra.

Nézzük meg először az analóg és a digitális jel közötti lényegi különbségeket.

- ↳ Analóg jel: a jel értelmezési tartománya (idő) és értékkészlete is folytonos. A jel minden időpillanatban értelmezett, és bármelyik két tetszőleges jelérték esetén található olyan harmadik érték, amelyik az előző kettő közé esik. Az analóg jelnek az értelmezési tartománya és értékkészlete is lehet diszkrét. Ez hétköznapi értelemben azt jelenti, hogy az első esetben csak adott pillanatokban van értelmezve, de ott bármilyen értéket felvehet, míg a második esetben, az amplitúdóban diszkrét értéket kapunk.
- ↳ Digitális jel: a jel értékkészlete és értelmezési tartománya is diszkrét. A digitális jelek egyik fajtája a bináris jel, melynek értékkészlete, véges számú időintervallumban felvett összesen két elemet, a 0-t és az 1-t tartalmazza.

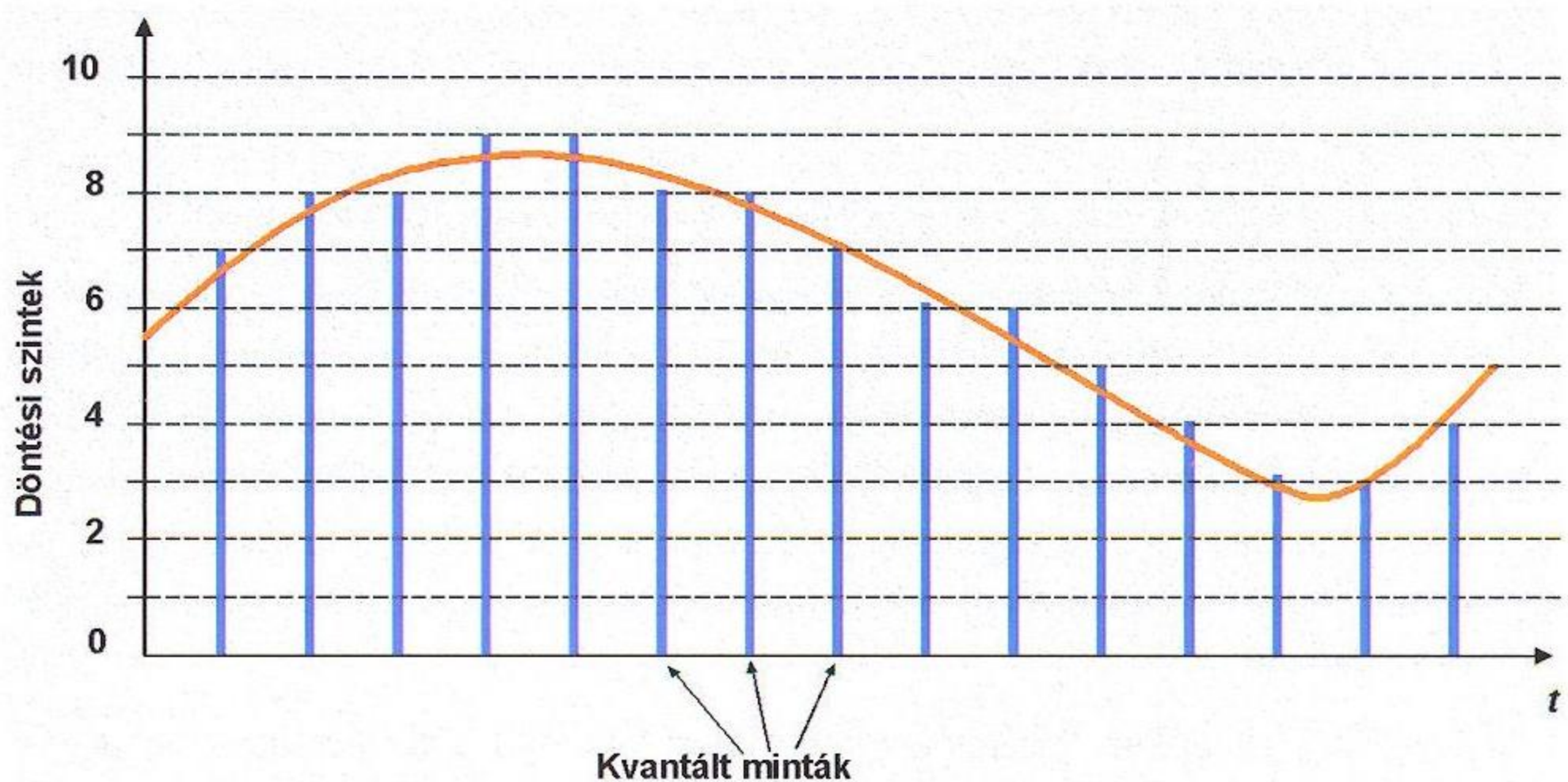
12.1 Mintavételezés

Az analóg jelek digitalizálása során az analóg értékeknek megpróbálunk egyértelműen megfeleltetni egy kettes számrendszerbeli (bináris) értéket. Ehhez az analógjelből valamilyen időközönként mintát kell venni. A mintavétel sűrűségét nagymértékben meghatározza az analóg jel frekvenciája, hiszen lassú változások esetén nincs értelme a nagyon sűrű mintavételezésnek, mert ez a digitális jelcsomag méretét feleslegesen növeli.

A túl ritka mintavételezés viszont információvesztést, torzulást fog okozni. Ebből kifolyólag lényeges szempont, hogy az analóg jel sávhatárolt legyen és tisztában legyünk ennek értékével, ugyanis az első legfontosabb szabály az, hogy a mintavételi frekvenciának a mintavett jel legmagasabb frekvenciájú komponensének kétszeresénél nagyobbnak vagy azzal egyenlőnek kell lennie (Nyquist tétel). Az így kapott mintavételezett jelünkben az analóg jel egy egyszerű aluláteresztő segítségével visszaalakítható (Shannon-Kotelnikov tétel). A gyakorlatban a mintavételi frekvenciát egy kicsit nagyobbra választják (oversampling), az analóg jel frekvenciájának a kétszeresénél, mivel ellenkező esetben a visszaalakításkor egy olyan szűrőre lenne szükség, melynek áteresztő és vágó tartománya között végtelen meredekségű átmenet található.

12.2 Kvantálás

A mintavételezés során a folyamatos jelet csak adott időpontokban értelmezzük, az adott időpontban a folyamatos jel értékével megegyező értékű (mintavett) értékekkel helyettesítjük (232. ábra).



232. ábra

A mintavett jel még végtelen sok értéket vehet fel. A kvantálás során a jel értékészletét diszkrété tesszük. Azaz a végtelen sok értéket véges sok érték segítségével ábrázoljuk, mivel csak meghatározott számú bináris adatszó áll rendelkezésre attól függően, hogy hány bitre kvantálunk, azaz pl. 8 bit esetén $2^8=256$ különböző értéket vehet fel a jel az adott mintavételezési időpillanatban. Látható, hogy a kvantálás során az analóg minták értékeit mindig a legközelebbi kvantálási szintre kerekítjük.

Ez azt jelenti, hogy bizonyos esetekben a minta értékét csökkentjük, bizonyos esetekben növeljük, azaz ezzel szélsőséges esetben akár $\pm 1/2$ lépésköznyi hibát is bevihetünk a jelbe. Ezt a hibát nevezik kvantálási zajnak. Ezt a zajt felfoghatjuk úgy is, mint az eredeti analóg jel és a digitalizálás után visszaalakított analóg jel különbségét. A kvantálási lépcsők finomításával a kvantálási zaj csökkenthető.

Beszélhetünk lineáris és nemlineáris kvantálásról. Az előbbi esetben a kvantálási lépcsők azonos nagyságúak. Ilyenkor egyforma abszolút értékű kvantálási zaj terheli a kicsi és a nagy amplitúdójú jeleket. A gyakorlatban azonban nem a kvantálási zaj abszolút értékének, hanem a jel-zaj viszonyának van jelentősége, azaz nagyobb jel esetén megengedett a nagyobb zaj, viszont kisebb jel esetén ennek is kisebbnek kell lenni. Ezeket a szempontokat figyelembe véve célszerű olyan kvantálási lépcsőt alkalmazni, amely nagyobb jelszinthez növekvő lépcsőnagyságot eredményez. Ezzel párhuzamosan ezen tartományban csökken a kvantálási lépcsők száma is.

12.3 Képkódolás és képtömörítés

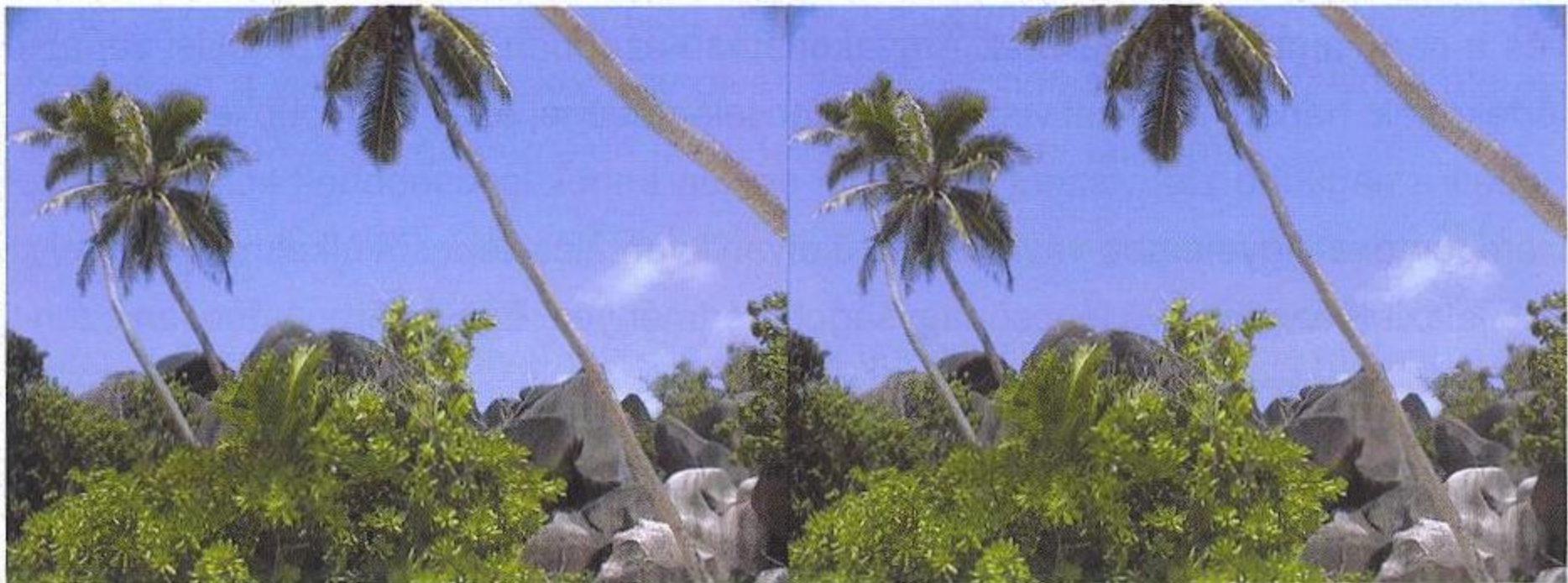
A számítógépes képfeldolgozás során igen nagy adathalmazokkal kell műveleteket végezni. Az információt tömöríteni kell annak érdekében, hogy a képeket digitalizálás után minél kisebb méretben tudjuk tárolni. A tömörítést úgy kell elvégezni, hogy a visszaalakítás után lehetőleg a legjobb képminőséget kapjuk.

A képtömörítés gyakorlati megoldása egészen az 1950-es évekre vezethető vissza. A kezdeti időszakot az analóg módszerek jellemezték, melynek során a kamerából kijövő három alapszín komponens összesen 15 MHz-nyi sáv szélességű jeléből 3:1-es tömörítéssel 5 MHz sáv szélességű jelet kellett formálni. Ki gondolná, hogy a digitális képtömörítés során alkalmazott egyik elméletének a kidolgozása viszont még ennél is régebbre vezethető vissza, hiszen Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830) francia matematikus volt, aki kidolgozta az integrálható függvények trigonometrikus sorokba fejtésének elméletét. A Fourier- és vele rokon frekvenciatartomány transzformációkat remekül ki lehet használni a képfeldolgozásban. Ahhoz viszont, hogy ezeket a matematikai algoritmusokat alkalmazni tudjuk, a képi információnak digitális formában kell megjelennie.

A tömörítési algoritmust csoportosíthatjuk aszerint, hogy a tömörítést, majd visszaalakítást követően keletkezik-e adatvesztés, vagy sem. Bizonyos esetekben a tömörítést követően vissza kell nyerni az eredeti adatstruktúrát, nem engedhető meg az adat torzulása, elvesztése. Ilyen, pl. a számítógépes fájlok tömörítése. Az adatvesztéses képtömörítésnél fontos, hogy a tömörítés során elveszett információ csak alig észrevehető változást okozhat a képben. Az elérhető kompresszió itt sokkal jobb az adatvesztés nélküli tömörítéshez képest.

Hátránya viszont, hogy nehéz megtalálni az általánosan alkalmazható tömörítési arányt, és nem megfelelő adaptáció esetén a képtartalom jelentősen sérülhet. Az adatvesztéses tömörítés eredményessége képtartalom függő, így konkrét adatokkal csak a képi információ ismeretében lehet jellemezni.

Mielőtt a konkrét tömörítési eljárásokba belemennénk, nézzük meg, hogy a digitalizált képeket milyen módon tudjuk tárolni **(233. ábra)**.



24 bit színes

8 bit színes



4 bit színes

8 bit szürkeskálás



1 bit fekete-fehér

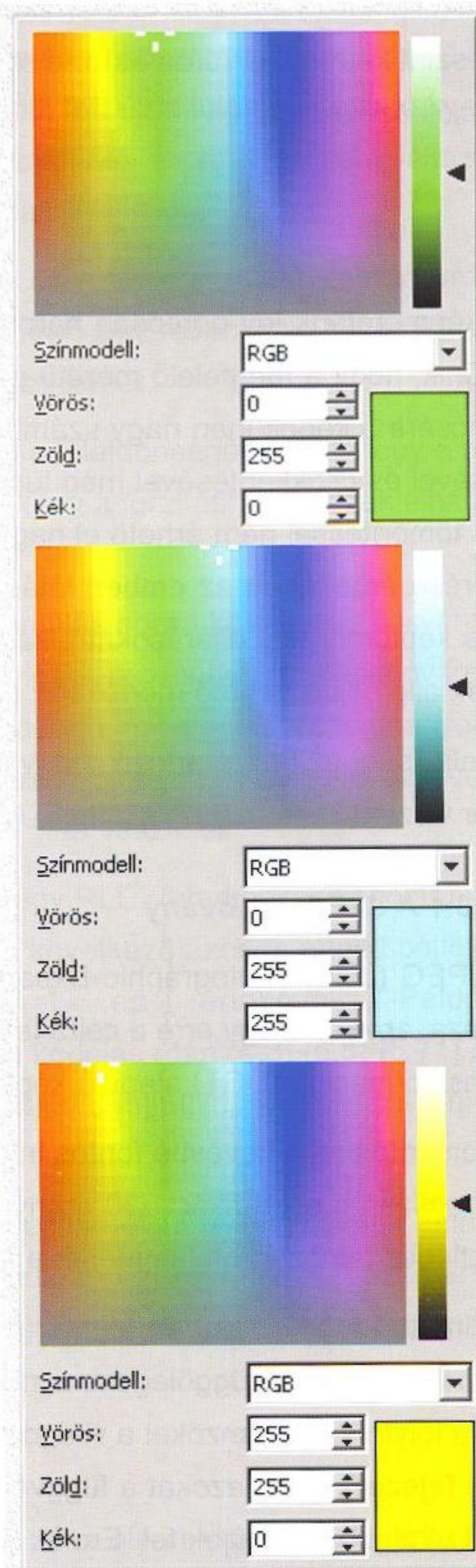
233. ábra

Egy digitalizált, tömörítetlen kép méretét két tényező határozza meg. Az első, hogy milyen a felbontása, azaz hány képelemből (pixelből) áll, a második, hogy ezek a pixelek hányféle színárnyalattal rendelkezhetnek. A kettő ismeretében az adott kép mérete kiszámolható. Nézzük a legegyszerűbb esetet. Vegyünk egy 1024x768-as képet. A képelemek száma összesen $1024 \times 768 = 786432$. Amennyiben egy képpont mindössze csak két állapotot vehet fel, azaz vagy fekete (0), vagy pedig fehér (1) lehet, akkor egy képpontot 1 bittel lehet jellemezni, azaz a példa szerinti kép 786432 bit nagyságú. A kapott képünk hagy némi kívánnivalót maga után, mivel teljesen árnyalatmentes és így biztonságtechnikai szempontból azonosításra használhatatlan.

8 bites árnyalatos képmegjelenítésnél egy pixel összesen 2^8 , azaz 256 szürke árnyalat valamelyikét veheti fel. A képméretünk tehát most nyolcszorosa az előbbinek, azaz 6291456 bit, ami 786432 bájtának felel meg (1bájt=8 bit). Ugyanekkor a képméretünk abban az esetben, ha a pixelek nem szürke szinteket jelenítenek meg, hanem minden képpont egy 256 elemi színekészlet valamelyik elemét veszi fel. Ennél az ún. indexelt színes üzemmódnál a színmélységünk adott számú (2 hatványaival megadott) pl. 16, vagy 256 variációs lehet.

Tovább növelve a színmélységet, eljuthatunk a 24 bites megjelenítéshez. A rendelkezésre álló színekészlet 16 millió, egészen pontosan $2^{24} = 16777216$

lehet. Ennél az RGB színes tárolási módnál a teljes képre vonatkoztatva létre hozunk három (R,G,B) színsíkot. Mindegyik pixel, minden színsíkon felvehet 256 változatot. Azaz pl. ha a zöld színsíkon az érték 255, míg a vörös és a kék színsíkon egyaránt 0, akkor a kapott képpontunk egy teljesen tiszta zöld alapszínű **(234. ábra)**.



234. ábra

A kék színsíkon is maximális értéket beállítva, az additív színkeverésnek megfelelően cian színt kapunk. A vörös és zöld színsík maximális értékeinél, pedig a sárga színt. A variációk száma tehát:

$$2^8 \cdot 2^8 \cdot 2^8 = 2^{24}$$

A képméretünk így pontosan háromszorosa lesz a 8 bites kép méretének. A fentiekből kitűnik, hogy a megfelelő méretű és színmélységű digitális kép igen nagy méretű. Szerencsére a képek igen nagy számban tartalmaznak redundáns elemeket. Ezek felismerésével és csökkentésével meg tudjuk valósítani a képek tömörítését. A veszteségmentes tömörítéssel nem érhető el nagy tömörítési ráta, ezért a nagyobb tömörítési viszony elérése érdekében az emberi látás sajátosságainak figyelembevételén alapuló veszteséges képtömörítési eljárásokat alkalmaznak. Ennél a megoldásnál a vizuális információ csak alig észre vehető mértékben sérül.

A teljességhez hozzátartozik, hogy lehetőség van a tömörítés további növelésére is, ami már viszont szemmel érzékelhető képminőség romlást is eredményez.

12.3.1 A JPEG szabvány

A JPEG (Joint Photographic Experts Group) szabvány kidolgozása 1986-ra vezethető vissza, amikor is egy erre a célra felállított munkacsoport kidolgozta a diszkrét koszinusz transzformáción (DCT) alapuló képtömörítési eljárást.

A tömörítésnél a kevésbé fontos információ elhagyásra kerül, és így a látvány kismértékű romlása mellett akár 1/30 arányú tömörítés is elérhető. A tömörítési arány illetve az esetleges minőségromlás mértéke felhasználói paraméterrel állítható.

Tekintettel a bevezetőben leírtakra, a valóságos képek egyáltalán nem diszkréték, hanem vízszintesen, függőlegesen, intenzitásban, színben, telítettségben folytonosak. Ezeket a folytonos jellemzőket a világosságjel és a súlyozott színkülönbségi jelek hordozzák **(2.5 fejezet)**, ezért azokat a függvényeket, amelyeket diszkrétizálni kell, $Y(x,y)$, $C_b(x,y)$, $C_r(x,y)$ alakban írhatjuk fel. Ennek a három darab kétváltozós függvénynek a kétdimenziós mintavételezése történik meg.

A JPEG eljárás alapuló rendszerekben a képminőséget és a tömörítési arányt a mintavételi frekvencia és/vagy a kvantálási lépcsők számának megválasztásával lehet befolyásolni. Látható, hogy a JPEG tömörítés az RGB színrendszer helyett az $Y C_b C_r$ színrendszert használja. Az emberi látás a krominancia összetevőkre sokkal kevésbé érzékeny, mint a luminancia összetevőre.

A JPEG-es tömörítés hatékonysága abban rejlik, hogy az egymás mellett lévő képpontok között az eltérés többnyire kicsi, mivel egy kép általában közel megegyező színű területekből és ezen területek közötti zajszerű élekből épül fel. Ez a tulajdonság a frekvenciatartományba történő transzformálás után jól kihasználható, mert a csekély változás kisebb, a hirtelen változás pedig nagyobb frekvenciának felel meg.

A DCT alkalmazása után a kapott adatmennyiségünk még akkora, mint a transzformáció előtt, hiszen maga a diszkrét koszinusz transzformáció egy reverzibilis folyamat, azaz az adatot visszatranszformálva megkapjuk az eredeti képet.

Maga az információ-tömörítés az emberi szemnek arra a tulajdonságára épül, hogy a nagyobb frekvenciájú jelek esetén a szem kevésbé érzékeny a torzításra, így ezek elhagyhatók, vagy elég kevesebb biten ábrázolni.

Az információvesztés a DCT átalakítás után, a kvantálás során keletkezik. A kvantálási szintek súlyozottan kerülnek megállapításra, azaz leegyszerűsítve, az alacsony frekvenciás részek a kvantálás során kevésbé, míg a magasabb frekvenciás részek nagyobb mértékben torzulnak. Elhagyva a nagyfrekvenciás összetevők mintegy 50 %-át, az inverz transzformáció után az eredeti képnek legfeljebb az 5 %-a veszik el.

A kvantálás után a kapott értékeket sorba rendezve, egy RLE (futamhossz kódolás) következik. Ennek lényege, hogy a sorban egymás után következő azonos értékű bájtokat helyettesíthetjük annak ismétlődési számával és értékével. Például [3][3][3][3][5][5][5][5][5][5][71][71][71][71][71] értékek a kódolás után (4,3) (6,5) (5,71) értékre módosul, azaz az eredeti 15 bájtnyi információ [4][3][6][5][5][71], mindössze 6 bájt-ra csökken.

Mivel a 0 értékeket felesleges tömöríteni, sorba rendezés nélkül alkalmazhatjuk ennek módosított formáját is, amikor az érték kódja után, mindig az azt követő nullák számának futási hossza áll. Pl. [3][2][14][0][5][0][0][0][0][76][0][0][0][21][0]... kódolás után: (3,0),(2,0),(14,1),(5,4),(76,3),(21,1)...

12.3.2 MJPEG tömörítés

Az MJPEG a Motion-JPEG rövidítéséből származik, azaz olyan videó, amelynek minden egyes képkockája JPEG tömörítésű. A képek valós értékűek, azaz a tömörítés képenként történik, aminek köszönhetően az MJPEG videó editálása egyszerűen megvalósítható. Az MJPEG adatfolyamot hardveresen ún. MJPEG digitalizáló kártyával állíthatjuk elő.

A mai gyors processzorok lehetővé teszik már a szoftveres „real time” tömörítést is. A tömörítés mértéke itt is állítható, hasonlóan a JPEG-es tömörítéshez.

Sajnálatos módon az MJPEG-es tömörítés nem takar egységes tömörítési algoritmust, így különböző gyártók által forgalmazott MJPEG-es tömörítővel készített digitalizált anyagok nem csereszabatosak, és így többnyire csak saját lejátszójával alakíthatók vissza. Ilyen ismertebb formátumok pl. a Quick Time, AVI, stb.

Apropó AVI. Az elnevezését az összevont (egymásba ékelt) audió és videó angol szavak kezdőbetűiből kapta (Audio Video Interleaved). Sokan gondolják erről a három betűről tévesen, hogy ez is egyfajta tömörítési algoritmust takar. Ezzel szemben az AVI tulajdonképpen csak egy keretnek fogható fel, melyben a videó és hanganyag lehet tömörített és tömörítetlen. Tömörítés esetén többféle algoritmus is alkalmazható, mint pl. RLE, Intel Indeo, Cinepack, stb. Lejátszás esetén is ugyanezen algoritmusoknak kell rendelkezésre állnia.

Vizsgáljuk meg, hogy a Magyarországon alkalmazott PAL rendszerben milyen digitális adatmennyiség keletkezik tömörítés nélkül. A PAL rendszerben teljes képes megjelenítés esetén 768 képelemet találhatunk vízszintesen és 576-ot függőlegesen. (NTSC rendszernél ugyanez 720 x 486). A képelemek száma a teljes felületen:

$$768 \cdot 576 = 442368 \text{ pixel}$$

Színes képpontokra, 24 bit színmélységre értelmezve:

$$442368 \cdot 24 = 10616832 \text{ bit}$$

Ez megfelel 1327104 bájtának, ami (2^{20} -nal osztva) közel 1,27 MBájt.

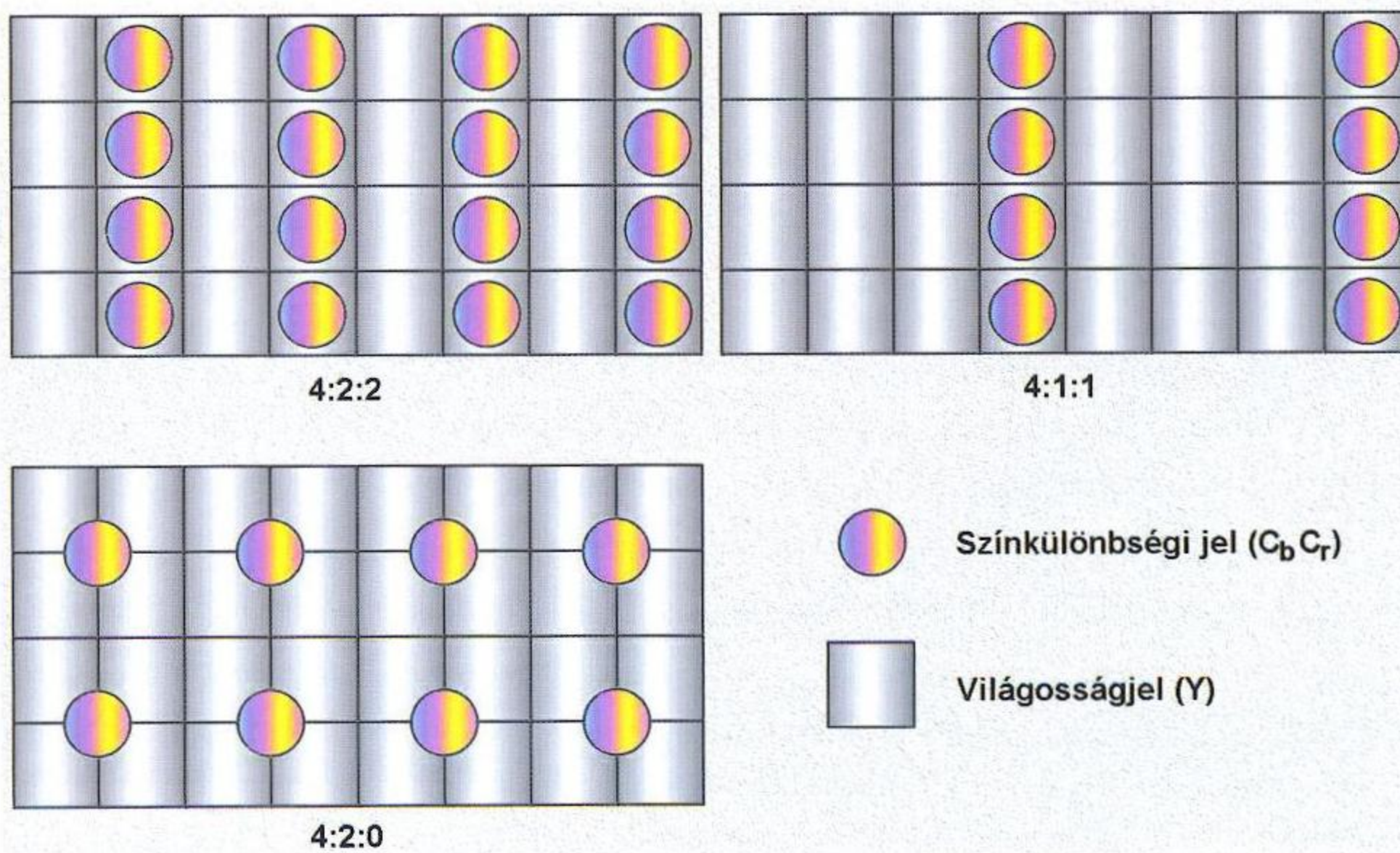
Ez még csak 1 képnek a mérete, de mivel másodpercenként 25 kép megjelenítésére van szükség, így ezt az értéket még 25-tel szorozva kapjuk meg a végleges 31,64 MB/s értéket. Nyolccal szorozva és visszaalakítva bitszámra ez 253,12 Mbit/s érték, ami mind a képfeldolgozás mind pedig az adatátvitel terén igen komoly műszaki, technikai háttérrel igényel.

Visszautalva a szem felbontóképességére, a digitalizálásnál is kiaknázásra kerül, hogy az emberi szem a világosságot tekintve lényegesen jobb „paraméterekkel” rendelkezik, mint a színek vonatkozásában. Ezért az ITU-R BT. 601 (régebben CCIR 601) ajánlás szerint az $Y C_b C_r$ színrendszerben 4:2:2 arányú mintavételezés történik. Azaz, ha a világosságjelet (Y) 8 biten ábrázoljuk (ez egyébként megfelel a valóságnak is, ahol a világosságjel többnyire 8, ritkább esetben 10 bitnyi információt hordoz), akkor a színekülönbségi jeleket egyenként pontosan a felén. Így egy színes képpont 8+4+4 bit, azaz 2 Bájt adattal leírható.

Ekkor a másodpercenkénti adatmennyiségünk:

$$768 \cdot 576 \cdot 25 \cdot 16 \text{ bit} = 168,75 \text{ Mbit / s}$$

Ez már lényegesen kevesebb, mint az eredeti állapotban. Ennél a mintavételezési módnál a színveszteség szemmel észrevehetetlen. Ezt a tömörítetlen adatmennyiséget az ITU ajánlás szerint D-1-nek hívják. A színelbontás további csökkenése is megengedett, így elfogadott a 4:1:1 és 4:2:0 mintavételezés is. Mint azt a **235. ábra** is szemlélteti a 4:2:0 mintavételezés esetén nem csak a vízszintes, hanem a függőleges felbontásunk is csökken. Ennek ellenére a Japán Digitális Videó Konzorcium (Japanese Digital Video Consortium) ajánlása szerint ez a megoldás a szem számára sokkal élethűbb képet produkál.



235. ábra

A 4:2:2 mintavétellel történő digitalizálás az alapja a JVC Digital-S fejlesztésének, valamint a Digital Betacam eszközöknek, míg a 4:1:1 mintavétellel találkozhatunk az otthoni videózásnál jól ismert DV, valamint DVCAM és DVCPRO rendszereknél.

Viszonylag alacsony tömörítési ráta esetén (4:1, 5:1) az MJPEG-es tömörítéssel utómunkára is alkalmas jó minőségű képeket kaphatunk. Ennél nagyobb tömörítési arány esetén már szemmel is észrevehető minőségromlást kapunk. VHS minőség megvalósítására a tömörítési ráta 11:1-8,5:1 közötti, ahol az adatsebesség 2-2,5 MB/s.

Ekkor egy képfájl mérete 80-100 Kb-ot. S-VHS minőség esetén a tömörítési arány kisebb, 7:1-5:1, amikor is az adatmennyiségünk 3-3,75 MB/s, és az átlagos képméret 120-150 Kb-ot.

12.3.3 MPEG tömörítés

Az MPEG a Moving Picture Experts Group, azaz Mozgóképek Szakértői Csoport kezdőbetűiből származik, mely csapatot az ISO és a CCITT közösen hozta létre 1988-ban. Alapvető feladatuk a különböző, már régebb óta használt és újonnan kifejlesztésre kerülő képtömörítő eljárások összefoglalása és szabványként történő megjelentetése volt.

1992-ben elfogadásra került egy közös fejlesztés alapszabályait rögzítő dokumentum. Mozgóképek tömörítési eljárásaként az évek során négy azonos alapú, de különböző minőségi igények kielégítésére szolgáló szabványt fogadtak el.

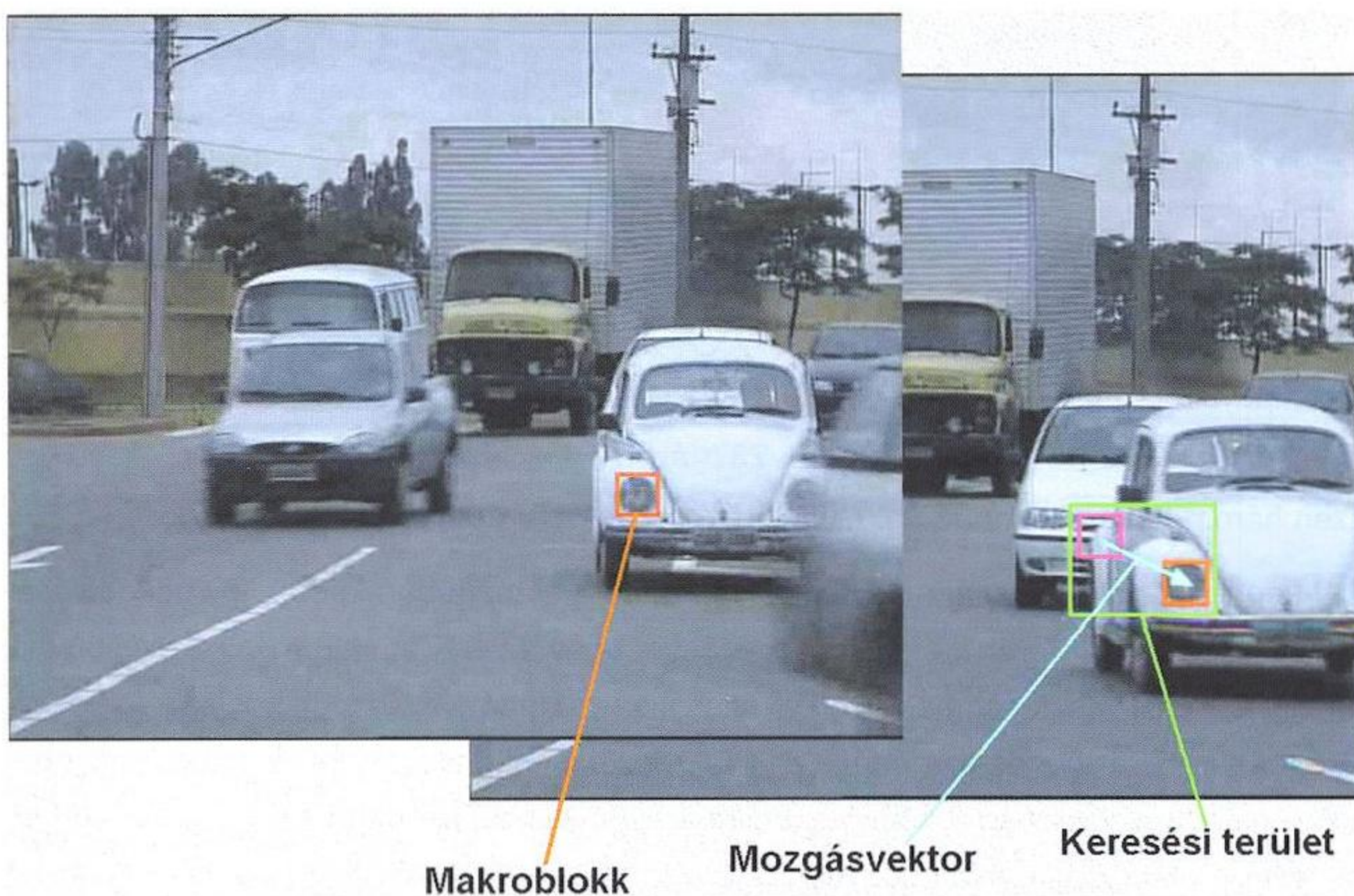
- ↳ MPEG-1: Alapvetően VHS minőségnek megfelelő 352x288/25(PAL), illetve 352x240/30 (NTSC) képes megjelenítést lehetővé tevő, kb. 1.5 Mbit/s sebességű digitális képátvitellel, mely kiegészül egy CD minőségű hangkódolással is. A teljesképes megjelenítést támogatja csak, míg a váltott soros letapogatását nem.
- ↳ MPEG-2: 1993-ban megjelent és 1994-ben véglegesített eljárás, mely az MPEG-1-hez hasonló, de annál lényegesen nagyobb képméretet (704x576/50) és sávszélességet(4-9 Mbit/s) biztosító képfeldolgozást tesz lehetővé. Támogatja a váltott soros képmegjelenítést is. A digitális műsorszórás számára kifejlesztett eljárás, de ezen algoritmus szerint kerül tömörítésre a DVD-n található információ is. Minősége kielégíti a HDTV (High Definition TV), azaz nagy felbontású televízió elvárásait is. Ekkor a képfeldolgozás 1920x1080 felbontás és 20-40 Mbit/sec adatátviteli sebességen történik.
- ↳ MPEG-3: Eredetileg a HDTV igényeire lett kialakítva, de később beépítésre került az MPEG-2-be, így jelenleg ennek része.
- ↳ MPEG-4: Igen kis bitsebességű képtömörítési eljárás, mely videókonferencia és mobil vétel céljára lett kifejlesztve.

A videójel tömörítésének további lehetőségét az a felismerés adta, hogy az egymást követő képkockák képtartalom változása a legtöbb esetben minimális. Ezt a tulajdonságot nevezzük időleges redundanciának (Temporal redundancy). Ebből egyenesen adódik, hogy elégséges csak a változásokat tömöríteni. A gyakorlati MPEG kódolás során, a képet 8x8 pixeles blokkokra osztjuk fel.

Ezen blokkokat tovább szervezzük 16x16-os ún. makroblokkokká, mégpedig úgy, hogy 4 világosságjel és egy-egy színinformációs jel összessége alkotja ezen makroblokkot. (Mj: a tömörítés során mind a 4:2:0, mind pedig a 4:2:2 mintavétel megtalálható.)

A képek közötti (más néven, inter frame) kódolás alapját adja ezen makroblokk struktúra, ugyanis a képek közötti változások nyomon követésénél ezen makroblokkok elmozdulását vizsgáljuk.

Annak érdekében, hogy megfelelő gyorsaságot tudjunk elérni nem a teljes képtartományban vizsgáljuk az adott makroblokkok elmozdulását, hanem csak egy adott definiált környezetben (**236. ábra**). Amennyiben ezen keresési területen kívülre történik az elmozdulás, akkor a makroblokkot önmagában kell kódolni, ha viszont a keresés sikeres, akkor a blokkhoz egy mozgásvektor kerül hozzárendelésre.

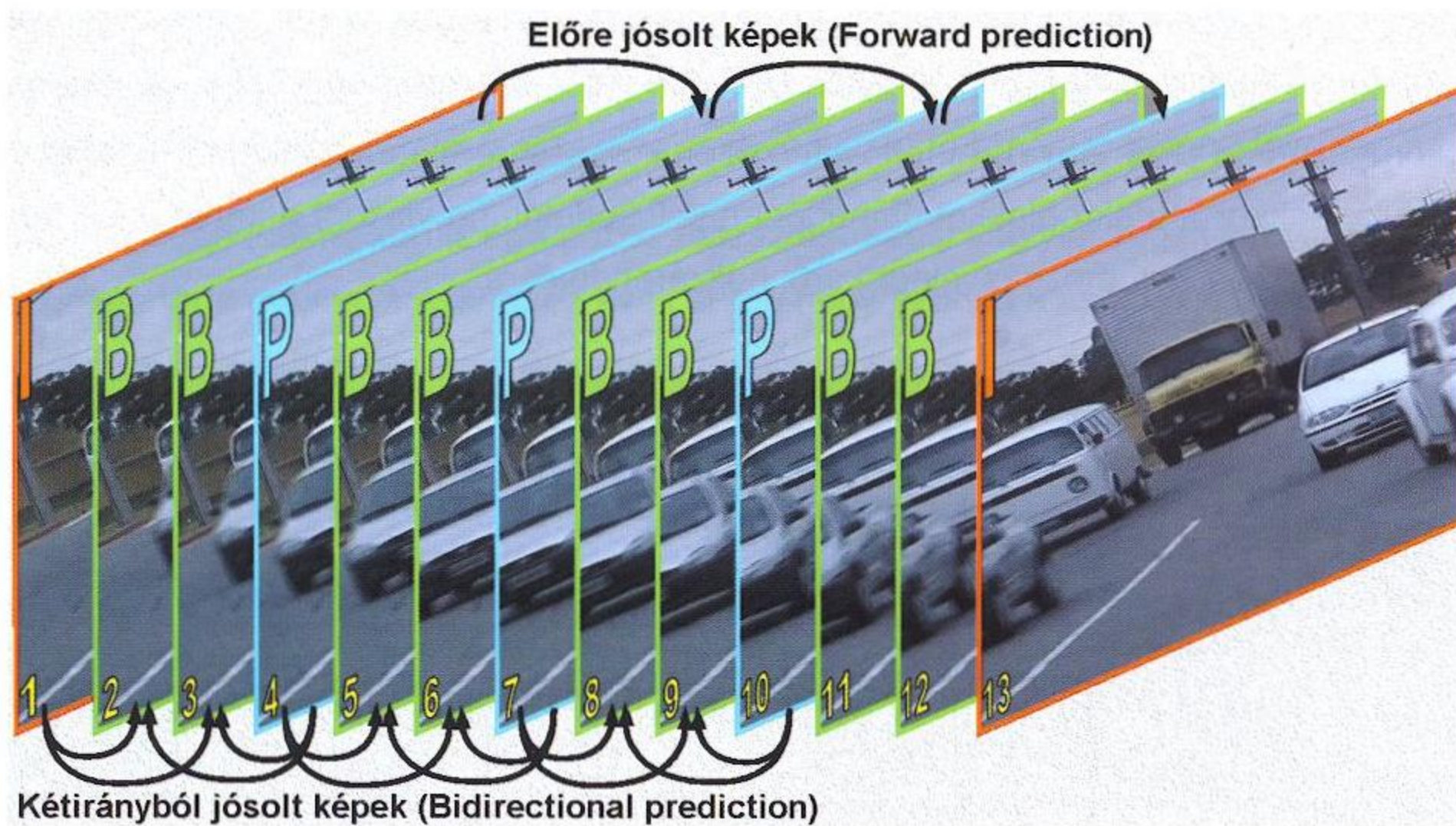


236. ábra

A mozgásvektorok irányát és nagyságát figyelembe véve meg tudjuk jósolni, hogy az adott blokk a következő képen hol fog elhelyezkedni. Ezt a jósláson, vagy idegen szóval predikción alapuló képet alkalmazzuk az MPEG tömörítésnél. A tömörítésnél a kimene-ten a jelenlegi és a jóslt képkocka különbsége jelenik meg. Minél kevesebb a két képkocka közötti különbség, illetve minél jobban sikerül a jóslás, annál kevesebb az adat amit kódolni kell.

Általánosságban elmondható, hogy az esetek többségében az egymást követő képek különbsége igen csekély, így a változás „jobban tömöríthető”, mintha egész képet tömörítettünk volna.

Az MPEG-2 tömörítési eljárás az eddigiekben megismert **I** (Intra) azaz képen belüli és **P** (Predicted), azaz jósolt képeken túl tartalmaz egy **B** (Bidirectional) kétirányú képet is (237. ábra).



237. ábra

Ezen három típus alkotja az ún. GOP-t (Group of Pictures), azaz képcsoportot.

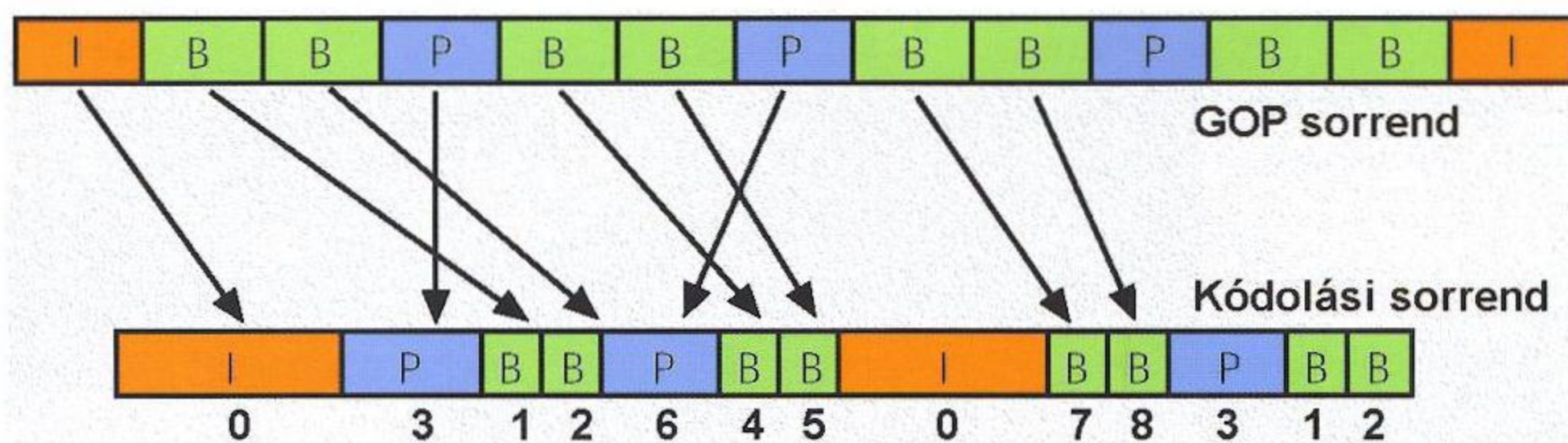
Az **I** kép tehát nem használ más képkockát, hanem önmagában kódolt, így dekódolásához sem kell más referencia képkocka. Előnye, hogy az eredeti információ kevésbé torzul, így az kvázi veszteségmentesen visszaállítható. Hátránya viszont, hogy a kép kevésbé tömöríthető, azaz ennek mértéke a JPEG-hez hasonlítható, annál csak kevésbé jobb. A **P** kép egy **I**, vagy előző **P** képből predikcióval (jóslással) származtatott kép. A **P** képek tömörítési rátája lényegesen nagyobb (nehezen definiálható, de kb. 3-szorosa), mint az **I** képeké, hátránya viszont, hogy mivel a **P** képek létrehozása történhet már egy megelőző jósolt képből is, így egy esetleges képben lévő jóslási hiba a következő **P** típusú képben is megtalálható. A kétirányból jósolt **B** képek referenciája lehet egy az azt megelőző **I** vagy **P** kép, vagy akár egy következő **I** illetve **P** kép egyaránt. Lehetőség van ún. interpolatív kódolásra is, amikor mindkét referencia alapul szolgál. A **B** képből nem képződik másik kép, így esetleges részlethiba nem öröklődik tovább. A **B** képek előnyei a nagyobb tömörítés és jobb jel-zaj viszony, viszont ezzel párhuzamosan jelentősen növekszik a számítás igény.

Jó tömörítési hatások eléréséhez sok **B** képet és kevés **I** képet célszerű használni, ekkor azonban növekszik a halmozott hiba is. Az MPEG szabvány lehetővé teszi, hogy a GOP tényleges felépítését az enkóder határozza meg. Egy GOP **I** képtől **I** képig tart. Európában az általánosan használt GOP felépítés:

BBIBBPBBPBBPBBIBB

Ebből látható, hogy egy GOP-on belül 2 db **I** kép található, azaz minden 12. kép referenciakép. NTSC rendszereknél ahol a képfrekvencia 30 Hz, a másodpercenkénti 2 **I** kép minden 15. képként jelentkezik.

A legtöbb kódernél az ismétlődési gyakoriság állítható. A GOP-on belüli sorrend nem keverendő össze a kódolási, vagy átviteli sorrenddel. A kétirányú kódolás miatt, ahhoz, hogy egy **B** képet létre tudjunk hozni, szükségünk van a következő **P**, vagy **I** képre (238. ábra).



238. ábra

Összefoglalásként elmondható, hogy az MPEG tömörítési algoritmussal jóval nagyobb tömörítési rátát érhetünk el, mint az MJPEG-es eljárással. Ezzel átviteli csatorna sávszélességet és tároló kapacitást spórolhatunk meg. Nem esett szó azonban az MPEG-es tömörítés hátrányairól.

Biztonságtechnikában kevésbé, videó technikában viszont annál lényegesebb szempont, hogy ezzel a tömörítési algoritmussal készült videofelvételek vágása igen nehézkes, mivel az editálás során a vágásnál, vagy inzertálásnál a meglévő GOP sorrend felborul és a referenciaképek eltolódnak.

Egy másik nem elhanyagolható hátrány, melynek már van biztonságtechnikai vetülete is, hogy gyors mozgásoknál, vagy teljes képtartalom megváltozásakor a nem tökéletes predikció miatt a kép számos hibarészletet is tartalmazhat, melyet csak egy soron következő **I** kép fog helyreállítani.

12.3.4 Wavelet tömörítés

A Wavelet transzformáció képfeldolgozásban történő alkalmazása az egyik legjelentősebb változás a videójel feldolgozásban. A Wavelet eljárás a konkurens JPEG, MJPEG és MPEG eljárással szemben sokkal nagyobb tömörítési arányt képes elérni. A Wavelet tömörítési algoritmust használva még 140:1 tömörítési arány elérésével is megfelelő a képminőség (**239. ábra**). A nagyfokú tömörítésen túl a Wavelet transzformáció a kép hierarchikus, frekvenciasávokra osztott reprezentálása miatt kiválóan alkalmas gyors mozgáskódolásra, és a képek közötti mozgásvektorok kiszámítására is.

Szemünk különösen érzékeny az élekre, a wavelet transzformált pedig pontosan ezeket a változásokat tudja jól leírni. A JPEG eljárásnál a m o z a i k s z e r ű tömb hatása következtében a fontos részletek elveszhetnek a képből. E jelfeldolgozás során előforduló jeleknek más algoritmus során az amplitúdó/idő és az amplitúdó/frekvencia leírását használják. Ez azt jelenti, hogy pl. egy ilyen függvénykapcsolat



1:140 JPEG tömörítés



1:140 Wavelet tömörítés

239. ábra

megadja a mért jel amplitúdójának időfüggését, de a jellemző frekvenciákról ilyenkor nem kapunk információt.

A hagyományos Fourier-analízis segít egy jel különálló frekvencia-komponensekre bontásában, és meghatározza a komponensek relatív intenzitását, azt azonban nem tudja megmutatni, hogy az egyes komponensek mikor is fordulnak elő a jelben.

A Wavelet transzformált a rögzített, a csak idő vagy csak a frekvencia-kép közötti leírás. A Wavelet transzformáció segítségével a jelek időbeli (vagy térbeli) és a frekvenciatartománybeli analízise az előbbi módszerekkel szemben egyszerre hajtható végre (valójában az amplitúdó/idő és az amplitúdó/frekvencia leírása a wavelet leírás két végletének tekinthető). Így a wavelet transzfor-



JPEG tömörítés



Wavelet tömörítés

240. ábra

máció segítségével egy éles változás a frekvenciaspektrumban annak előfordulási idejével együtt, egyszerre határozható meg.

A Wavelet tömörítési eljárás a képet különböző térbeli reprezentációk együttesévé alakítja át, ezek egy része a magas, egy másik része pedig az alacsony frekvenciájú információkat tartalmazza.

A Wavelet kép jellemzője a lágyság, az apró és véletlenszerűen elhelyezkedő, így kevésbé zavaró „zajosság”. Ezzel szemben a JPEG kép mozaikszerű kockásodása 1:30 tömörítési ráta felett már igen jól észrevehető és ez, főként a kép nagyítása során, már zavarólag hathat **(240. ábra)**.

Az ábra jól szemlélteti, hogy azonos tömörítési rátát alkalmazva a Wavelet tömörítési eljárás egy lényegesen lágyabb, „kisimultabb” képet eredményez, mint a JPEG-es alkalmazás. A JPEG kép első rápillantásra a blokkokká szerveződött pixelesedés miatt a kevésbé részletgazdag területeken, illetve a vízszintes és függőleges élek mentén (mint pl. a képen lévő virág szára) kontúrosabbnak tűnik. A képet tüzetesebben megvizsgálva azonban jól látható, hogy a pixelesedés miatt a kép részletgazdagsága igen nagymértékben lecsökken, illetve egyes területeken ezen apró elemek blokkokká szerveződve zavaró plusz mintát adnak hozzá az eredeti képhez.

12.4 Digitális képrögzítők

Az analóg képi információ digitális átalakítását követően megnyílt a lehetőség a számítástechnikai adatokhoz hasonló tárolásukra. Mind a tömörítési eljárások, mind pedig a tárolásra használatos adathordozók fejlesztése napjainkban is folyik. A kutatás és fejlesztés több irányú és most még nehezen mondható meg, hogy melyik is a követendő útvonal.

A képfeldolgozás terén továbbra is cél olyan matematikai algoritmusok keresése, melyek alkalmasak a mozgó vagy álló képsorozatok tömörítésére, szem előtt tartva a minél kisebb kompressziós veszteséget és a minél nagyobb tömörítési arányt. Nem elhanyagolható szempont természetesen az algoritmus bonyolultsága sem, hiszen ez a tömörítés gyorsaságát is nagymértékben befolyásolja.

A már tömörített, digitális formátumú képek tárolására és archiválására szolgáló adathordozókkal szemben is jó néhány kritérium merül fel. Ilyen pl. az adatok gyors elérése, olvasása, a tárolt információk viszonylag hosszú, minőségromlás nélküli tárolása, illetve a megfelelő méretű tárolókapacitás lehetősége. Néhány alkalmazásnál kifejezetten előny a tároló médium újraírhatósága, mely így gazdaságosabb üzemeltetést tesz lehetővé.

Az elektronikai ipar gyors fejlődésének köszönhetően ma már az adott célra jól kiválasztott és megtervezett digitális képrögzítő rendszer egy rögzített képre vetített bekerülési költsége akár kisebb is lehet, mint analóg társáé.

Ennek magyarázataképp, ha megnézünk egy ma már könnyen kialakítható 2TB-os tárterületet, akkor 35 KB-os képméretet feltételezve, kb. 106 db 3 órás kazettányi információ fér el rajta. Amennyiben figyelembe vesszük a két tároló média maximális újraírhatósági darabszámát, továbbá az analóg és digitális rögzítő rendszer karbantartási igényét, akkor máris láthatjuk, hogy miként is jelentkezhethet ez az árelőny.

Természetesen nemcsak a merevlemezes tárolás jöhet szóba, hiszen a nagyobb adatbiztonság, duplikált tárolás, vagy a rögzített információ távoli analizálása miatt más hordozó médiát is kell keresni. A számítástechnikában használatos eszközök (zipdrive, CD-R, CD-RW, DVD), a nagy adatmennyiség miatt általában nem jöhetnek szóba. A különböző mágnesszalagos eszközök (DAT, DLT, AIT) még a viszonylag gyors elérési sebesség ellenére is nehezzé teszik az információkeresést, hiszen a legtöbb rendszer úgy működik, hogy a szalagon lévő teljes információt vissza kell tölteni a feldolgozó PC-be, és csak ezután történhet meg a kívánt esemény megkeresése.

A rendszerek fejlesztőinek és a megrendelők dilemmája, hogy az alkalmazott digitális rögzítő alapja célhardver, vagy meglévő operációs rendszer alatt futó, de speciális eszközökből összeállított számítógép legyen. Biztonságtechnikailag az első változat a megnyugtatóbb, de megfelelő LINUX-os, vagy WINDOWS-os fejlesztői ismeretek birtokában megbízható képrögzítő eszközök és hozzávaló szoftverek természetesen számítógéppel is létre hozhatók.

Mindkét irányzat rendelkezik előnyökkel és hátrányokkal is. A célhardveres kialakításnál az eszköz erőforrásait egyéb alkalmazások, illetve háttérben futó, a rögzítéshez nem szükséges rezidens programok nem terhelik.

Az eszköz „operációs rendszere” célfejlesztés, ebből kifolyólag, illetve méreténél fogva is sokkal inkább mentes a programhibáktól, melyek az eszköz esetleges lefagyását okozzák. Ezeknél az eszközöknél a rögzített anyagok rossz szándékú utólagos manipulálása is nehézkes.

Hátrányként lehet megemlíteni, hogy egyes típusoknál még a merevlemezt sem lehet tetszőlegesen kiválasztani, hanem csak a gyári beépített méret használható. Az eszköz kompaktságának köszönhetően az egyes meghibásodó részegységek cseréje igen költséges. A PC-s társaihoz képest ugyancsak bonyolultabb a rendszert működtető szoftver (firmware) frissítése, az esetleges bővítés, a RAID szervezésű adatrögzítés megoldása, a direkt kép, vagy mozgófájl kiírása más médiára.

A PC alapú kialakításnál viszont igen körültekintően kell eljárni a megfelelő konfiguráció összeállításánál.

A nem megfelelő méretű, kivitelű ház, továbbá az alulméretezett, silány minőségű ventilátor az üzemeltetés során sok hibát okozhat, ami esetleg a berendezés teljes tönkremenetelét vonja maga után, cseréjének teljes költsége pedig gyorsan feledteti az olcsó alkatrészek beszerzésénél érzett pillanatnyi haszon örömét.

További dilemmát jelent, hogy a fejlesztett eszköz az analóghoz hasonlító, viszonylag egyszerűbb felépítésű és kezelésű, vagy szakítva a hagyományokkal teljesen egyedi megjelenésű, lehetőleg jól konfigurálható és testre szabható legyen-e.

Ezen fejlesztési irányelvekből adódóan ma ezernél többféle digitális rögzítő kapható. Ezek közül kell kiválasztani az adott célra leginkább megfelelőt, ami hatalmas rendszerismeretet és némi szerencsét is igényel.

12.5 Hálózatos és integrált rendszerek

Érdemes egy kicsit elvonatkoztatni a CCTV rendszerektől, és megvizsgálni a többi vagyongvédelmi rendszer fejlődési irányát is. Azt láthatjuk, hogy a biztonságtechnika legtöbb szegmense is lényegesen átformálódott az elmúlt években. A mai központok, vezérlők, érzékelőeszközök processzor alapú kialakításának fejlettsége nagymértékben támaszkodik az informatikára, mely terület az elmúlt 10 évben nagy léptékben fejlődött. Ennek köszönhetően a központ – a régi lámpás, vagy jobb esetben LED-es visszajelzéssel szemben – ma már többsoros LCD kijelzőjén, vagy grafikus display-én keresztül valóságos kommunikációt folytat a kezelőjével egy-egy művelet végrehajtásakor.

A számítógép térhódításának köszönhetően jöttek létre az egyre jobban integrált rendszerek, melyek már nem kizárólagosan csak a klasszikus behatolásjelző eszközöket felügyelik, hanem képesek más, pl. tűzjelző eszközök jelzésének fogadására is. Különböző gyártók, meghagyva az egyes jól elkülöníthető alrendszereket, felügyeleti szoftverrel teremtenek közös platformot a különböző központokkal, így a több rendszert felügyelő személy egy PC-n keresztül képes (?) a jelzéseket lekezelni, vagy a rendszerekbe beavatkozni.

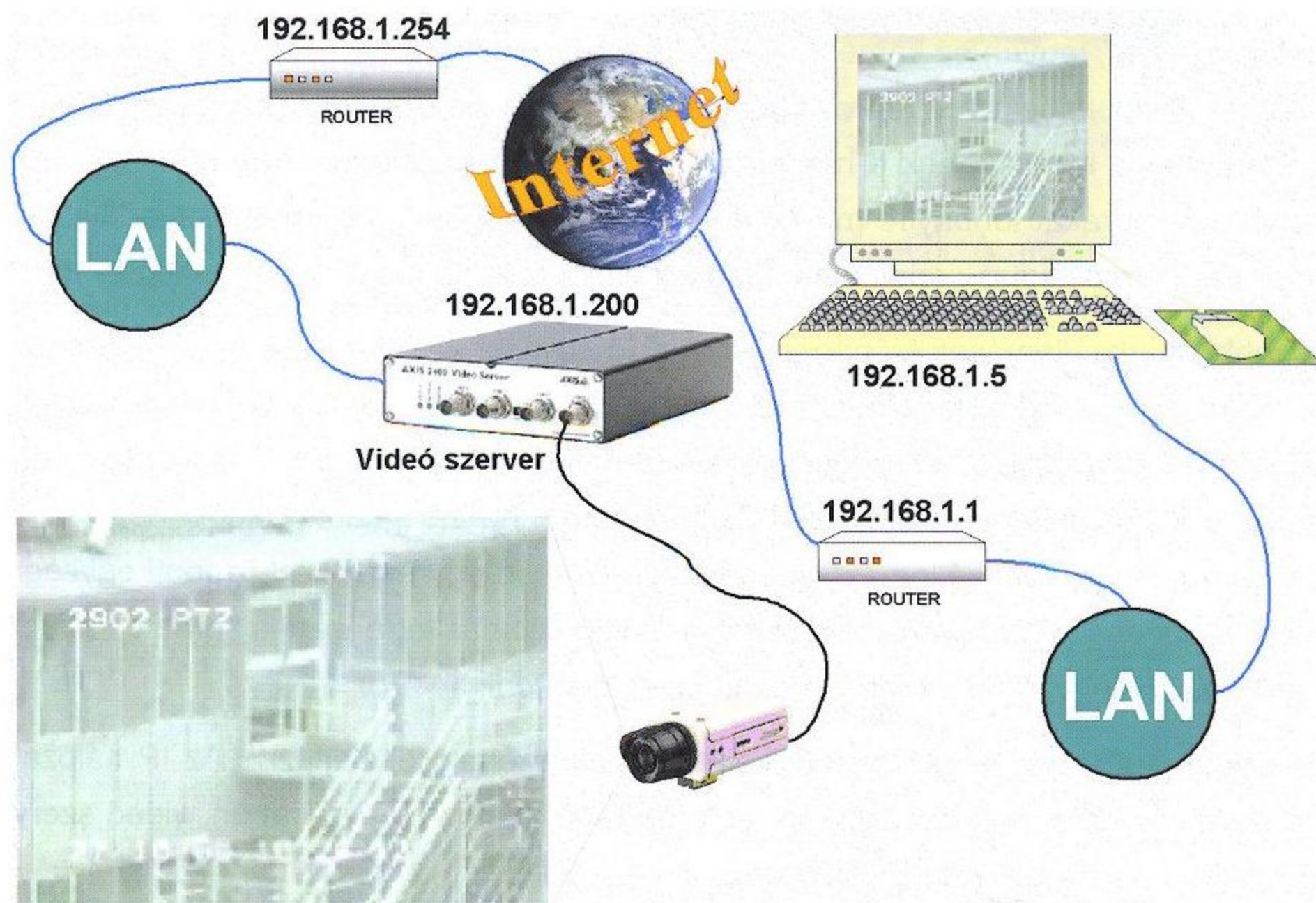
A kérdőjel természetesen nem véletlen, ugyanis néhány fejlesztő cég túlzott integrációs törekvései akár odáig is vezethetnek, hogy a 4-5 alrendszert is felügyelő szoftver azt sugallja, hogy kezelésére bőven elegendő egy személy is. Nos, nyugalmi állapotban ezt nem kétlem, vészhelyzet esetén azonban számos szituációban előfordulhat, hogy az operátor az esetleges automatizmus miatt információhiányban szenved, továbbá a program struktúrája miatt lehetősége sincs az adatok gyors lekérdezéséhez, megnézéséhez.

Ezen kis kitérő után nézzük meg, hogy a CCTV rendszereket hogyan érintette az általános integrálási törekvés.

Érdekes az a fejlesztési irány, amikor a behatolásjelző rendszer kerül bővítésre a videó rendszerrel. Ilyenkor egy speciális fogadó eszköz ugyanarra az adat-buszra csatlakozik, melyen a behatolásjelző gyűjtőegységek is kommunikálnak, azonban bemenetére közvetlenül a videó kamera kompozit jele csatlakoztatható, melynek jelei a központnál leválaszthatók. Ezzel a rendkívül szellemes megoldással elkerülhető az épületen belüli külön koaxiális kábelhálózat kiépítése. Az egység képes még mikrofon jelének továbbítására is.

A kameraképek megjelenítése történhet automatikusan, riasztás, vagy esemény vezérelten. Így egy esetleges támadás, vagy betörésjelzés esetén az adott területhez rendelt kamera képe automatikusan megjelenítődik. Ilyen irányú fejlesztéssel több vezető nemzetközi vállalkozás is foglalkozik.(Pl. Cerberus, Europlex, stb.)

A másik irányvonal a CCTV rendszer IP hálózaton történő működtetése (**241. ábra**). Ebben az esetben először az analóg videojelet digitalizáljuk a számos rendelkezésre álló és előzőekben ismertetett tömörítési eljárások valamelyikével, majd ezt a digitális jelfolyamot csomagokra bontjuk. A csomagokat megcímezzük egy 4 byte-os IP címmel, majd ezt az információt egy csavart érpáras hálózaton keresztül továbbítjuk.



241. ábra

Az adatok hibamentes továbbításáért a TCP protokoll (Transmission Control Protocol) a felelős. A hálózatban elhelyezett routereknek a feladata, hogy az információ a megadott célállomásra érkezzon.

A csomagok megérkezését követően a digitális információ jelfolyam újra összerakásra kerül, majd ezt követően lesz lehetőség digitális módon feldolgozni, tárolni, vagy analóg jellé visszaalakítva megnézni.

Az ilyen jellegű hálózaton keresztüli képtovábbítás számos előnnyel rendelkezik a hagyományos koaxiális rendszerrel szemben. A mai gazdasági versenyhelyzet szükségessé teszi, hogy az adott cég fejlett informatikai rendszerrel legyen ellátva. E nélkül manapság megfelelő, hathatós vállalatirányítás szinte elképzelhetetlen.

Ennek megléte esetén viszont teljesen feleslegessé válik a külön koaxiális hálózat kiépítése, és így jelentős költségek takaríthatók meg. (És ekkor még nem beszéltünk a rendszer rugalmas további bővíthetőségéről.) A hagyományos rendszereknél kamera és monitor-szám, továbbá felhasználói hozzáférés szempontjából a bővíthetőséget a központi egység határolja be. E kapacitás felett egy újabb kamera, vagy hozzáférési pont igénye a teljes videoközpont cseréjét is jelenti. Sokszor pont ez a többletköltség az ami a felhasználót elriasztja a plusz kamera, vagy monitor megrendelésétől, és így nem csak a telepítő esik el a további bevételtől, hanem a CCTV rendszer sem a kívánt mértékben elégíti ki az igényeket.

Az IP hálózatra épült videó megfigyelő rendszer ezzel szemben szinte korlátlan bővítési lehetőséggel bír, legyen ez kamera, vagy további munkahelyi állomás. Egy, már kiépített vállalati hálózati kábel struktúrára ráültetve a rendszert, az egyes bővítések vezetékezési munkálatai is lecsökkennek a hagyományos rendszerhez képest. Míg ez utóbbi rendszernél a kamerákat többnyire mindig a központi egységhez kell kábelezni, addig az IP hálózatra épülő eszközök jeleit elég a legközelebbi szabad hálózati végpontig elvinni.

A további munkaállomások kiépítése is hasonló egyszerűséggel történik. A megrendelő eldöntheti, hogy a hálózatra csatlakozó számítógépek közül melyik legyen jogosult a képek megtekintésére, és ezekre a gépekre feltelepül egy kliens szoftver. A szoftver segítségével a felhasználó kezelői szinttől függően férhet hozzá a kameraképekhez. Hagyományos rendszer munkaállomásokkal történő bővítése egyrészt a központi egység típusától függően limitálva van, másrészt a munkaállomás létrehozása során a központtól kell a kezelőegység és a monitorok kábelét kiépíteni.

Egy meglévő analóg rendszert sem kell teljes egészében leselejtezni. Az IP hálózatra történő átállítás történhet fokozatosan is. A meglévő analóg kamerákat ún. videó szerver eszközökkel illeszthetjük az IP hálózatra.

Ilyen konfigurációt szemléltet a **241. ábra**. A videó szerverig a kameraképek hagyományos koaxiális kábelen keresztül továbbítódnak. A videó szerver a beérkezett képeket digitalizálja, tömöríti és csomagokra bontja. A hálózatra csatlakozó szerver önálló IP címmel rendelkezik.

Következő lépés lehet az önálló IP kamera alkalmazása. Ilyenkor a kamerába kerül beépítésre a képdigitalizáló, tömörítő és a szerver egység is.

A két megoldás kombinációját szemlélteti a **242. ábra**. Ez a készülék nem csak egy önálló IP kamera, hanem a videó szerver funkciót is ellátja. Ezen túlmenően átmeneti pufferként lehetőség van arra is, hogy az eszközben elhelyezett merevlemezre képeket rögzítsünk, és ezt egy későbbi tetszőleges időpontban lekérjük.

A megfelelően tervezett hálózaton keresztül továbbított digitális jelek minősége nem romlik, így nagyobb távolságok esetén is jó minőségű képek állhatnak rendelkezésre. Az Internet felhasználásával az elérhetőség akár az egész világra is kiterjedhet.

A rendszernek most még léteznek hátrányos tulajdonságai is. A megfelelő képminőség eléréséhez törekedni kell a minél jobb minőségű, – a mai tömörítési rátát is figyelembe véve – legalább 100 Mbit/s sávszélességű hálózatok kiépítésére. Nagyobb távolságok esetén ez ma még komoly feladat. A viszonylagosan kis gyártási darabszám miatt az alkalmazható céleszközök árai, még magasabbak az analóg társainál. A kiadható IP címek folyamatosan fogynak, ami igényli egy új, kompatibilis szabvány bevezetését.



242. ábra

13. Videó központok

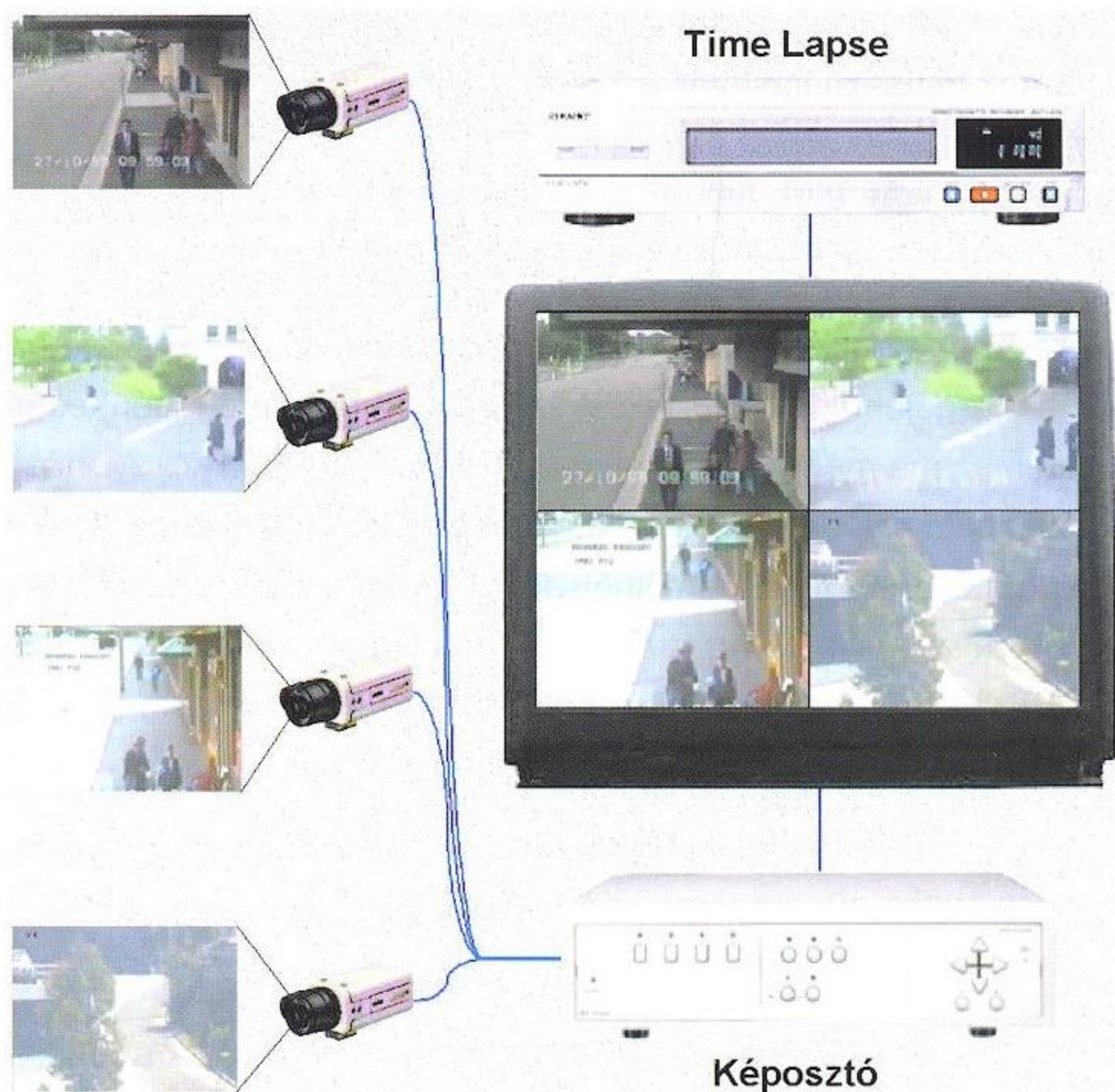
A legegyszerűbb videó rendszer egy optikával felszerelt kamerából, egy monitorból és a kettőt összekötő valamilyen átviteli közegből áll. Amennyiben a kamerák számát akár csak eggyel is megnöveljük -és feltételezzük, hogy a monitornak csak egyetlen bemenete van- szükségünk van egy olyan eszközre, mely képes a többi kamera jeleinek a fogadására és ezek képeinek egyetlen (vagy akár több) monitoron történő megjelenítésére. Ezek az eszközök az ún.: videó központok.

A képek megjelenítése többféle módon történhet. Lehet sorrendi, vagy más néven szekvenciális, osztott képes, vagy ezek kombinációja. A képfeldolgozás és megjelenítés módja szerint több típust különböztetünk meg, melyeknek egyébként a felhasználási területeik is különbözők lehetnek.

13.1 Szekvenciális kapcsolók (switcher-ek)

Közös jellemzőjük, hogy a bemenetükre csatlakoztatott kameraképeket a kimeneten digitalizálás, és többnyire sávhatárolás nélkül, egymás után jelenítik meg (243. ábra).

Az eszköz többféle elnevezéssel rendelkezik. Így használatos az angolból átvett switcher, vagy a magyarra átültetett szekvencer, képváltó, képléptető, illetve a kissé erőltetett sorrendi kapcsoló kifejezés is. A szekvenciális kapcsoló gyártóknak a videotechnikai piacon főként a nyolcvanas években volt számottevő a forgalmuk. Ekkor még a digitális technika fejletlensége miatt képosztásos, vagy multiplexeres elven működő központi egységek nem álltak rendelkezésre.



245. ábra

Mind kapacitásban, mind pedig szolgáltatásban számtalan eszköz található. Így a piacon fellelhető 2,4,8,9,10,12,16,18,24 csatornás eszköz is. Nagyobb csatornkapacitás esetén a kimenetek száma is célszerűen növekszik. Egy 24 csatornás szekvenciális kapcsoló példának okáért már 4 db monitor kimenettel rendelkezik.

A legegyszerűbb kialakításnál a kameraképek képváltási idejét egyetlen közös potenciométerrel lehet állítani. Ezenkívül találhatunk még a bemenetek számával megegyező darabszámban egy-egy kapcsolót, melyekkel az adott kamerakép kivehető a szekvenciából. Ez a funkció jó szolgálatot tehet abban az esetben, amikor munkaidőn túl, vagy éjszaka egyes kameraképek megfigyelésére már nincs szükség. Ilyenkor ezen képek átugrásával sűrűsödik a „fontos” képek megjelenítése.

Az ár növekedésével többnyire párhuzamosan növekszenek a készülékek szolgáltatásai is. Ezek a következők lehetnek:

↳ **Alarm call up** (Riasztás megjelenítés)

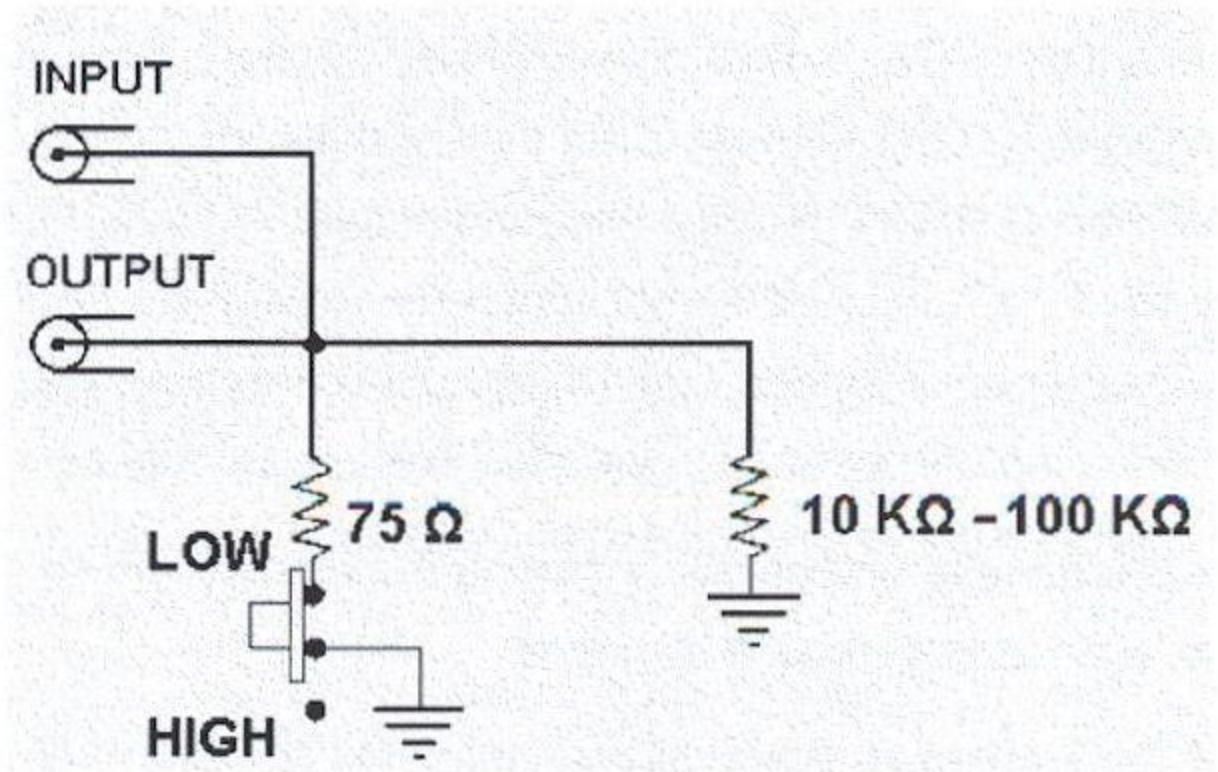
A legtöbb szekvenciális kapcsoló rendelkezik vezérelhető bemenetekkel, melyeken keresztül más egyéb rendszerekhez is kapcsolódhat. A bemenetek vezérlése feszültségmentes kontaktusokkal történik. Egy eszközben többnyire annyi riasztásbemenet található, ahány videóbemenettel rendelkezik. Intelligensebb készülékek-nél a vezérlés normál esetben nyitott (NO), vagy normál esetben zárt (NC) típusa szoftverből választható. Riasztás esetén a normál szekvencia megszakad, és a vezérelt bementhez tartozó kamerakép jelenik meg tartósan a monitoron. Ezt az üzemmódot takarja az „alarm call up” kifejezés. Több monitor esetén az egyik monitoron a képek folyamatosan váltakoznak a beállított követési időknél megfelelően, a másikon pedig egy manuálisan kiválasztott, vagy esetleges riasztójelzéshez tartozó kamera képe jelenik meg. Ezzel a megoldással a riasztáshoz tartozó kép mellett a többi kameraképen zajló esemény is nyomon követhető. A riasztás bemenet mellett találhatunk kimenetet is, amely további egység, pl. videomagnó vezérlésére alkalmas. Több riasztás egyidejű bekövetkezése esetén a második monitoron a riasztáshoz tartozó kameraképek szintén szekvenciális sorrendben jelennek meg. A legtöbb készüléknél ennek a váltakozási ideje azonban a normál állapotéhoz képest eltérhet, amit általában külön menüpontban állíthatunk be.

↳ **Alarm reset** (Riasztás nyugtázás)

A szekvenciális kapcsolók riasztás bemeneteire érkező vezérlés hatására bekövetkező válaszreakció programozható. Ez lehet követő, amikor a riasztáshoz tartozó kép csak addig jelenik meg, amíg a vezérlés is aktív, továbbá a nyugalomba állítása történhet manuálisan, vagy előre programozott idő letelte után automatikusan.

↳ **Looping** (Felfűzés)

A monitorok felfűzése kapcsán már említésre került, hogy törekedni kell a megfelelő impedancia illesztésre, azaz pl. két monitort nem párhuzamosan kapcsolunk a kamerára, hanem ún. hurkolással, vagy más néven felfűzéssel. Ezt a szemléletet kell követni a központi egységeknél is, ha az érkező kamerajeleket nem csupán ehhez az egységhez kívánjuk csatlakoztatni, hanem tovább akarjuk vezetni másik központhoz, monitorhoz,



244. ábra

vagy bármely más eszközhöz. Ilyenkor olyan központi egységet kell választanunk, amelyik alkalmas a hurkolásra. Ezen eszközök hátlapján a bemenetek mellett (alatt) megtalálhatjuk a csatornánkénti kimeneteket is. Továbbhurkolás esetén a helyi impedancia lezárást el kell távolítani. Egyes eszközöknél ez automatikusan, az aljzatba szerelt mikrokapcsoló segítségével történik, míg más esetekben szoftveresen, vagy a készülékek hátoldalán levő kapcsolóval manuálisan választható ki a nagy impedanciás illetve az illesztett állapot (244. ábra).

↳ **Bypass** (Kiiktatás)

Előfordulhat, hogy bizonyos napokon vagy napszakokon az egyes kameraképek megfigyelésére nincs szükség. Ekkor a kamerát bypass állásba kapcsolva az kima-
rad a sorrendi megjelenítésből, így rövidebb idő telik el a hasznos képek ismételt monitorra kerülése között. Egyes eszközöknél ez abban az esetben automatikusan megtörténik, ha valamelyik kamerának a képe megszűnik. Ekkor a riasztójelzés mellett a hibás kamera kiiktatódik a szekvenciából.

↳ **Hold** (Tartás)

E gomb segítségével lehetőség van a szekvencia megállítására és egy tetszőleges kép kiválasztására, folyamatos megfigyelésére. A riasztásnak ebben az esetben is prioritása van, azaz a manuálisan kiválasztott képet a riasztott kamera képe felülírja.

↳ **Dwell time** (Tartási idő)

Az egyszerűbb szekvenciális kapcsolók nem teszik lehetővé az egyes képek tartási idejének külön-külön történő beállítását, pedig erre a legtöbb alkalmazásnál szükség lehet.

Az ún. dwell time kameránkénti beállításával lehetőség van a fontosabb képek hosszabb ideig történő megjelenítésére, míg a kevésbé lényeges képeket rövidebb tartási idővel programozhatjuk.

↳ **REC trigger input** (Felvétel indító bemenet)

Mivel a szekvenciális kapcsoló képváltási sűrűsége, és a kimenetre kapcsolt Time Lapse felvételi sebessége legtöbb esetben nem egyezik meg (pontosabban még, ha meg is egyezik, akkor sem biztos, hogy egymással szinkronban van), ezért előfordulhat, hogy a két egymástól eltérő ütemezés miatt a Time Lapse készülék nem veszi fel minden kameraváltás képét. Ennek elkerülése érdekében szükség van a két készülék szinkronizálására. Némelyik szekvenciális kapcsoló ezért rendelkezik egy speciális bemenettel, melyet a Time Lapse megfelelő kimenetével összekötve, minden egyes képfelvétel előtt utasítja a szekvenciális kapcsolót a képváltásra.

↳ **OSD** (Menü beállítás képernyőn keresztül)

Az egyszerűbb, olcsóbb készülékek nem teszik lehetővé a kameraképek felirattal történő ellátását. Ez nem minden esetben jelent problémát, mivel sokszor a megfigyelt területek jellege igen erősen eltér egymástól, így a kameraképek azonosítása nem nehéz feladat. Léteznek azonban olyan alkalmazások (mint pl. több szintes parkolóház, vagy mélygarázs, liftelőterek, stb.) mikor a képek megkülönböztetése azonosító felirat nélkül igen nehézkes. A mikroprocesszoros készülékek rendelkeznek egy karakter generátorral, mely lehetővé teszi 8-12 karakter hosszúságú azonosító szöveg megjelenítését. További kiegészítő funkció lehet a szöveg képen belüli elhelyezkedésének, valamint színének a meghatározása, és az idő, dátum kijelzése. Ezeknél az eszközöknél már a teljes programozás menü vezérelten történik.

A szekvenciális kapcsolókkal főként rendszer-kiegészítőként, vagy egyszerűbb, olcsóbb videó megfigyelő rendszerek központi elemeként találkozhatunk. Az eszköz alkalmazásának a 80-as évekhez képest, igen nagymérvű háttérbe szorulását az eszköz két igen lényeges negatív tulajdonsága magyarázza, melyet alacsony ára sem tud kompenzálni. Az egyik, hogy a képrögzítés igen nehezen megoldható. Gondoljunk bele, hogy egy 16 kamerás szekvenciális kapcsoló alkalmazása esetén, amennyiben a képváltásokat a leggyorsabb másodpercenkénti váltakozásra állítjuk, akkor is csak 16 másodpercenként kerül ugyanarra a képre a sor, azaz közben az adott kameráról nincs rögzíthető információnk.

A másik probléma is visszavezethető ehhez a tulajdonsághoz, azaz (és ezt személyes beszélgetések is alátámasztják) a megfigyelést végző személy a monitor előtt ülve ún. információéhségben szenved.

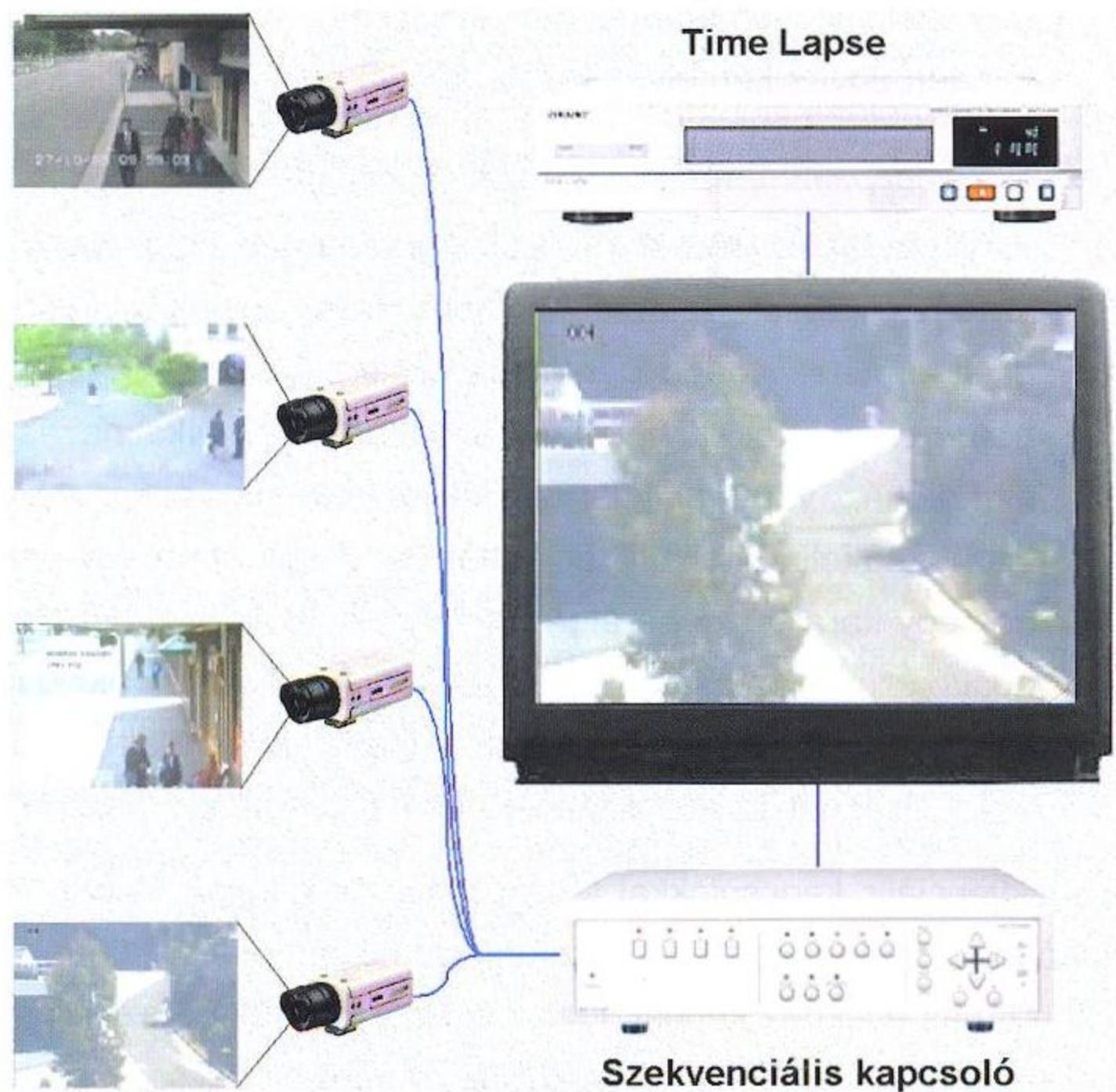
Ez azt jelenti, hogy pl. valamilyen esemény jelentkezik a kettős kameraképen, akkor hirtelen szeretné ezt más kameraállásból is megnézni, vagy egy másik, logikailag az eseményhez kapcsolódó kameraképet kiválasztani. Ezt követően a szekvenciális kapcsoló feladatát átveszi ő maga, és elkezd az általa fontosnak ítélt képek között kapcsolgatni, miközben eszébe jut, hogy már 1-2 perce nem nézte meg a többi képet, így ezeket is beleveszi a manuális szekvenciába és ez így folytatódik, míg el nem fárad.

Egybehangzó igényként jelentkezik a videó rendszereknél az, hogy a képeket ne egymás után, hanem egyszerre jelenítsük meg. Ezt az igényt próbálják kielégíteni a képosztók és a videó multiplexerek, amelyek egy időben több kamera képét képesek megjeleníteni a monitoron.

13.2 Képosztók (splitterek)

A képosztók (splitterek) segítségével lehetőség van több, (általában 4) kamerakép egy monitoron történő megjelenítésére, osztott kép formájában **(245. ábra)**. Ezeket az eszközöket sokan összekeverik a multiplexerekkel, holott a képosztók felépítése lényegesen egyszerűbb, és így áruk is alacsonyabb mint a multiplexereké.

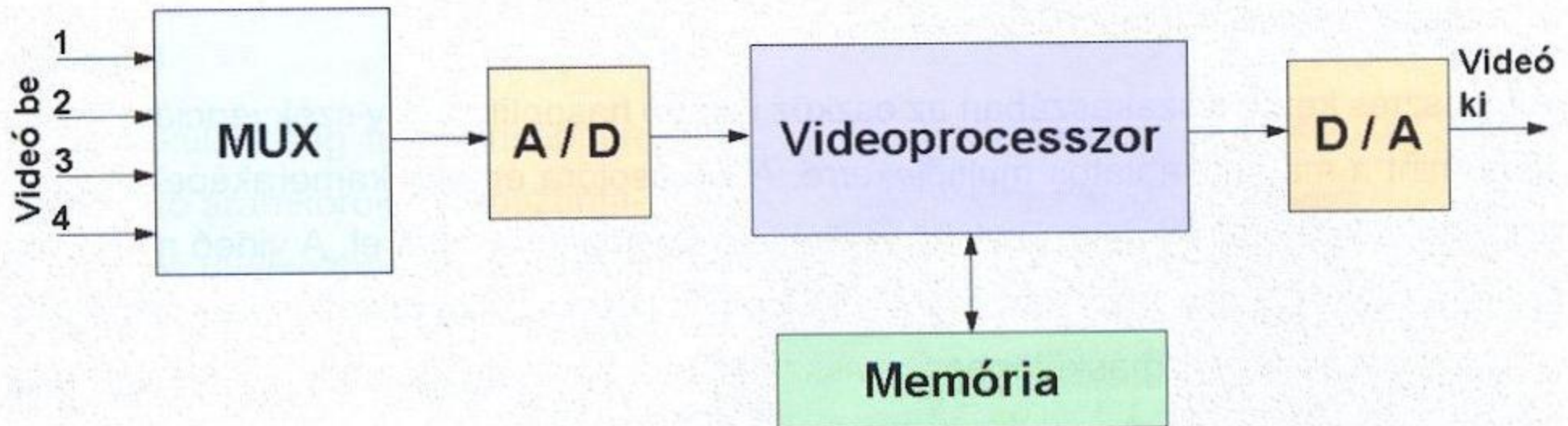
Az osztott kép létrehozása előtt a kamerák képei először egy időosztásos multiplexerre kerülnek, mely mindig csak egy adott képet küld az analóg digitális átalakítóra.



243. ábra

A digitalizálást követően a kamerák képeit letárolják, majd a teljes memória területet egy digitális-analóg visszaalakítás után, egy teljes képen megjelenítik (246. ábra).

A képtömörítés és a csökkentett méret miatt a kép felbontása jelentősen leromlik, ami azt jelenti, hogy egy negyedben ez nem haladja meg a 150-200 TV sort.



246. ábra

A képosztó alapvető különbsége és egyben legnagyobb hátránya, mely megkülönbözteti a multiplexertől, hogy nincs külön dedikált kimenete a rögzítés számára.

Léteznek ugyan olyan képosztók, melyek hátulján találunk **VCR out** és **VCR in** feliratú csatlakozót, de ezen a tömörített osztott kép jelenik meg. Ezt a képet felvéve és vissza játszva a készülék a negyed képet képes teljes méretben megjeleníteni, azonban a tömörített, már említett 150-200 TV soros felbontásban. Nem történik más, mint a negyed kép digitális nagyítása, azaz a pixelek vízszintes és függőleges irányba történő kétszeres nyújtása.

Tekintettel arra, hogy az osztott képes megjelenítés nem ad lehetőséget a képrészletek alapos tanulmányozására, ezért a képosztókat inkább mozgások jellegének figyelemmel kísérésére, és kvázi egyidejű megfigyelésére használhatjuk.

A teljesség kedvéért érdemes megemlíteni, hogy léteznek olyan képosztók is, melyek tartalmaznak egy szekvenciális kapcsolót is. Ebben az esetben lehetőségünk van a váltakozó képek figyelésére és rögzítésére is, természetesen az előző részben megismert hátrányok tudomásul vételével. Ilyen eszköz pl. a duoquad, mely nyolc bemenetére adott videójelet szekvenciában, vagy/és 2x4-es osztásban felváltva jeleníti meg a rendelkezésre álló két monitor kimeneten.

A két monitor kimenet lehetővé teszi, hogy amíg az egyikén megjelenő osztott képen a képeket összefüggésében vizsgáljuk, addig a másik monitoron lehetőség van a képek egész képes, tömörítésmentes nézésére.

A legtöbb két kimenettel rendelkező quad készülék is rendelkezik riasztás bemenetekkel. Ekkor a második monitor kimenet a riasztásba vezérelt bementhez tartozó kamera képét jeleníti meg.

13.3 Multiplexerek

A legsokoldalúbban és általánosan használt analóg videó központ a multiplexer.

Előnye az eddig ismertetésre került központokkal szemben, hogy támogatja a Time Lapse jellegű rögzítést. Mindezek mellett a megfelelő típus alkalmazásával lehetőség van osztott képes megjelenítésre is.

A fejlesztés kezdeti szakaszában az eszköz inkább hasonlított egy szekvenciális kapcsolóra, mint a ma használatos multiplexerre. A kapcsolóra érkező kameraképeket az eszköz egy, a képváltási impulzusok közé elrejtett azonosítóval látta el. A videó magnetofon ezt a jel folyamatot rögzítette. Lényeges volt, hogy a beérkező képek tökéletes szinkronban legyenek egymással, máskülönben a visszajátszás során minden átkapcsoláskor a szalagot továbbító szervo áramkör kiesett volna a szinkronból.

A képek visszajátszása természetesen a multiplexeren keresztül történt és történik ma is, hiszen e nélkül csak gyors szekvenciában váltakozó képsorozatot látnánk a monitoron. A multiplexer azonban felismeri a kameraképbe elrejtett azonosítót és így képes arra, hogy a szekvenciából mindig csak a kiválasztott képet jelenítse meg folyamatosan. Ezt a kódolási és azonosítási procedúrát a felírásnál az ún. enkóder, (encoder) míg visszajátszásnál dekóder (decoder) végzi.

A régi készülék, mikor a visszajátszás során felismerte a kiválasztott kameraképet, kikapcsolta a monitorra, majd ezt követően amíg a szalagról a nem kívánt képek érkeztek, egy egyszerű szürke képet jelenített meg a monitoron.

A fejlesztés következő állomása a digitális memória bevezetése volt, amikor a kiválasztott kép egy memóriában is eltárolódott, így a nem kívánt képek lejátszásának ideje alatt a monitoron ez a digitálisan letárolt képkocka került megjelenítésre.

Itt is lényeges volt a beérkező képek szinkronitása, mivel az enkódolás során nem volt digitalizálás csak a dekódolásnál. Ennél a megoldásnál (amivel még ma is gyakran találkozhatunk) egy olcsóbb enkóder, és valamivel drágább dekóder áramkör került beépítésre.

A szinkronizálatlan kameraképek használatát a két félképes tárolás teszi lehetővé, melynek bevezetése a multiplexerek fejlődésének a következő állomása.

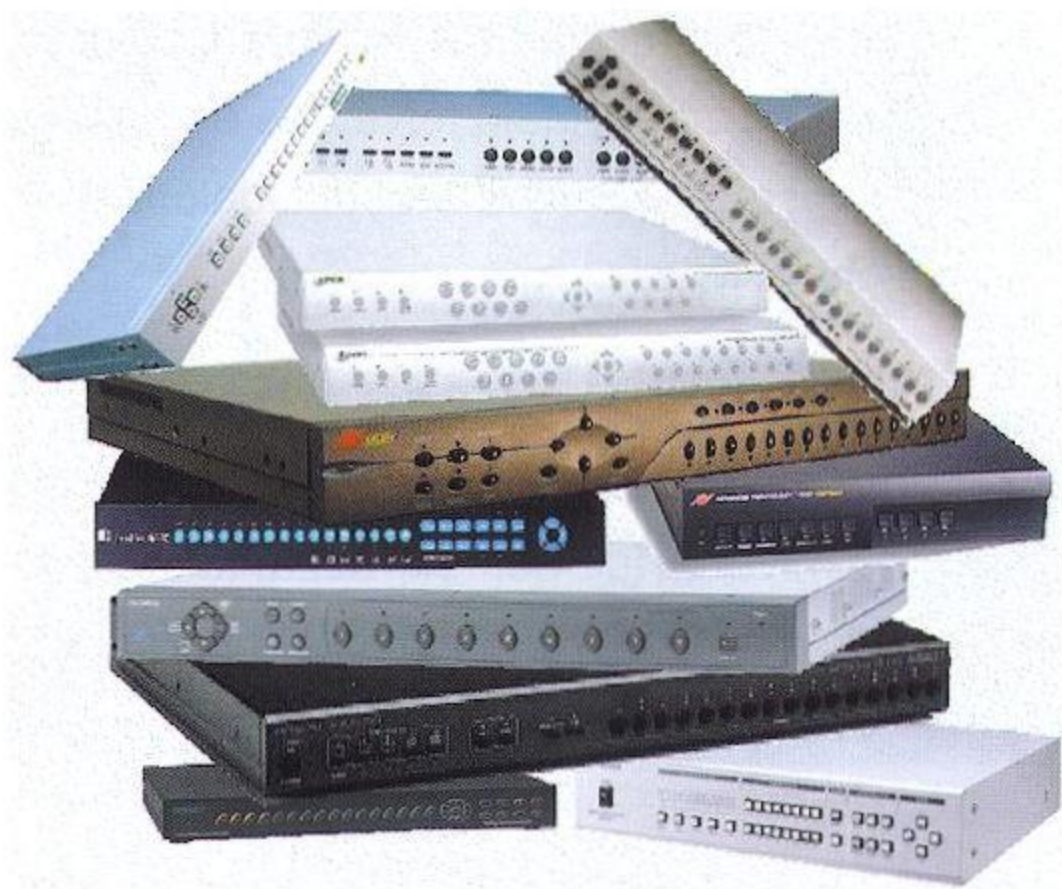
Ebben az esetben már a rögzítés számára küldött enkódolt képek is digitális tárolóból kerülnek kiolvasásra. A két félképes tárolás lényege, hogy az időben elsőnek letárolt kép addig nem kerül kiírásra, míg az átkapcsolást követően beérkező következő kameraképről nem sikerül fázishelyes képet letárolni. Ezt az időt többnyire 20-25 ms-ban maximálják, ugyanis ez idő alatt meg kell érkeznie a következő félképnek. A visszajátszás során

a megjelenítésnél is használják a digitális tárolást a fentebb leírtak szerint. Ez utóbbi eljárást használja a videó multiplexert gyártók zöme.

Mivel mind az enkódolásnál, mind pedig a dekódolásánál szükség van a digitális tárolóra, így az ilyen multiplexerek árai is magasabbak. A két digitalizáló funkciót ugyanazon áramkör is el tudja látni, ekkor azonban a rögzítés és lejátszás egy időben nem lehetséges.

A lényegi különbség tulajdonképpen a digitalizáló áramkörök darabszámában van. Így találkozhatunk szimplex, duplex, full duplex és triplex kialakítással, amelyeknél az eszközökben található digitalizáló áramkörök száma és ezzel párhuzamosan az árak is a felsorolásnak megfelelően növekszik (247. ábra).

Mivel a felsorolt típusok értelmezésében elég kaotikus állapotok vannak, ezért nézzük meg, hogy mit is takarnak ezek a kifejezések:



247. ábra

↳ Szimplex

A szimplex (simplex) multiplexer az egyik legegyszerűbb típus, korlátozott felhasználási területtel. Egyetlen digitalizáló áramkörrel rendelkezik, melynek kihasználása több célra engedélyezett. Lehetőség van az áramkört osztott (digitalizált) képes megjelenítésre, vagy enkódolásra (rögzítésre), vagy dekódolásra (visszajátszásra) használni. A hangsúly a vagy szócskán van, ugyanis egy időben csak egy funkció választható, azaz például az egyszerre történő enkódolt rögzítés és osztott képes megjelenítés nem lehetséges. Így rögzítés esetén, csak szekvenciális képmegjelenítés áll rendelkezésre. Praktikus felhasználási terület, amikor nincs igény a felvétel melletti osztott képes megjelenítésre, illetve amennyiben a felvételt nem szabad rövid időre sem megszakítani, és a képek visszajátszására rendelkezésre áll egy másik készülék is.

↳ Duplex

A duplex multiplexereknél már lehetőség van az egyidejű enkódolásra (felvételre), és az osztott képes megjelenítésre. Néhány duplex multiplexernél a második digitalizáló áramkört felhasználhatjuk a folyamatos felvétel melletti dekódolásra (visszajátszásra), egy második videomagnó üzembe állításával.

Ebben az esetben nincs lehetőség osztott képes megjelenítésre, mivel az egyik áramkört az enkódolásra, míg a másikat a dekódolásra használjuk. Ez az eszköz kiválóan alkalmas az osztott képes megjelenítés és rögzítés egyidejű biztosítására.

Amennyiben a rögzítés mellett a felvételek visszajátszása során igény az osztott képes megjelenítés, akkor erre a célra ez a készülék sem megfelelő.

↳ **Full duplex**

A full duplex multiplexer már három digitalizáló áramkört tartalmaz, így itt már lehetőség van az egyidejű felvételre és visszajátszásra, valamint az osztott képes megjelenítésre. Az egyik legsokoldalúbban használható készülék, mely szinte már majdnem minden igényt kielégít.

↳ **Triplex**

Lehet még fokozni? Igen. A triplex multiplexer rendelkezik mindazon tulajdonsággal, amivel a full duplex, azzal kiegészítve, hogy az osztott képes megjelenítést nélkülözve, és ezen digitalizáló áramkört felhasználva lehetőség van egy harmadik rögzítő berendezés alkalmazására, így a kameraképeket megosztva tudjuk rögzíteni.

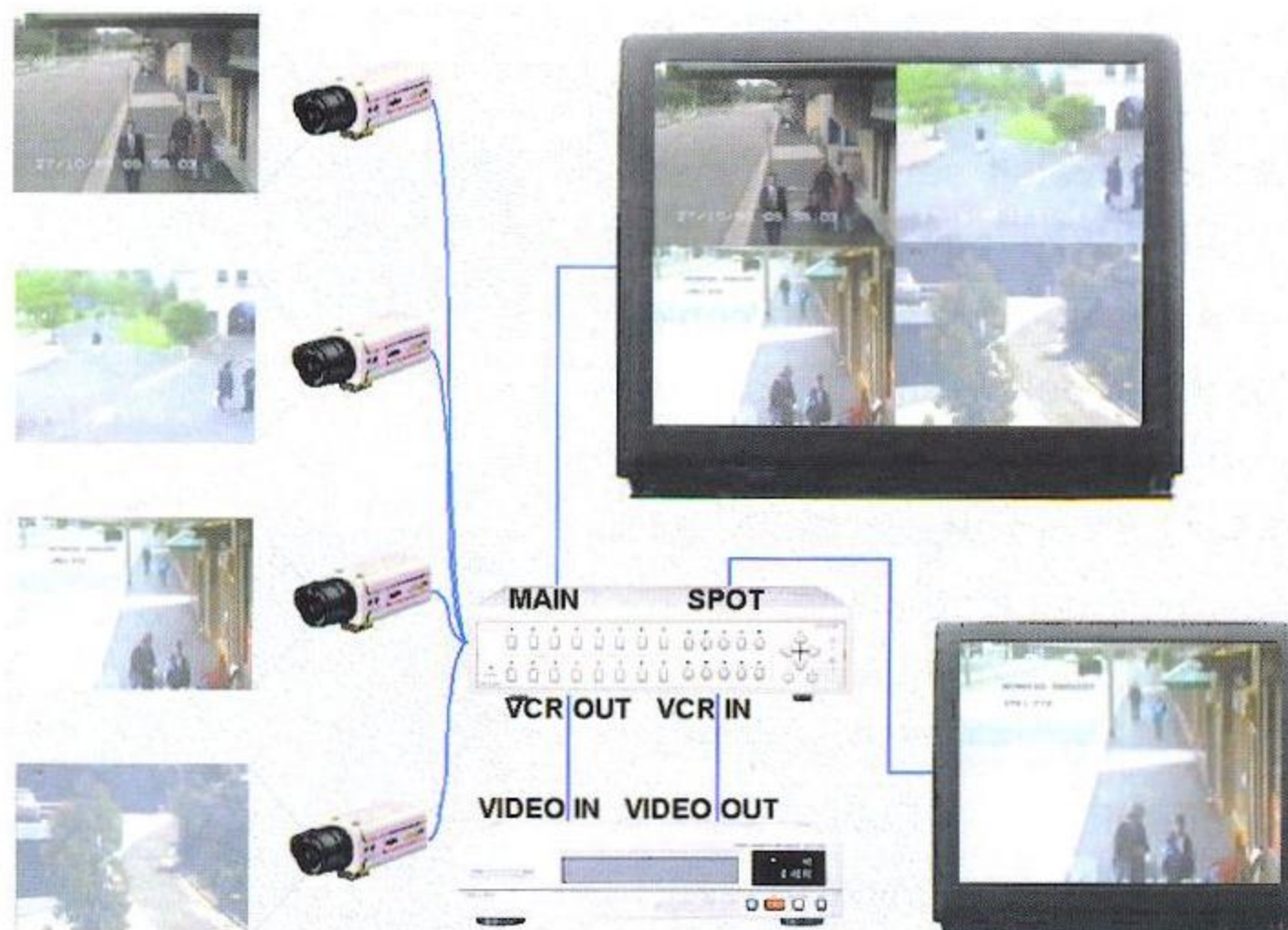
A típusok ismertetése után nézzük meg, hogy hogyan is történik a képek azonosítása az enkódolás és a dekódolás során. Mint az már említésre került, a régi multiplexereknél a képváltási időt használták ki a képazonosítók elhelyezésére. Nincs ez másképp a ma használatos multiplexereknél sem. A képszinkron idejébe kerül a digitális azonosító elrejtésre. Egy soridőt 8 egyenlő részre osztanak fel. Megegyezés szerint (és ez gyártónként sajnos különböző is lehet) a fekete szintet jelölik ki a nullának, míg a fehéret egynek, vagy fordítva. Ezzel a megoldással a 8 szektor segítségével összesen 256 féle cím adható meg. Ezt a sornyi digitális adatot a megfelelő adatbiztonság érdekében minimum még egyszer megisméttlik. A multiplexer bemeneteinek elvi korlátját tulajdonképpen a maximális címérték határolja be. A legtöbb multiplexer gyártó nem is tartja fent az összes lehetséges címet, hanem csak az első 32-t használja azonosításra, míg a megmaradt bitekkel hiba korrekciós adatokat kódolnak.

A különböző gyártótól származó készülékek a különböző megoldások miatt nem kompatibilisek egymással. A készülék adatlapján többnyire feltüntetik, hogy melyik más cég termékével enkódolt felvételeket képes az eszköz dekódolni és fordítva.

A hátlapon többnyire két monitor kimenetet találhatunk. Az egyik megnevezése Main, azaz Fő, míg a másik a Spot, melynek magyarra történő fordítása (mint pl. azonnali monitor) elég értelmetlen, ezért maradjunk inkább a szintén néhány multiplexer által használt LIVE, azaz élőkép fogalomnál.

A működést tekintve a MAIN monitoron van lehetőségünk a digitalizált képek megjelenítésére teljes (de digitalizált, azaz többnyire behatárolt felbontású), vagy osztott formátumban.

A képosztás különböző módon történhet. Egy 16 csatornás multiplexernél, pl. akár a két képes kép a képben (Picture in Picture, PIP) megjelenítéstől, a 16 db tizenhatod méretű kép egyszerre történő megjelenítéséig, számos variációban kirakhatók a képek a monitorra. A legtöbb multiplexer-



248. ábra

nél az osztott kis képek helye sem fix, azaz pl. az 1-es kamerakép tetszőlegesen megjeleníthető a bal alsó, vagy a jobb felső negyedben is.

Mivel a MAIN monitoron megjelenő osztott képeken a mozgás a multiplexálás miatt nem folyamatos, hanem kissé szaggatott, illetve felbontása némi kívánnivalót hagy maga után, ezért a képek, illetve cselekmények részletes megvizsgálása többnyire nem erre a kimenetre kapcsolt készüléken történik.

A SPOT monitoron láthatjuk a tömörítésmentes, és így természetesen teljes megjelenítésű kameraképeket. Ezeknek a megjelenítése történhet programozható tartásidejű szekvenciában, vagy manuális kiválasztással, így cselekmények megfigyelésére kiválóan alkalmas.

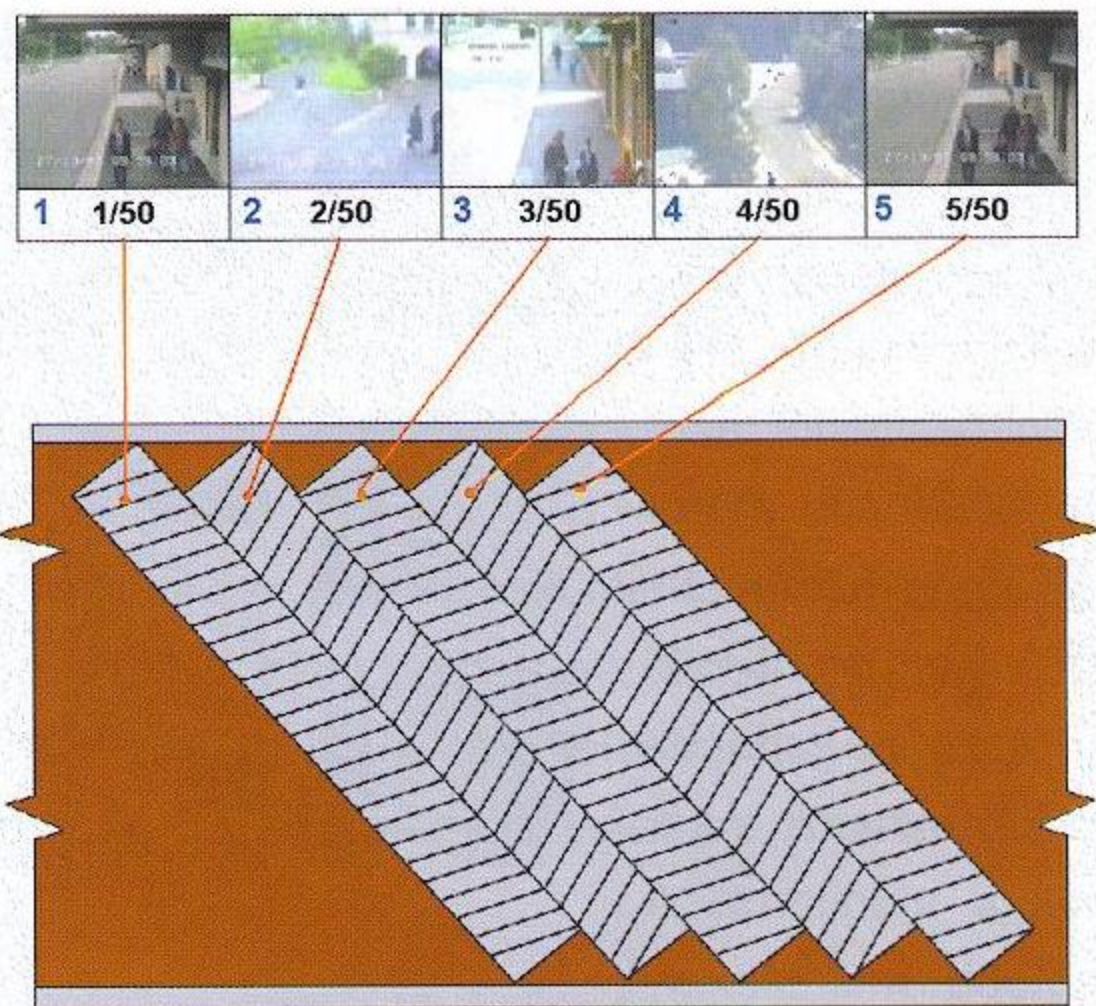
Kellően sokat foglalkoztunk már az enkódolás és dekódolás kérdéskörrel, a teljes megértés érdekében azonban vizsgáljuk meg még egyszer a rögzítés módját.

A multiplexer tehát ún. dedikált ki-, és bemenettel rendelkezik a Time Lapse részére **(248. ábra)**. Ez azt jelenti, hogy a VCR IN bemenetre csatlakoztatjuk a rögzítő kimenetét, míg a VCR OUT kimenetre a VCR IN bemenetet.

A multiplexer a VCR kimenetre enkód üzemmódban, egy szekvenciában váltakozó képsorozatot kapcsol ki. A képváltás gyorsasága annak függvénye, hogy a multiplexert milyen rögzítési sebességre programoztuk.

Nem tévedés! A Time Lapse rögzítési sebességével megegyező üzemidőt kell beállítani a multiplexernél is. Ekkor a képek váltakozási üteme megegyezik a Time Lapse-nál már megismert felvétel ütemével. Amennyiben a két készüléken beállított üzemmód eltér egymástól, úgy előfordulhat, hogy egyes kameraképekről egyáltalán nem, vagy csak nagyon ritkán lesz felvételünk.

Normál felvételi sebesség esetén, minden félkép egy kameraképnek felel meg. Azaz a másodpercenként rögzített képek száma 4 csatornás multiplexer alkalmazása esetén $50/4=12,5$ (**249. ábra**). Ebből látható, hogy minél több bemenetet rögzítünk, annál ritkábban történik meg a képek rögzítése. Az általánosan alkalmazott 16 csatornás multiplexer esetén egy kamerára vetítve, már csak alig 4 kép rögzítése történik másodpercenként. Ez adott szituáció elemzésére elég lehet, de gondoljunk bele, hogy a rögzítés



249. ábra

normál sebességnél történik. Az általánosan használt 24 órás üzemmódban már csak 1,4 kép, míg 72 órás üzemmódban már csak 0,5 kép rögzül másodpercenként. A képek rögzítési gyakorisága, azaz, hogy másodpercben mérve milyen sűrűn történik egy ugyanazon képnek a rögzítése, az alábbi képlettel számolható:

$$\text{Ugyanazon kép ismétlési ideje} = \frac{\text{Time Lapse rögzítési ideje} \cdot \text{Kamera darabszám}}{150}$$

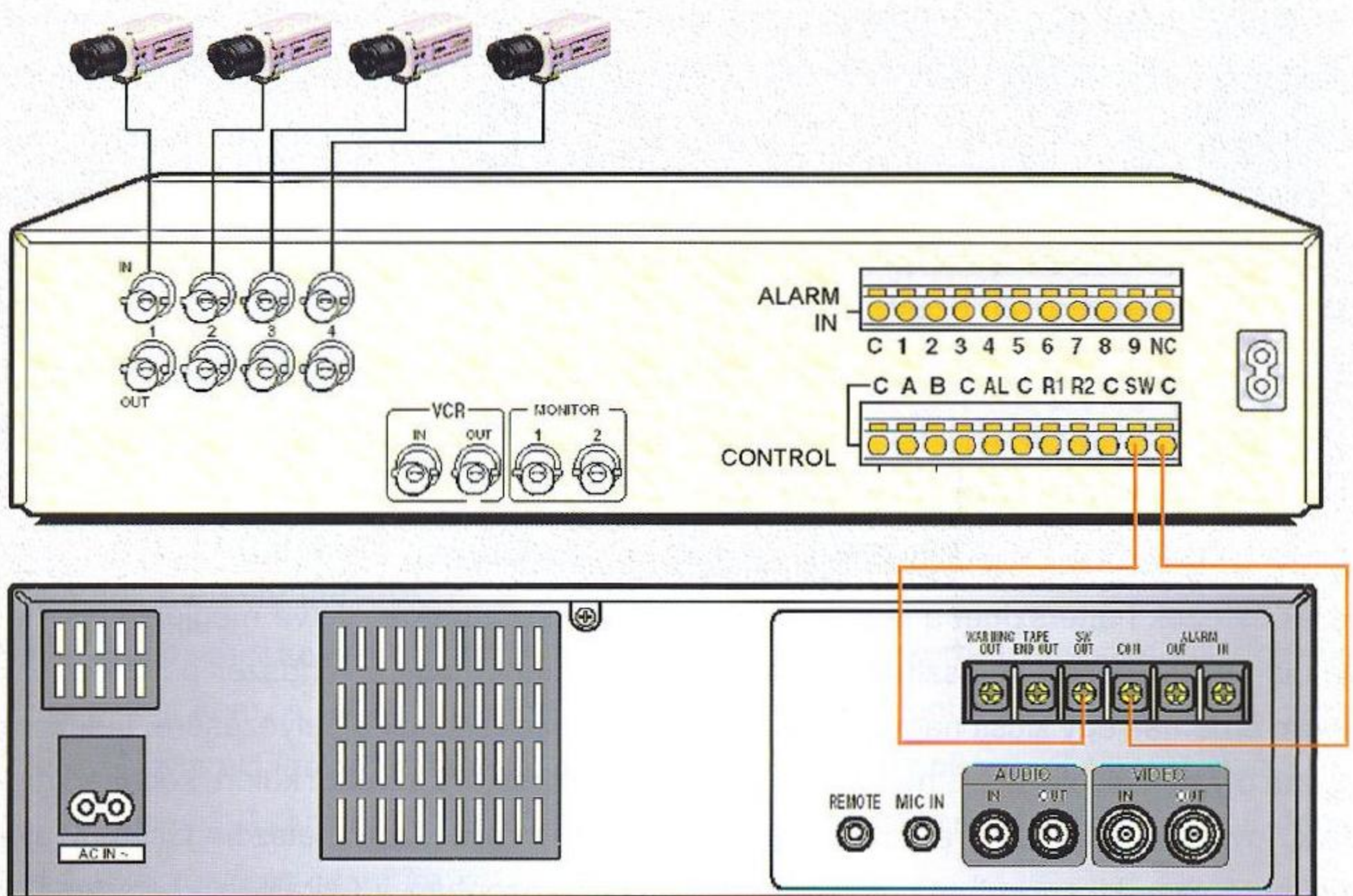
Így például egy 16 kamerás rendszer esetén egy kameraképről:

$$\frac{(72 + 3) \cdot 16}{150} = 8$$

azaz nyolc másodpercenként lesz egy félképnyi rögzített információ 72 órás üzemben. Ez bizony már túl ritka ahhoz, hogy ebből cselekményeket rekonstruáljunk. Éppen ezért a Time Lapse-khez hasonlóan a multiplexer is vezérelhető riasztás jellel.

Az alarm bemenetre adott vezérlés hatására a multiplexer 3H (néhány készüléknél ez sem fix, hanem programozható) üzemórára áll át, és így a VCR kimenetre adott szekvenciálisan pörgetett kép megjelenítése másodpercenként 50-szer történik meg.

Nagyon sok telepített rendszernél tapasztalható, hogy ez a kettős vezérlés nem történik meg. Azaz a Time Lapse készüléket többnyire rákötik az alarm jelre, de a multiplexert már nem. Ennek következtében a vezérlés hatására a rögzítő rögzítési sebessége felgyorsul ugyan a másodpercenkénti 50 félképes sebességre, de a multiplexer marad az eredeti üzemmódban. Így pl. 72 órás üzemmódban a készülék csak minden fél másodpercben változtatja a VCR kimenetén a képeket, tehát lesz 25 darab egymáskövető képünk az 1-es, majd 25 darab a 2-es, és így tovább a többi kameraképekről. Hiába gyorsult fel a Time Lapse, ugyanazon képről az előbb említett képlet szerint lesz csak újabb információnk.



250. ábra

A két készüléket nem csak riasztás esetén kell egymáshoz szinkronizálni, hanem normál működési feltételek esetén is, hiszen a fenti példa alapján az sem szerencsés, ha a Time Lapse pl. 24 órás, míg a multiplexer 72 órás üzemmódban működik. A szinkronitásból adódó problémákat elkerülhetjük jó néhány készüléknél. A legtöbb multiplexer ugyanis rendelkezik egy speciális bemenettel (SW IN), melyet a rekorderrel összekötve (SW OUT), mindig a megfelelő időben fog megtörténni a képváltás (**250. ábra**). A Time Lapse minden egyes képrögzítést követően egy 5V-os négyszögjelet küld a multiplexer (vagy más egyéb központi berendezés) felé, ezzel utasítva a képváltásra.

A legtöbb rögzítő ezt a képességét normál, másodpercenként 50 félképes rögzítésnél is megtartja. Amennyiben ez az opció mindkét készüléken megtalálható, akkor feltétlen érdemes ezzel a lehetőséggel élni.

A fontosabb képek sűrűbb rögzítésére szolgál az a programozható kialakítás, hogy a képeknek különböző prioritásokat adunk. A magasabb prioritású képek a szekvencián belül többször szerepelnek mint az alacsonyabbak. Azaz a sorrendi 1,2,3,4,5,6,7, stb. szekvenciát például a 6-os magas prioritású kamerakép a következő szerint módosítja: 1,6,2,6,3,6,4,6, stb. Így tehát erről a képről sűrűbben készülhetnek a felvételek. A legtöbb készülék rendelkezik beépített mozgásérzékelővel is. Ekkor a prioritás jelet adhatja a mozgásérzékelő is, azaz mozgás esetén az adott kép fog sűrűbben szerepelni a szekvenciában. Amennyiben minden kamera képtartalma változik, vagy mindegyik kameraképnek magas prioritást adunk, akkor a szekvencia a normál 1,2,3,4,5,6, stb. módon fog alakulni.

A multiplexerekkel viszonylag nagy rendszerek alakíthatók ki, mivel jó néhány gyártó lehetővé teszi ezek összekötését. Ezzel a megoldással 4,8, vagy akár 16 multiplexert összekötve, lehetőség van ezeket közös kezelőről vezérelni.

A legtöbb gyártó ugyancsak kialakítja a mozgatható egységek vezérlési lehetőségét is. Ez az opció többnyire sajnos csak a saját gyártmány családra vonatkozik, viszont élve a lehetőséggel, egy jól kiépített, és jól kezelhető rendszer valósítható meg.

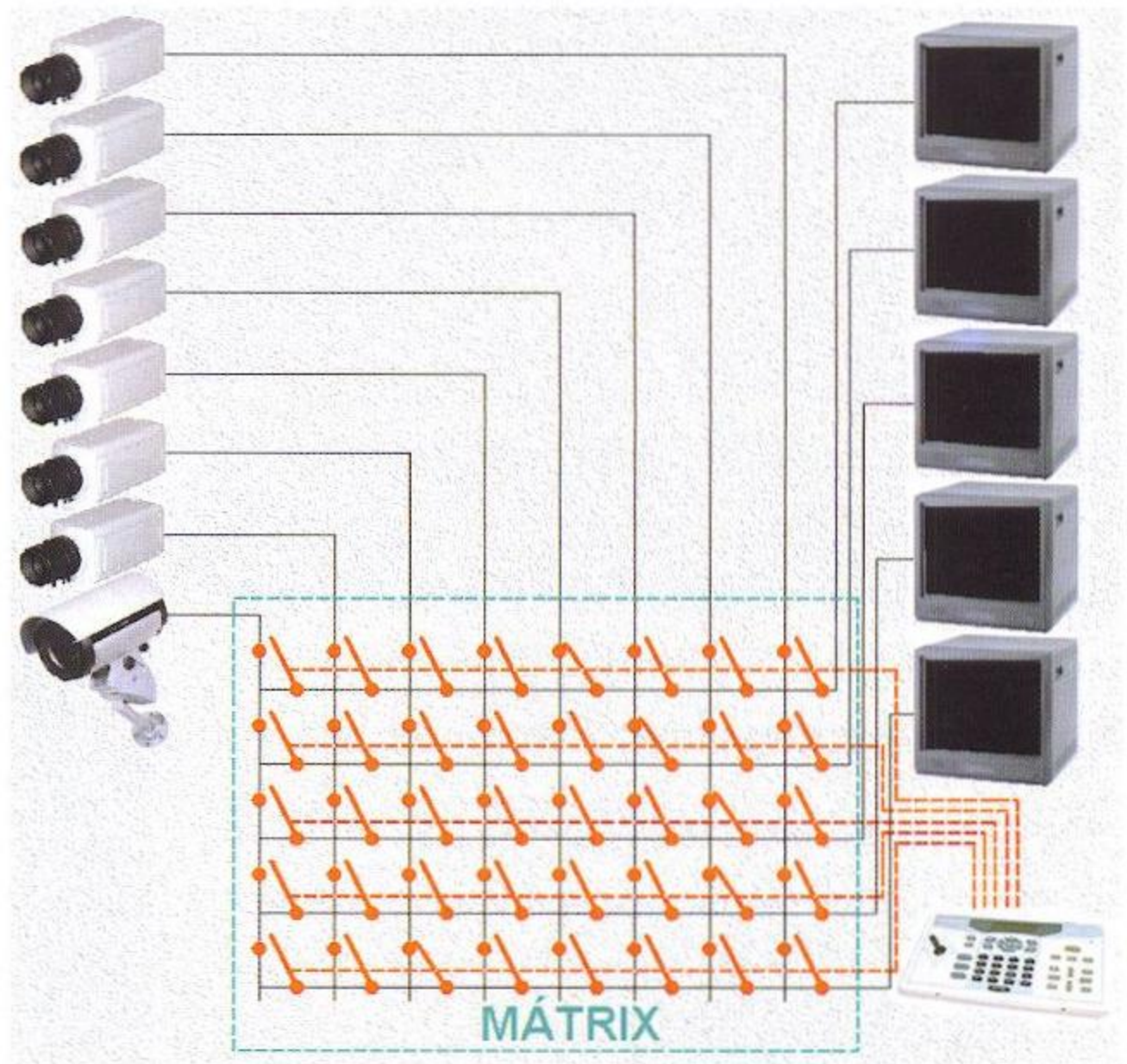
Természetesen ezek a készülékek is rendelkeznek karakter és idő generátorral. A karakterek és ezek háttérszínei a legtöbb készüléken változtathatók, illetve megjelenítési helyei is tetszőlegesen választhatók. Fontos megemlíteni, hogy a rendszer beüzemelése során érdemes egy kicsit nagyobb figyelmet fordítani a feliratok elhelyezésére. Léteznek ugyan olyan multiplexerek, melyek a kamera azonosító karaktereket külön, kódoltan rögzítik, így visszajátszáskor a felirat nem a kép szerves része, azaz tetszőlegesen megjeleníthető vagy kikapcsolható. A legtöbb multiplexer azonban a feliratokat „beleszövi” a képbe és a képpel együtt kerül rögzítésre. Visszajátszáskor már a kép szerves része, így ez már nem kapcsolható ki.

Ha lenne CCTV-s Murphy könyv, akkor abban biztos szerepelne, hogy az azonosítani kívánt személy soha nem a kamerába néz, ha viszont mégis, akkor a fejét pont a felirat takarja el. A való életben ez a jelenség sajnos nem egyszer előfordult, azaz pont a felirat takart el igen fontos képrészletet. Ennek elkerülése érdekében a feliratokat lehetőleg minimalizálni kell. Amennyiben a felirat nem hordoz különleges információt, illetve a kép e nélkül is könnyen azonosítható, akkor a megnevezés akár el is hagyható, vagy sorszám-mal helyettesíthető. Kerülni kell, hogy a Time Lapse és a multiplexer is ellássa dátum és idő felirattal a képet.

Általános gyakorlat, hogy az idő feliratot a Time Lapse „bélyegzi” a képre, mivel ezen a készüléken az óraállítások egyszerűbben elvégezhetők a felhasználó részéről.

13.4 Mátrixok

A mátrixokat nagyobb, több kamerás és monitoros rendszerek központjaként használhatjuk. A nevét a mátrix formában elrendezett be- és kimenetekről kapta. Ezt a kialakítást szemlélteti a **251. ábra**. A függőlegesen beérkező kamerajeleket a piros színnel ábrázolt kapcsolókkal tehetjük ki bármely kimeneti monitorra. A felépítésből is kitűnik, hogy a mátrix nem tartalmaz digitalizáló áramkört. Ebből kifolyólag osztott kép megjelenítésére



251. ábra

nincs lehetőség. Ugyanez miatt nem támogatja a multiplexerhez hasonló enkódolásos képrögzítést sem. A teljesség kedvéért érdemes megemlíteni, hogy ezt az utóbbi, igen sokszor felmerülő igényt néhány termék teljesíteni tudja, így pl. van olyan viszonylag kevés (16, vagy 32) kamera bemenettel rendelkező mátrix, mely rendelkezik dedikált kimenettel a képrögzítés számára.

Mint az már a bevezetőben is említésre került, a mátrixokkal igen nagy rendszerek is kialakíthatóak. A rendszer nagyságát a kamera be-, és monitor kimenetek számával jellemezzük. Így például a 64/16-os rendszer 64 kamera bemenetet és 16 monitor kimenetet takar, de létezik 1024/128, vagy még ennél több kamera fogadására és monitor meghajtására képes központi egység is.

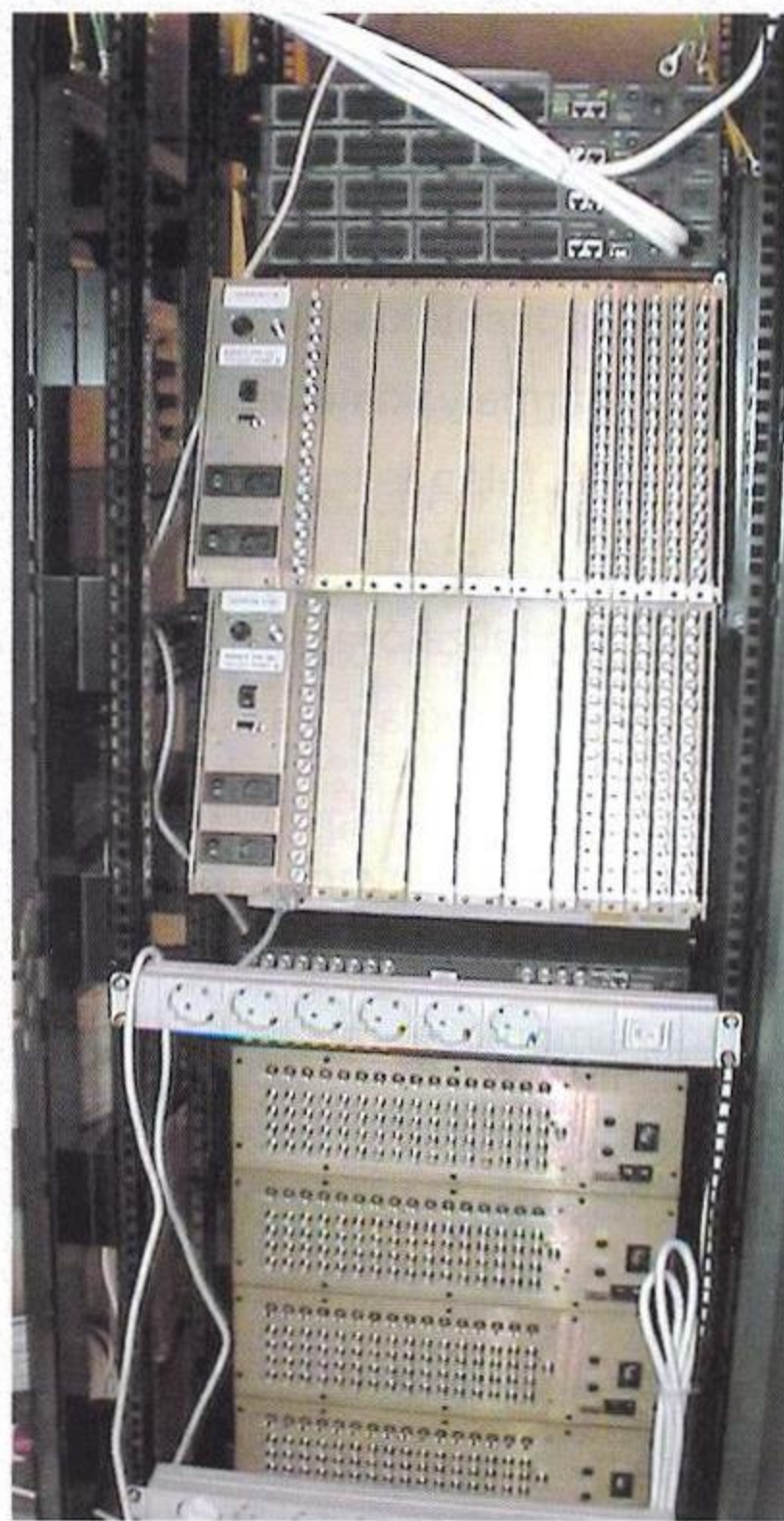
Alapvetően kétfajta rendszer kialakítási struktúra ismeretes. A centralizált (központosított) kialakításnál az összes kamera, monitor és kezelő egység egy nagy központi mátrixhoz csatlakozik. Amennyiben több megfigyelő és kezelő helyet kell kialakítani, akkor a központi mátrixtól kell a monitorokat és a kezelőt elvezetékezni.

Ez abban az esetben igen komoly távolságokat is jelenthet, ha a kamerák és a kialakítandó munkahely egymáshoz képest ugyan közel vannak, viszont a központi mátrixhoz (és természetesen az ott is kialakított megfigyelő helyhez) képest távol. Ebben az esetben szerencsés ún. osztott (disztributed) rendszert alkalmazni. Ennél a kialakításnál a központi processzorhoz optikai kábelen keresztül csatlakoznak a helyi kis mátrix központok. A kameraképek a lokális kis mátrix központokba futnak be és innen kapják a jelet a monitorok is. Szintén ehhez a központhoz csatlakozik a helyi kezelő egység is. A központi processzor „látja” és vezérelni képes a felfűzött összes mátrixot, valamint ezen túlmenően az optikai összekötésnek köszönhetően lehetőség van a képek centralizált megjelenítésére is.

A mátrix kialakítását tekintve lehet asztali és rack-es kivitelű is. Tekintettel a többnyire nagy bemenet- és kimenetszámra, főként inkább ez utóbbi a jellemző. Ilyen kivitelűt szemléltet a **252. ábra**, ahol a rack szekrény hátulról látható.

A mátrix modul-szerűen épül fel. Ez nem csak az alapegységre értendő, melynél a kamera be- és monitor kimenetek kártyánként bővíthetők, hanem a rendszer funkcióinak teljes körű kihasználásához számos kiegészítő egység is csatlakoztatható. Ezek közé tartozik a kamera-mozgatást, zoomolást és fókuszálást is lehetővé tevő telemetria vezérlő egység, mely koaxiális kábelen keresztül, vagy különálló csavart érpáron küldi a vezérlő parancsokat a kamera mellé felszerelt fogadó egységnek. Amennyiben a mozgató egység képes rá, akkor lehetőség van ún. prepozíciók programozására is. Ez tulajdonképpen a különböző pozíciós beállítások, és a hozzájuk tartozó zoom, esetleg fókusz és írisz állapotok memóriában történő tárolását jelenti, hasonló módon a néhány gépjárműben lévő programozható elektromos üléshez. Szintén a kiegészítő egységek közé tartozik a riasztásokat fogadó modul.

Ennek segítségével programozhatók a riasztás hatására bekövetkező képszekvenciák, prepozíciós kamera beállítások, vagy adott monitoron történő képmegjelenítések.



252. ábra

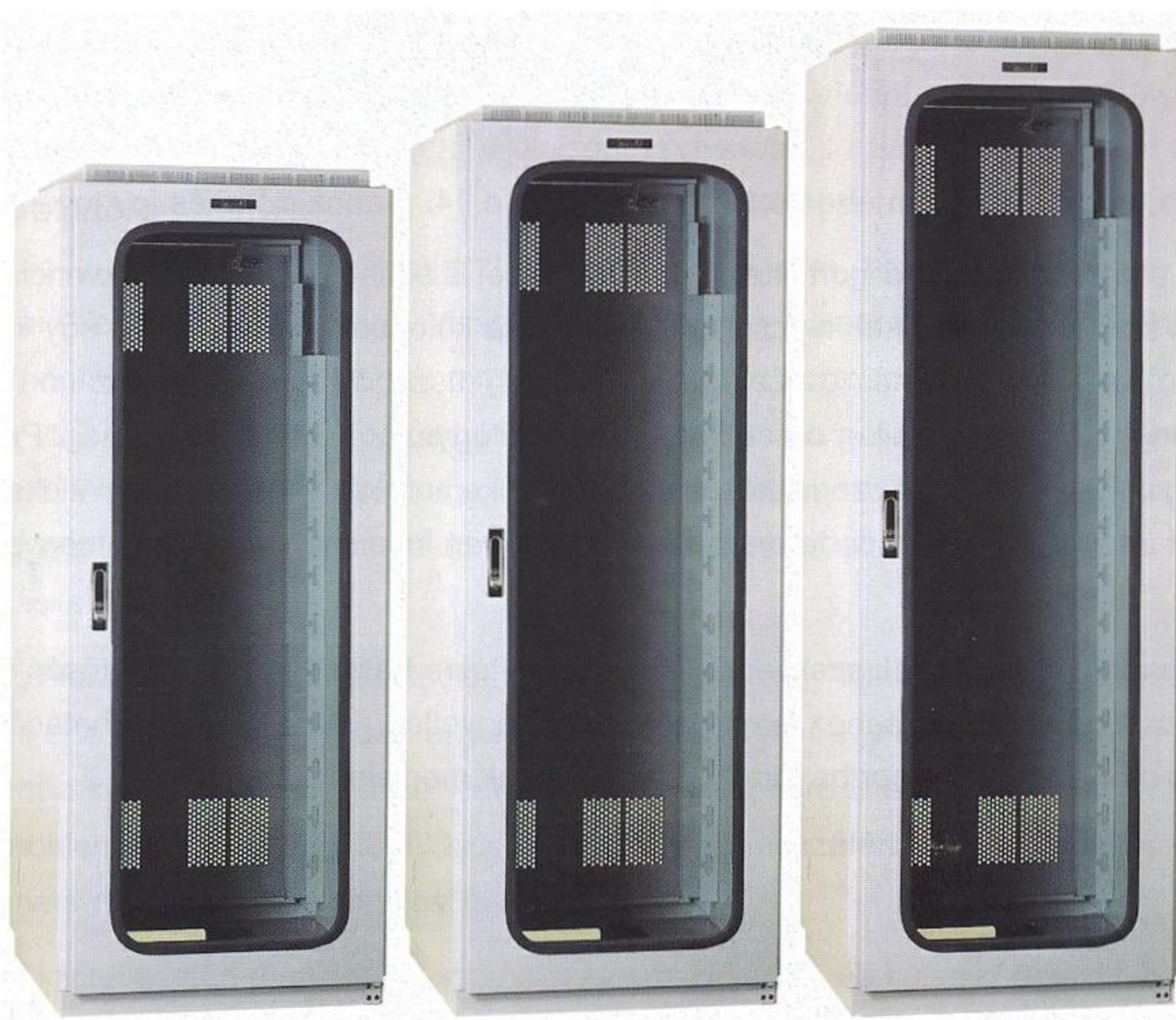
A rack-be szerelhetők még videó jelerősítők, relé kimenetek, szünetmentes tápegységek és a megfelelő szellőzést biztosító ventilátorok is (253. ábra).

A különböző konfigurációs lehetőségek miatt a részegységek számtalan variációban állíthatjuk össze. A rack szekrények ezért több méretben is rendelhetők (254. ábra).

A méret kiválasztásánál ügyeljünk arra, hogy a részegységek kényelmesen, szellősen legyenek elhelyezhetők. Így a telepítés során a különböző bekötéseket könnyebben fogjuk tudni elvégezni, egyszerűbbé válik a szervizelhetőség és elkerülhetjük a rendszer túlmelegedését.



253. ábra



254. ábra

A mátrix vezérlése asztali kivitel esetén az előlapon elhelyezett gombokkal, vagy (rack-es kivitel esetén mindig) kezelő egységről történik **(255. ábra)**. A rendszer több kezelő fogadására is képes. A kezelők különböző prioritásúnak programozhatók. Így elkerülhető, hogy ugyanazon mozgatható kamerát két operátor egyszerre vezéreljen.



255. ábra

A programozással külön munkahelyeket lehet kialakítani, melynek során a rendszer akár egymástól több független részre is osztható. Ennek során pl. megoldható, hogy az 1-es kezelőhöz tartozzanak pl. a 1-8 monitorok, míg a 2-eshez a 9-16 monitorok. Az 1-es kezelő ne férjen hozzá csak a 1-32 kameraképhez, míg a 2-es kezelő a 33-64 kamerák képeihez. Mind a monitorok, mind pedig a kamerák hozzáférései között lehet átfedés is, ekkor a kezelő prioritása dönti el, hogy az adott monitoron melyik kép jelenhet meg.

A képmegjelenítés lehet folyamatos, vagy szekvenciába szervezett. A különböző monitorokon más és más sebességgel „pöröghetnek” a képek. Itt is lehetőség van a fontosabb képek hosszabb ideig történő megjelenítésére, míg a kevésbé fontosaknak rövidebb tartási idő adható. Egyes mátrixoknál lehetőség van a mozgatható kamerák prepozícióinak szekvenciába történő szervezése is. Ez azt jelenti, hogy pl. az 1-es kamerát követően megjelenik a négyes kamera 1. prepozíciója, majd a 5. prepozíciója, majd a 8-as kamera, ezt követően ismét a négyes kamera, de a 14. prepozíciója, és így tovább.

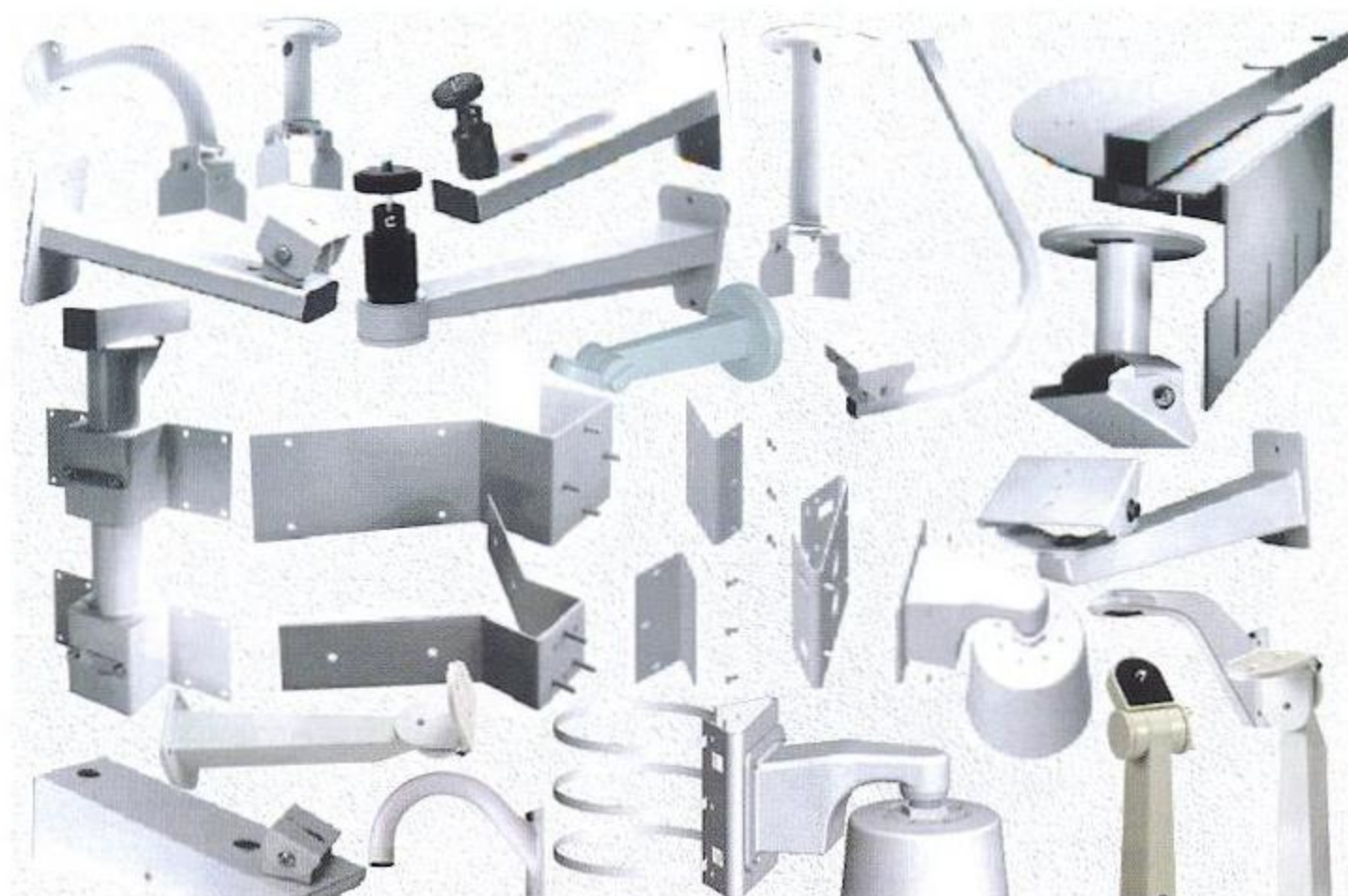
A fenti programozási mód igen áttekinthetetlen képet is adhat. Ilyenkor a szekvenciák önmaguk hordozzák a logikai kapcsolatot, azonban a különböző monitorokon egy időben látható képek között nincs összefüggés. Ennek kiküszöbölésére létezik az ún. Salvo switching. Ekkor a logikailag összetartozó képeket egyszerre jeleníthetjük meg. Például az összes monitoron egyszerre láthatjuk a kültéri kamerákat, majd a földszintieket, ezt követik az emeleti képek, de természetesen bármilyen más csoportosítás is megvalósítható.

A csoportképek nem csak szekvenciális megjelenítésre használhatók. Lehetőség van a Salvo csoportokat riasztáshoz is rendelni. Ekkor egyetlen riasztásvezérlés hatására az összes monitoron a csoportba tartozó képek fognak megjelenni.

14. Kameratartók és burkolatok

A kameratartók a kamerák megfelelő mechanikailag stabil rögzítését, szerelését teszik lehetővé az installálás során. Számtalan normál és speciális rögzítési feladattal találkozhatunk, ennek megfelelően a kameratartók kialakítása is sokféle lehet (256. ábra). Anyagukat tekintve alumínium, acél, szén-szál erősítésű, illetve műanyag kivitelű egyaránt kapható.

A katalógusokban többnyire külön csoportot képeznek a beltérre és a kültérre tervezett típusok. Mivel a legtöbb esetben beltéren nem szereljük házba a kamerákat, így csekély súlyuknál fogva kevésbé robusztus, lágyabb vonalvezetésű kameratartóra van



256. ábra

szükség. A megfelelő tartó kiválasztásánál ügyeljünk arra, hogy annak mérete „összhangban” legyen a kameráéval. Vizsgáljuk meg, hogy a kamera felszerelése után a fej a tér minden irányába dönthető és forgatható-e. Néhány konzolnál a bólintási szög korlátozott, illetve előfordulhat, hogy e bólintási szög csak a konzol tengelyével egyvonalban állítható. Ennek az a hátránya, hogy korlátozott mértékben dönthető meg a kamera, illetve függesztett szerelés esetén a döntésnél a kamera teste akad bele a konzolba mivel a bólintási sík nem állítható.

A megfelelő beállítás után a pozíciót rögzítőcsavarral vagy füllel fixálhatjuk. Némelyik típusnál előfordul, hogy a rögzítő anya a fixálás során teker egy kicsit a kamerán is, ezért az nem a kívánt pozícióba kerül, illetve a rögzítés ellenére is elmozdul a kamera. Gyakori probléma, hogy a rögzítő fül kicsi, vagy nehezen hozzáférhető és így ez teszi lehetlenné a megfelelő pozicionálást.

Kültéri kivitel esetén a súlyon túl számolni kell az időjárási, és külső környezeti hatásokkal is.

Nem megfelelő műanyag alkalmazása esetén a nap infravörös és ultraviola sugarai az anyag szerkezetében okozhatnak károsodást, mely elszíneződéshez, extrém esetben akár töréshez is vezethet.

Mind kültéri mind pedig beltéri konzoloknál találkozhatunk csőszerűen üreges kiképzésűekkel, amelyek kiválóan megfelelnek a rejtett kábel elvezetésnek. Ez a megoldás nem csak esztétikailag szép, hanem bizonyos fokú szabotázs védelmet is ellát.

A tartókonzolokhoz hasonlóan, a kameraházak is bővelkednek választékban (257. ábra). Alapvetően itt is két csoportot tudunk megkülönböztetni, úgy mint kültéri és beltéri kameraházakat.



257. ábra

Gondolhatnánk, hogy beltéren nincs is igazán szükség a kameraházakra, hiszen itt az időjárás viszontagságaival nem kell számolni. Az időjárást figyelembe véve ez így is van, viszont számos más ok lehet, ami indokoltá teszi ezen a területen is a burkolatok alkalmazását. Ezek közé tartozik a poros vagy nedves környezet, amivel gyakran találkozhatunk parkolóházakban, mélygarázsokban, áru fogadására és kiszállítására szolgáló helyiségekben, üzemcsarnokokban, raktárakban, autómosókban és egyéb helyeken.

A portól való védelem nem csak a kamerák karbantartását egyszerűsíti, hanem védi az objektíveket, melyek a tartósan poros környezetben könnyen tönkremehetnek.

A beltéri burkolatok használatát indokolhatja, ha el szeretnénk rejteni az avatatlan szemek elől a kamera irányítottságát. Ebben az esetben olyan gömböket, vagy félgömböket alkalmazhatunk,



258. ábra

melyekbe a kívülről történő optikai belátás részben, vagy teljes mértékben gátolt. Számtalan eltérő méretű és mint azt a **258. ábra** is szemlélteti különböző környezetbe is jól beleillő más-más színű burkolatot találhatunk.

Mind beltéri, mind pedig kültéri kivitelben léteznek ún. vandálbiztos kameraházak, melyek az erőszakos rongálási kísérletek ellen védik a kamerát. Ilyenek kerülhetnek felszerelésre börtönökben, fegyházakban, 24 órás automata kifizető helyeken, stadionokban, és számos egyéb területen ahol számítani lehet különböző személyek vandalizmusára.

A kültéri burkolatok főként a környezeti ártalmaktól hivatottak megvédeni a kamerát, és az optikát. A védelmi fokot ún. IP²⁴ számmal definiálhatjuk. A két karakteres szám első karaktere a szilárd testekkel, míg a második jegye a vízzel szembeni védelem mértékét jelzi (**259. ábra**).

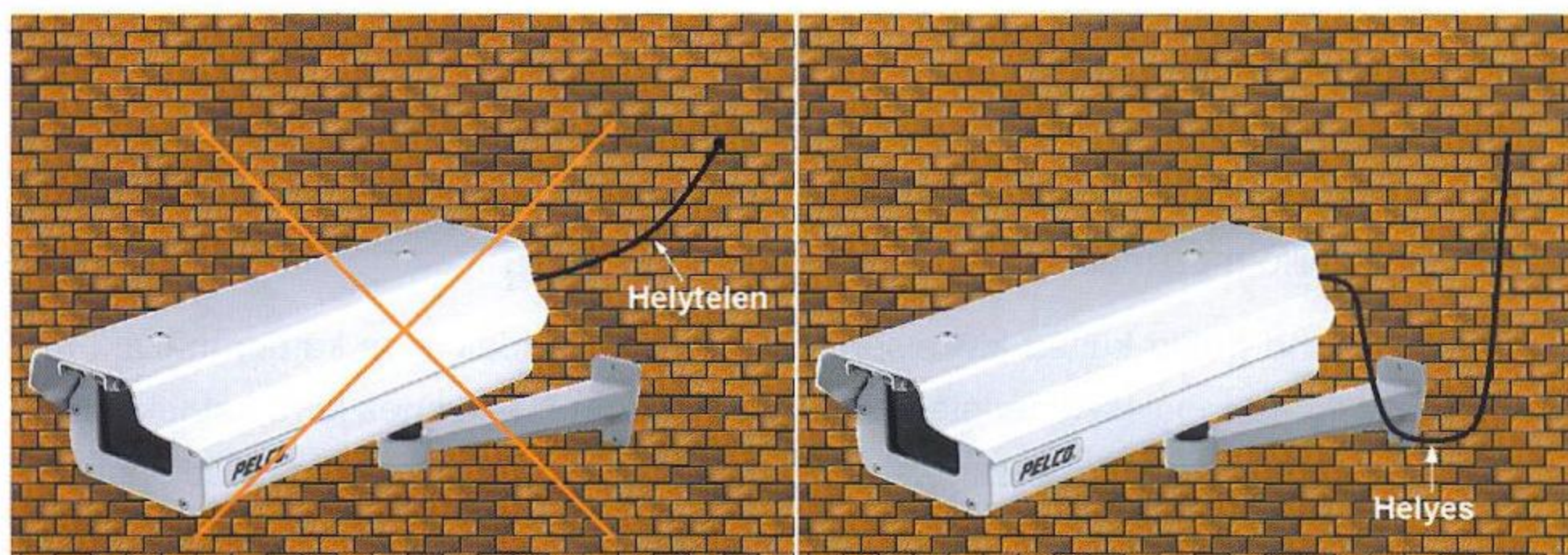
Szilárd testtel szembeni védelem		Vízzel szembeni védelem	
0	Nincs védelem	0	Nincs védelem
1	Legfeljebb 50 mm átmérőjű tárgyak elleni védelem	1	Függőlegesen csepegő víz elleni védelem
2	Legfeljebb 12 mm átmérőjű tárgyak elleni védelem	2	A függőlegestől max. 15°-ban eltérő csepegő víz elleni védelem
3	Legfeljebb 2,5 mm átmérőjű tárgyak elleni védelem	3	A függőlegestől max. 60°-ban eltérő vízpermet elleni védelem
4	Legfeljebb 1 mm átmérőjű tárgyak elleni védelem	4	Bármely irányból történő vízpermet elleni védelem
5	Káros porbehatolás elleni védelem	5	Vízszög elleni védelem bármely irányból
6	Por ellen tömített	6	Erős vízszög elleni védelem
		7	Átmeneti vízbemenítés elleni védelem (max. 1 méterig)
		8	Tartós vízbemenítés elleni védelem (a mélységet még külön specifikálják)

IP65 Porbehatolás és vízszög ellen védett

259. ábra

²⁵ IP-International Protection rövidítése

Érdeemes hozzátenni, hogy ezt a védelmet csak a megfelelő -a szerelési útmutatókban részletesen leírt- installálás esetén érhetjük el. Ez hétköznapi nyelvre fordítva annyit jelent, hogy a házhoz csomagolt, vagy már előszerelt tömítő, és kábelbevezető tömszelencéket nem célszerű a csomagoló anyaggal együtt kidobni. Ugyanígy kerülendő olyan plusz tömítőanyagok, ragasztópisztolyok, sziloplasztok önszorgalmú alkalmazása, melyet a burkolatgyártók külön nem írnak elő.



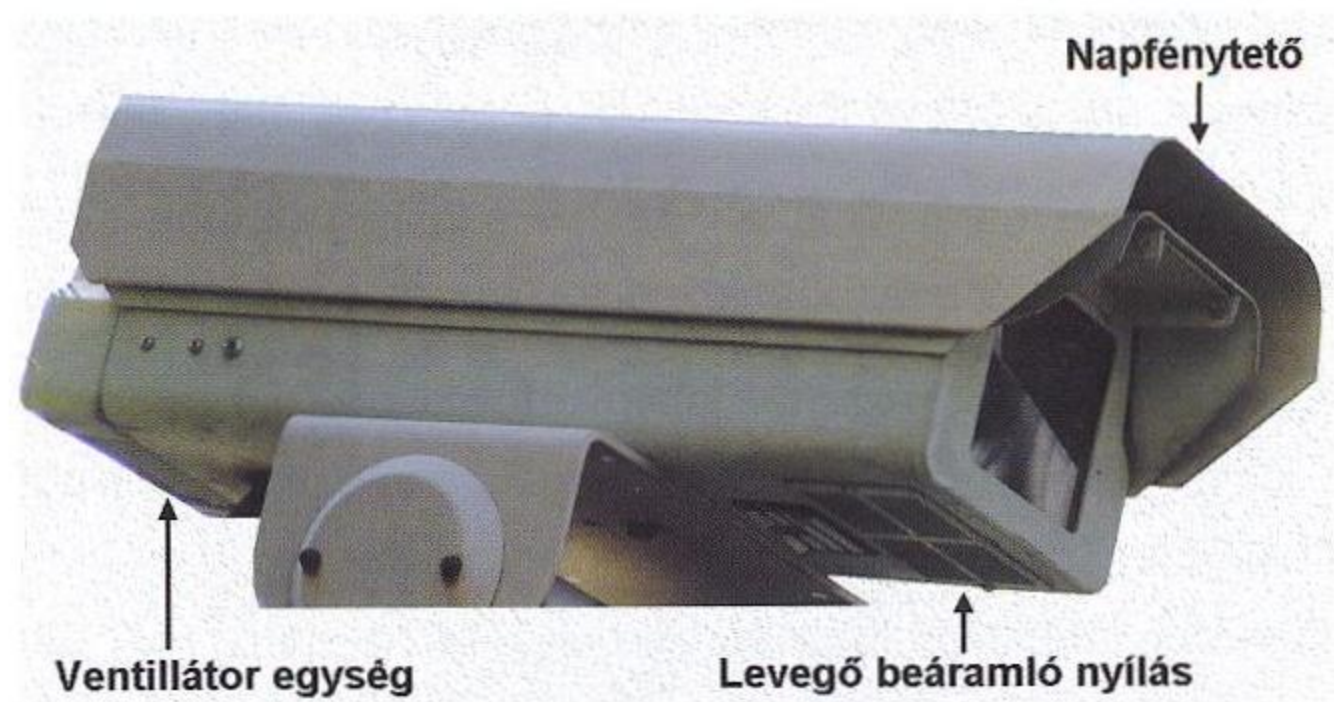
260. ábra

A kábelbevezetés során ún. vízszákot kell kialakítani, hogy a vezeték ne vezesse be a csapadékot a kameraházba (260. ábra).

A tervezés során körültekintően kell kiválasztani a megfelelő méretű kameraházat. A kamera és objektív hosszát összeadva még minimum 6-8 cm-t számoljunk hozzá a kábelek, és csatlakozók számára. Megfelelő méretű ház kiválasztásával elkerülhetjük azt a Magyarországon megtörtént esetet, amikor egy igen fontos közjogi méltóság rezidenciájára olyan videó megfigyelő rendszer került felszerelésre, melynek kültéri házaiba a kamerák „cipőkanállal” lettek berakva. A telepítést és beüzemelését követően egy meleg nyári napon egymástól látszólag teljesen függetlenül, néhány kültéri kamera képe eltűnt a monitorokról. Ezek a képek néhány óra múlva ismét megjelentek, majd másnap a jelenség megismétlődött. Kontakthiba, gondolta a helyszínre érkezett szervizes szakember, és átvizsgálta a csatlakozásokat. Mikor azonban a kameraházat kinyitotta, észrevette, hogy bizony a kamera nem működik. Kicserélte, majd ezt követően azt tapasztalta, hogy az új kamera is egy idő után nem ad jelet a kimenetén, a leszerelt kamera viszont a műhelyben tökéletes képet produkál. Mivel a rendszer kivitelezését és az anyag megrendelését más cég végezte, valamint a kamera sem attól a beszállítótól származott, mint a kültéri burkolat, ezért megkezdődött az egymásra mutogatás. A telepítő azt mondta, hogy ez nem garanciális hiba, a kameraszállító szerint a kamerája megfelelő méretű és hűtéssel rendelkező házban tökéletesen működne, a kültéri házat beszállító cég pedig azzal védekezett, hogy ő a megrendelt házat szállította.

Az eset kapcsán -illetve ettől függetlenül is- felmerül a kérdés, hogy kell-e hűtést, fűtést, valamint egyéb kiegészítőket rendelni a kameraházba. Az esetről maradván elsőként vizsgáljuk meg a szellőztetés kérdését. Nevesebb gyártók a kültéri burkolataikhoz gyártanak ventilátort, melyet a ház végére lehet felszerelni. A ventilátor nem folyamatosan, hanem egy termosztát segítségével csak a megengedett hőmérséklet felett működik. Amennyiben a házat nem készre szereltem rendeljük, akkor ügyelni kell arra, hogy a ventilátor a házból kiszívja, és ne befújja a levegőt. Ilyenkor a ház egy másik részén (többnyire elején és alul) biztosítani kell a levegő bejutását a ventilátorral együtt szállított szűrőszivacson keresztül.

Felmerül a kérdés kell-e ventilátort alkalmazni? A válasz nem egyszerű. Megfelelő méretű kameraház és az ezt kiegészítő napfénytető (261. ábra) alkalmazása esetén nem feltétlenül, amennyiben a ház úgy van felszerelve, hogy a nap nem éri reggeltől estig. Tipikusan



261. ábra

ilyen telepítés lehet egy adott objektum oldalfalára történő szerelés. Amennyiben viszont a telepítés oszlopra, tetőre történik, ahol folyamatosan érik a napsugarak, ott javasolt a kiegészítő szellőztetés beszerelése.

Hogy jön ide a napfénytető? Nos ennek a szerepe nem csak abban merül ki, hogy a házban túlnyúlva meggátolja a direkt, kamerával szembe történő napsugárzást, hanem a házra szerelve, a ház és a tető között egy légpárna alakul ki, mely kiváló szigetelőként viselkedik. A szellőztetés ugyan plusz költség, azonban érdemes még egy dolgot figyelembe venni. A magasabb hőmérsékleten működtetett kamera – a CCD működésére visszautalva – szemmel láthatóan több zajt is termel, ami digitális jelfeldolgozás területén, illetve azonosítási feladat esetén már problémát okozhat.

A fűtést tekintve már sokkal egyértelműbb a helyzet, bár jogosan kérdezhetnénk, hogy ha a kamera katalóguslapján szerepel, hogy -20 °C -tól már működik, akkor mégis mi indokolja a fűtést?

Nem is annyira a kamera számára szükséges a fűtés, hanem inkább az autóíriszes objektív igényli azt. Ezért van az, hogy a fűtőbetétet mindig a kameraház elején találhatjuk meg.

Amennyiben az objektívbe a pára lecsapódik és megfagy, akkor az maradandó károsodást okoz, emellett a párasodás miatt értékelhető képet sem kapunk.

A fűtések megrendelése és bekötése is figyelmet érdemel. Tekintettel, hogy a világon különböző hálózati feszültségek találhatók, így ennek megfelelően a fűtőbetétek is különbözőek. Létezik olyan gyártó, melyik csak 110V-os betétet gyárt, így nálunk ebből a 2 db-t sorba, míg Amerikában párhuzamosan kell kötni. Szintén megtörtént eset, mikor a szerelő nálunk Amerikában érezte magát, vagy -de ezt fel sem tételezem- egyszerűen nem nézte meg a szerelési útmutatót és a két 110V-os fűtést párhuzamosan kötötte be. A rendszer egész nyáron jól működött, de az első alkalommal, mikor a hőmérséklet 5 fok alá süllyedt kihívták a telepítőt, hogy nem lehet a kamerával zoomolni. Szétszedték a házat és megdöbbenve tapasztalták, hogy az objektív műanyag burkolata eldeformálódott.

A fűtéseknel maradva ablakfűtéssel is találkozhatunk még a gyártók kínálatában. Ennek szerepe, hogy megakadályozza az üvegre lecsapódó pára megfagyását.

Található ablaktörlő eszköz is a gyártók kiegészítő választékában. Ez a berendezés (nem csak a borsos ára miatt), viszonylag ritkán alkalmazott kiegészítő Magyarországon. Megfelelő karbantartás mellett ez sokszor valóban nem is indokolt. Néhány tipikus alkalmazásnál, mint pl. rendszámfelismerés, ahol a kamera az úttesthez viszonylag közel kerül telepítésre, jó szolgálatot tehet. Alkalmazása esetén feltétlenül indokolt ablakmosó berendezést is telepíteni, hogy az üveg megkarcolását elkerüljük, illetve a tisztítás hatékonyságát növeljük.

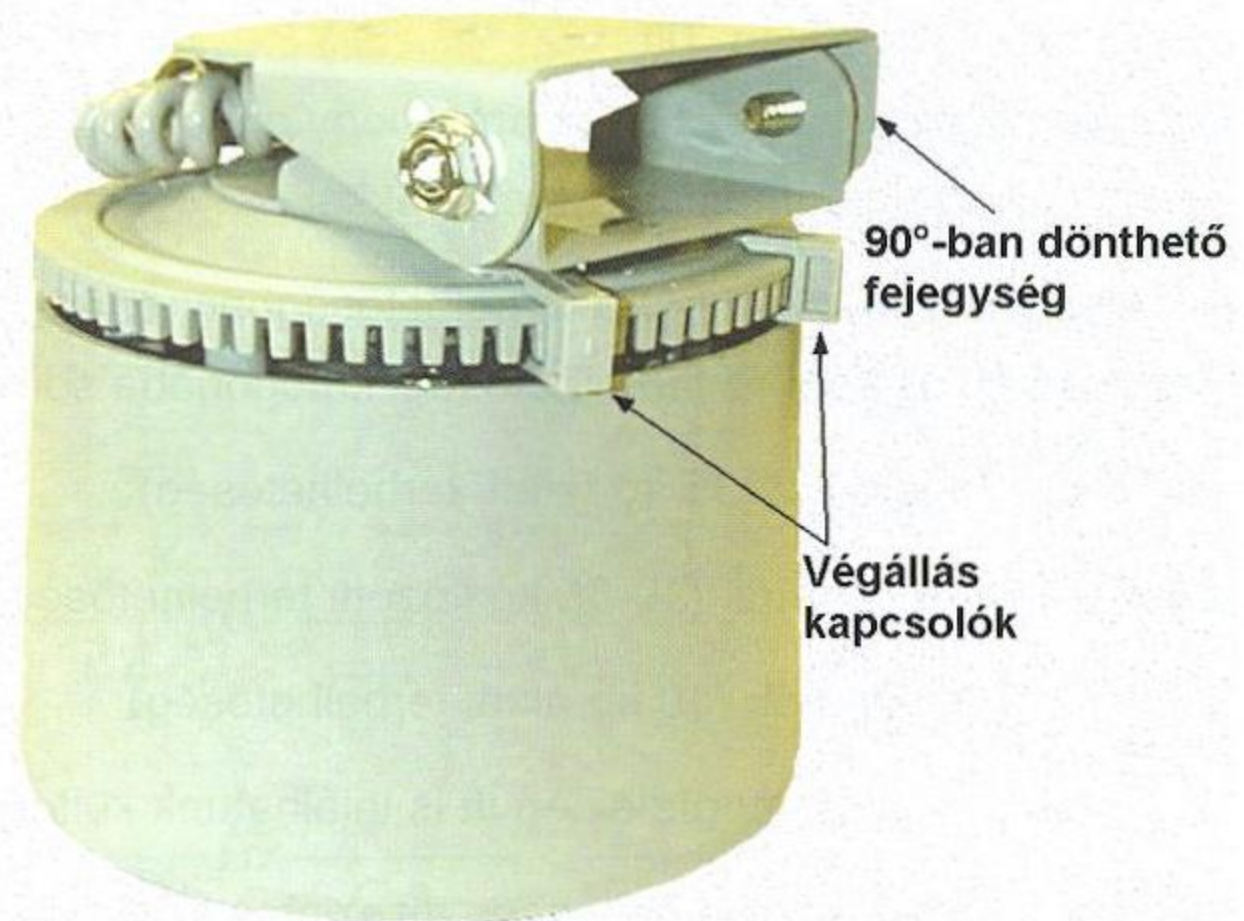
Végezetül említést érdemel, hogy jó néhány gyártó kínálatában megtalálhatók ezenfelül a különböző MIL katonai szabványoknak és robbanásbiztos követelményeknek megfelelő speciális kialakítású, valamint zárral és a riasztó rendszer szabotázs jelzővonalába köthető nyitásérzékelővel ellátott házak is.

15. Kameraforgatók és mozgatók

A kameraforgató egységek régóta megtalálhatók a gyártók és rendszertervezők palettáján. Vannak akik ellenzik, és vannak akik szorgalmazzák ezen eszközök telepítését. Az ellenzők szerint -akik Murphy véleményére támaszkodnak- adott szituációban biztos, hogy a kamera pont nem oda néz, ahova szükséges. Akik pedig kiállnak a mozgatóegységek mellett, azok azzal érvelnek, hogy így egy sokkal költségtakarékosabb, viszont hatékonyabb rendszert lehet kialakítani, mivel a fix telepítéshez képest a mozgítás, ha nem is jelent egy új dimenziót, de mindenféleképpen nagyobb területek megfigyelését teszi lehetővé. Valóban mindkét tábor érve tartalmaz igazságokat, azonban megfelelő installálás és használat mellett a CCTV rendszerek elemeiként a mozgatóegységek jó szolgálatot tehetnek.

15.1 Pásztázók (scannerek)

A legegyszerűbb ilyen mozgatóegység a scanner, ami magyarul pásztázóként fordítható (**262. ábra**). Erre az egységre szerelt kamera csak vízszintes irányba, függőleges tengely körül képes elfordulni, azaz filmes szakszóval svenkelni. Ez a tengelykörüli elfordulás két végállapot között lehetséges. A végállapotokat végállás kapcsolóval tudjuk behatárolni. A maxi-



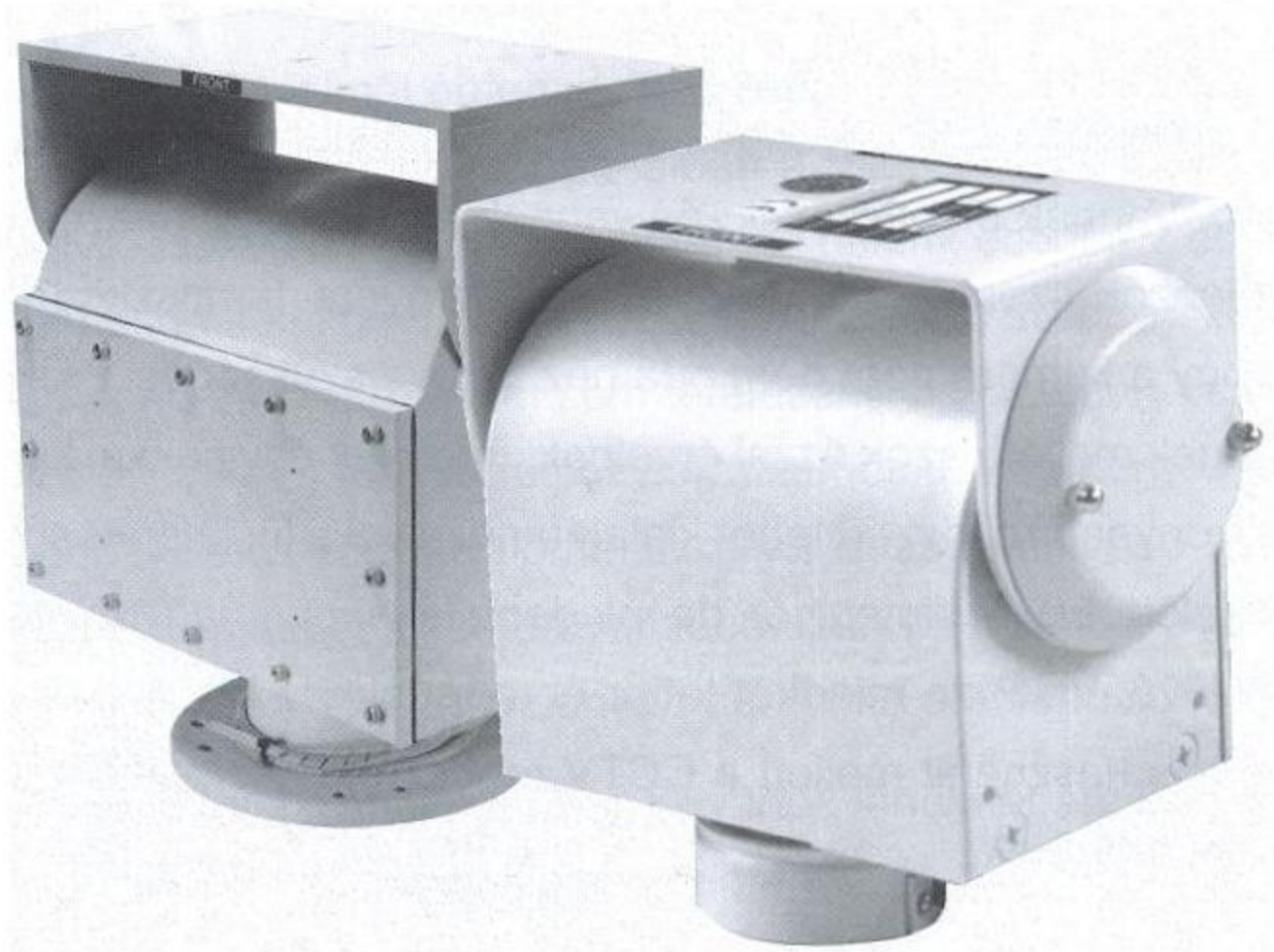
262. ábra

mális szögelfordulás általában 350-355° lehet. A fejegység 90°-ban dönthető. A maximális szögelfordulási sebesség 5-7°/másodperc.

Az eszköz hátránya, hogy célszemélyek, vagy mozgó tárgyak követésére kevésbé alkalmas, mivel a mozgítás csak függőleges tengely körül lehetséges. Lehetőség van ún. „autopan” funkció bekapcsolására is, ami a két végállás közötti folyamatos ide-oda történő pásztázást jelenti.

15.2 Forgózsámolyok (Pan/Tilt-ok)

A forgózsámolyok a pásztázók továbbfejlesztett verziói, melyeknél a függőleges tengely körüli vízszintes elfordulás kiegészül függőleges bólintó mozgási lehetőséggel is (263. ábra). Az egységek elnevezése a pásztázó és bólintó mozgások angol megfelelőiből tevődik össze. Ennek kezdőbetűs rövidítését, azaz a PTZ-t (ami annyit tesz, hogy Pan Tilt



263. ábra

Zoom) is használják. Ez utalás arra, hogy a mozgítás mellett a kamerák gyakran kiegészülnek távolról zoomolható objektívekkel is.

A forgózsámolyokat többféle terhelhetőségben, ennek megfelelően különböző méretekben gyártják. Három fő terhelhetőségi kategóriába sorolják a forgózsámolyokat:

- Nehéz mozgatók (35 kg feletti terhelhetőség)
- Közepes mozgatók (10-35 kg közötti terhelhetőség)
- Könnyű mozgatók (10 kg alatti terhelhetőség)

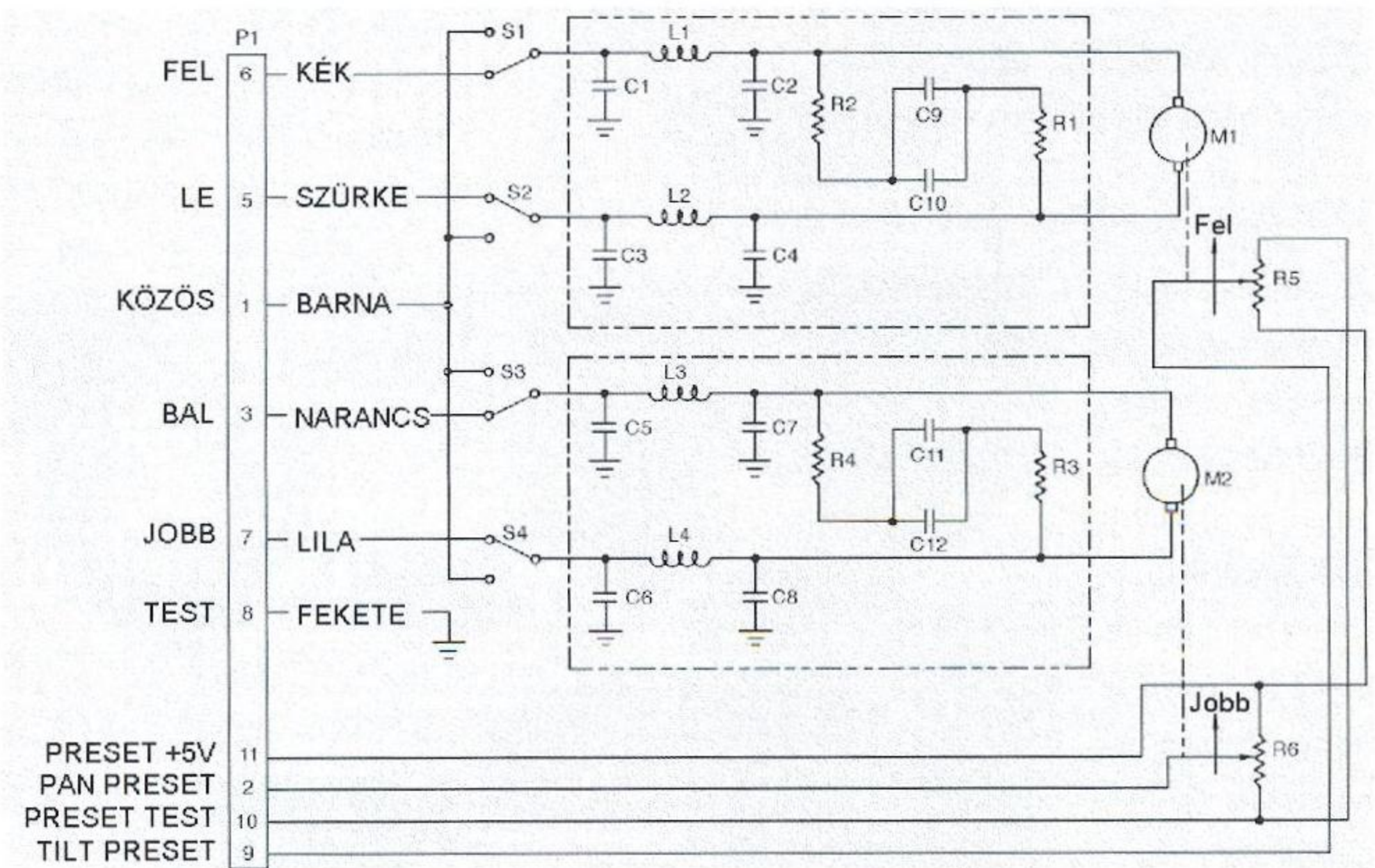
Az IP védettségnek megfelelően itt is találhatunk kültérre és beltérre tervezett típusokat.

A tipikus szögelfordulási sebesség vízszintes irányban 7-9°/másodperc, míg függőleges irányban 4-6°/másodperc. A teljesség kedvéért meg kell jegyezni, hogy léteznek ezen sebességnél jóval gyorsabb forgózsámolyok is. Ezeknek széleskörű elterjedését a későbbiekben tárgyalásra kerülő speed dome-k kifejlesztése gátolta meg.

Működtető feszültség szerint találhatunk 12 VDC, 24 VAC, 110 VAC és 230 VAC típusokat. A megfelelő működtető kiválasztásnál figyelembe kell venni a vezérlővel való kompatibilitást, és a távolságot is, mivel a forgózsámolyok viszonylag nagy áramfelvétellel rendelkeznek. Egy 24 VAC típus áramfelvétele elérheti az 1-1,5 Ampert is. Így például egy 1 mm² keresztmetszetű vezetékkel vezérelve a javasolt maximális távolság mindössze 20 méter. Ugyanezen típust 230 V-os kivitelben, ugyanilyen kábelt használva akár 500 méter távolságból is meghajthatjuk.

A legtöbb forgószámoly felár ellenében rendelhető prepozíciós beállítási lehetőséggel is. Ez azt jelenti, hogy amennyiben a vezérlő is támogatja ezt a funkciót, akkor a különböző pozíciók beállíthatók és eltárolhatók.

Ezt a vízszintes és függőleges mozgást végző tengelyre felszerelt -a legtöbb típusnál használt- 5K Ω -os többmenetes potenciométerrel valósítják meg. Mint azt a **264. ábra** is szemlélteti, az R5 és R6-os potenciométer segítségével végezhetjük el a prepozíciók eltárolását. A két lineáris változtatható ellenállásra 5 V-os feszültséget kapcsolva, az elfordulás és fejbillentés mértékének megfelelő feszültségértékeket kapjuk meg, melyeket a vezérlő egységben eltárolhatunk. A kívánt pozícióba forgatáskor a mozgás mindaddig történik, míg az eltárolt érték meg nem egyezik a potenciométerről kapott feszültségértékkel. A maximálisan eltárolható prepozíciószám a vezérlő kialakításától függ. A prepozíció speciális változata a parkoló állás. Egy előre definiált beállítást eltárolva, amennyiben a kezelőhöz egy előre beprogramozott ideig nem nyúlnak, akkor automatikusan ebbe a pozícióba fordul a kamera.

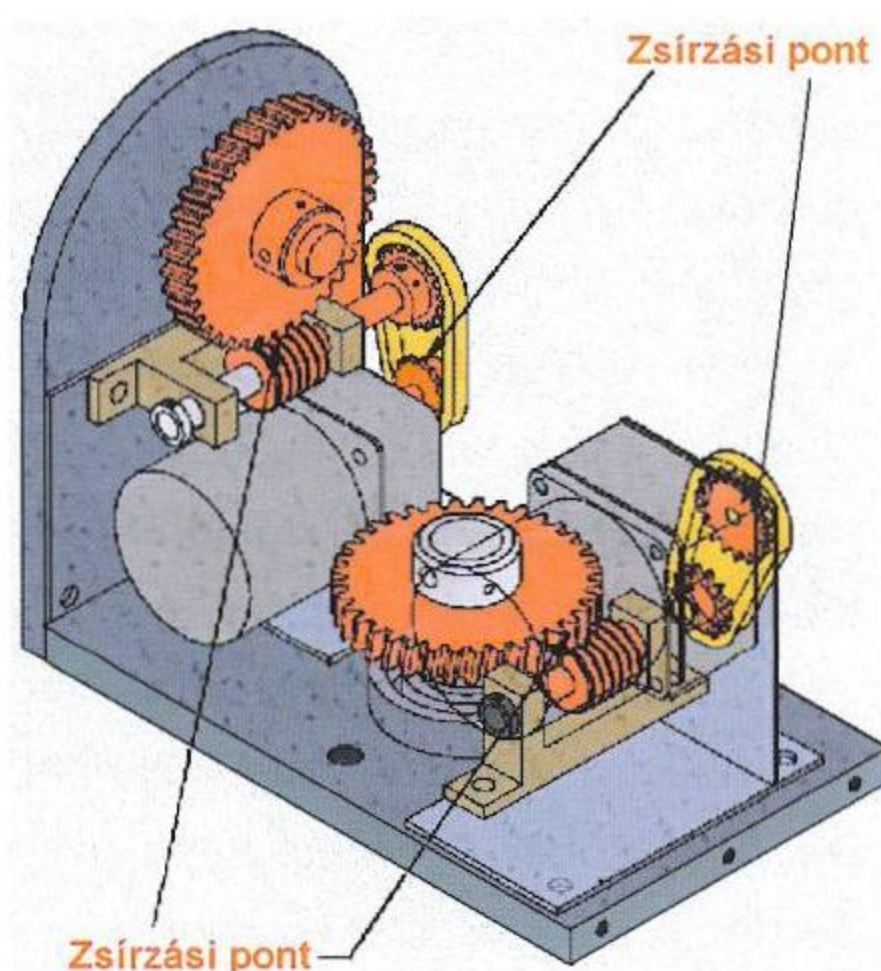


264. ábra

A kapcsolási rajzon szereplő S₁, S₂, S₃ és S₄ a vízszintes és függőleges mozgáshoz tartozó határoló (végállás) kapcsolók. Ezekkel a kapcsolókkal az installálást követően be lehet (és be is kell) állítani a kameramozgatás végállásait. Ezzel behatárolhatjuk a kamera mozgásterét, megakadályozva ezzel a kevésbé lényeges, vagy eleve nem kívánt területek megfigyelését.

A függőleges mozgásnál a felső határolót úgy kell beállítani, hogy elkerüljük a nap kamerába történő közvetlen fénybesugárzását.

Végezetül nem hagyható figyelmen kívül a forgósámolyok szerviz igénye sem. A mozgó alkatrészek kopásának, és esetleges berágódásának elkerülése végett a forgósámolyhoz szállított leírásban szereplő pontokat időnként zsírozni kell (**265. ábra**). A zsírnak jó minőségűnek -40°C és $+70^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet tartományban alkalmazhatónak kell lenni. A sok használat, illetve a kamera súlyához nem megfelelően kiválasztott forgósámoly mozgása következtében, egy idő után kotyogósodni kezd. Ez, a főként indításkor és megállításkor jelentkező lengőmozgás az objektív zoomolt állapotában lehet zavaró, mivel a pontos célra állítást megnehezíti.



265. ábra

15.3 Gyors dómkamerák (Speed dome-k)

A technika fejlődésével – a lassú mozgás hátrányait kiküszöbölve – jó néhány éve megtalálhatók az ún. „speed dome”-k, azaz a nagy sebességgel saját tengelyeik körül forgatható, távvezérelhető, zoom, fókusz és írisz állítási lehetőséggel rendelkező kompakt kameraegységek (**266. ábra**).



266. ábra

Az eddigi mozgatóegységekhez hasonlóan, itt is találkozhatunk kültéri és beltéri kivittel.

Beltéri kivitel esetén a legtöbb gyártó különböző adapterekkel lehetővé teszi mind a falra, mind pedig az álmennyezetbe történő szerelést is. Egy ilyen utóbbi szerelést lehetővé tevő süllyesztett foglalatot és a dómkamera részegységeit szemlélteti a **267. ábra**.

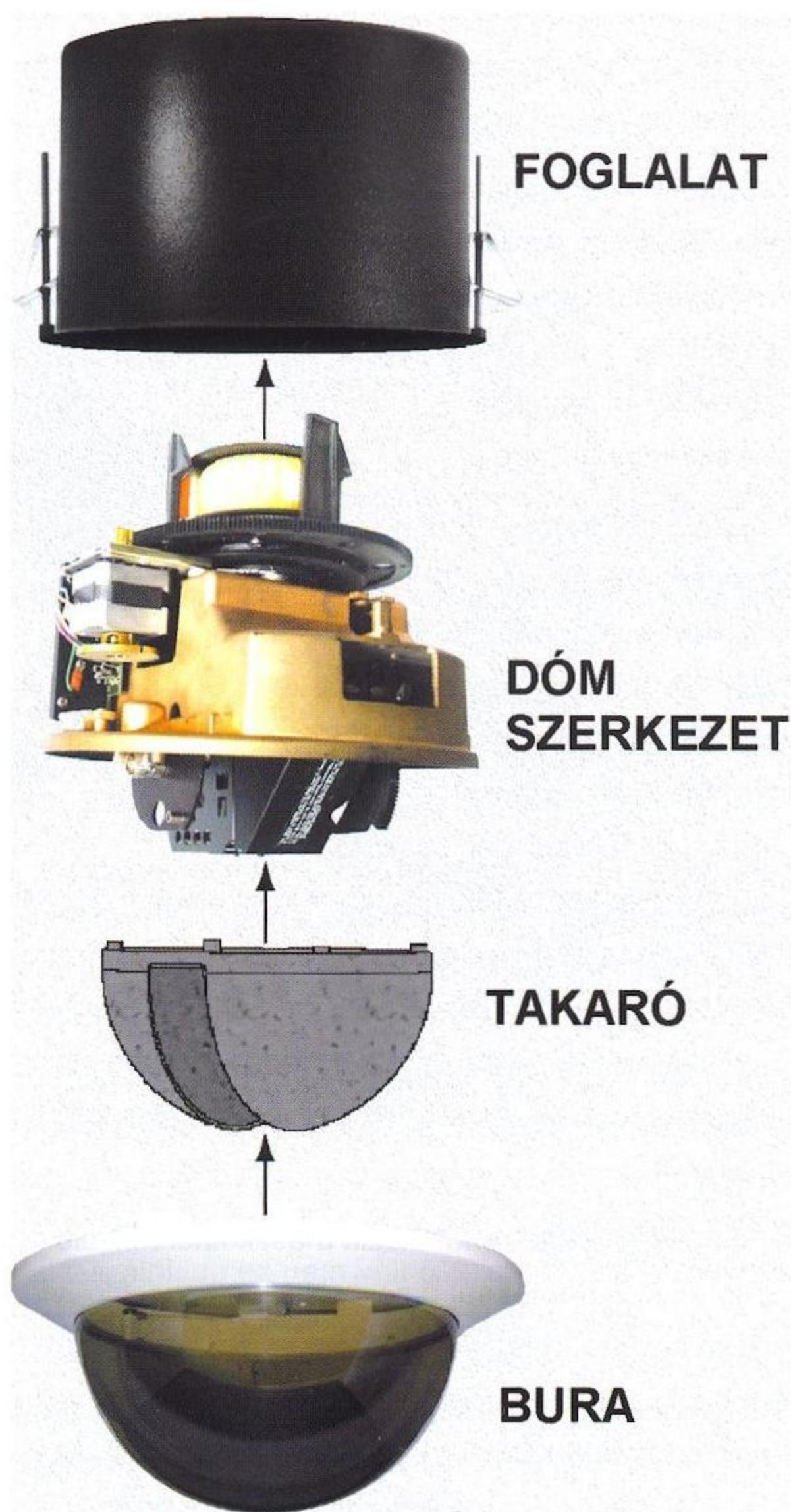
A bura a környezetbe jól illeszkedő króm, arany, füst színű, vagy víztiszta jellegű lehet.

A takaró biztosítja a teljes átlátszatlanságot. A takaró a kameraegységekre kerül rögzítésre, és így együtt forog a kamerával. A rajta kialakított nyíláson keresztül néz ki a kamera.

A dómszerkezet foglalja magába a kamerát az optikával, a vízszintes forgatást és függőleges bólintást végrehajtó léptetőmotorokat, valamint a vezérléshez szükséges áramköri elemeket.

Az ábrán szereplő foglalat biztosítja a süllyesztett szerelésnél a megfelelő rögzítést, védi a kamerát a mechanikai sérülésektől és környezeti ártalmaktól. Ez

maga a tulajdonképpeni kameraház, amelyet falon kívüli változat esetén függesztve, megfelelő cső tartókkal lehet a kívánt helyre telepíteni. Kültéri kivitel esetén e burkolat még kiegészülhet fűtéssel, ventilátor egységgel, és a hozzá tartozó termosztátos vezérlőpanellel is.



267. ábra

Az angol elnevezésben szereplő speed, azaz gyors jelző utal a dómkamera szögelfordulási sebességére. Ez eléri a másodpercenkénti 360° -ot a vízszintes és 150° -ot a függőleges irányban. A meghibásodás nélküli nagy sebességű elfordulás és fékezés a jó ki-egyensúlyozottnak, valamint a könnyű belső kamerának köszönhető. Egy ilyen objektívvel egybeintegrált kamerát mutat a **268. ábra**.

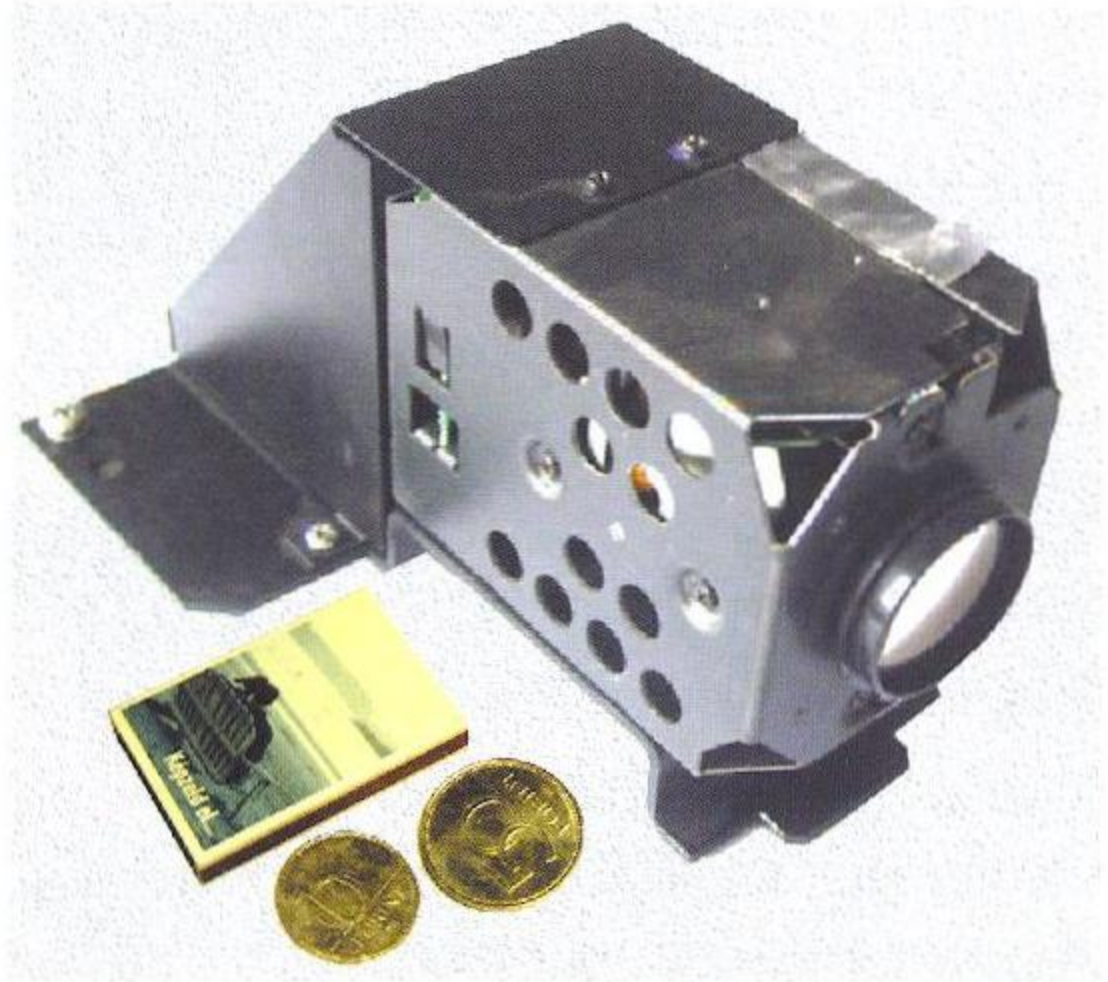
Az objektív zoomolása, rekeszértéke és fókusza távolról vezérelhető. Az optika zoomátfogása eléri a 23-szorost, és a zoomolást egyik véghelyzetből a másikba 2 másodpercen belül végrehajtja.

Az elfordítás során a különböző tartományoknak nevet lehet adni, mely megjelenik a monitoron. Ez lehet pl. égtáj szerinti megnevezés, mint keleti szektor, vagy déli szektor, illetve más jellemző szerinti azonosítás, mint pl. autótelep bal és autótelep jobb.

A példákból kitűnik, hogy főként olyan helyeken jöhet jól ez a szektor azonosítás, ahol a kamera környezete kevés azonosítási pontot tartalmaz. Ilyen lehet pl. a pályaudvarok, rendezők környezete, stadionok, autó és vastelepek, stb. Ezekről a területekről közvetített képekre ránézve nehéz megmondani, hogy pontosan melyik területet figyel a kamera. A szektorfelirat ilyenkor segítség lehet, mellyel a pozíció könnyebben betájolható.

A dómok többsége rendelkezik maszkolási funkcióval is. A folyamatos 360° -os körbeforgatás miatt a dómoknál nincs végállás kapcsoló, viszont a megfigyelni nem kívánt területeket ki lehet maszkolni. Amennyiben a kamera forgatás közben eléri e terület szélét, akkor a kép kikapcsolásra kerül mindaddig, míg a beprogramozott tiltott zóna tart. Intelligensebb megoldásnál a kép nem kerül kikapcsolásra, hanem csak a definiált terület kerül maszkolásra. A mozgás során a maszkolt terület is vándorol a képtartalommal párhuzamosan.

Szintén mozgáskor lehet hasznos az Auto Pan funkció. Ennek segítségével a kamerát függőlegesen ledöntve és tovább billentve a dómkamera automatikusan 180° -ot fordul. Így, ha valaki mozgását követjük aki elhalad a dóm alatt, akkor a kép nem fog a feje tejére állni, hanem automatikusan megfordul.



268. ábra

A forgózsámolyokhoz hasonlóan a dómkamerák is rendelkeznek prepozíciós programozási lehetőséggel, ami lényegesen pontosabb (0,2° körüli pontosság) és több tárolást biztosít lomhább társainál.

Ezen túlmenően lehetőség van útvonalak (Tour) programozására is. Ekkor a különböző manuálisan elvégzett mozgatósi irányokat megjegyzi a kamera és ezt az útvonalat képes egy gombnyomásra újra végigjárni.

Mind a prepozíciós beállítások, mind pedig a különböző programozott útvonalak szekvenciába szervezhetők, tetszőleges sorrendben és tartási idővel. A legtöbb gyorsdómnál az adott célrafordulás sebessége is állítható. Ez azt jelenti, hogy akár pl. 10 másodperc is eltelhet, míg az egyik pozícióból a másikba fordul a kamera. Ennél a megoldásnál forgatás közben is lehetőség van a célterület figyelemmel kísérésére.

Érdekes és nagyon hasznos a dinamikus sebesség állítás funkció. Ez azt jelenti, hogy manuális forgatáskor a vezérlő figyeli a zoomolás mértékét, és nagyobb fókusz távolsághoz kisebb szögelfordulás, míg kisebb fókusz távolsághoz (szélesebb látószöghöz) nagyobb szögelfordulás történik egy másodperc alatt.

A dómok programozása menü rendszeren keresztül a vezérlő egységről történik. Szintén e kezelőről állíthatók be a különböző kamerafunkciók, mint pl. shutter speed, AGC, fehéregyensúly, gammakorrektúra, stb.

Maguk a dómok rendelkezhetnek riasztásbemenettel, ami összerendelhető programozott útvonallal, vagy prepozíciós beállítással. Célszerű élni ezzel a lehetőséggel, mert ekkor a kamerák bármilyen irányba is állnak, megfelelő programozás esetén automatikusan képesek az esemény felé fordulni.

Néhány éve történt, hogy egy nagy külföldi áruházlánc -amelyik egyébként igen sokat költ a megfelelő minőségű biztonságtechnikai rendszerekre – pénzszállítmánya ellen támadást követtek el. A rablás helyszíne közelében több dómkamera volt felszerelve, amelyek az adott pillanatban teljesen más irányba néztek, mint a pénzszállítás útvonala. A támadásjelzést az őrknek sikerült aktivizálni, de ez nem volt összeköttetésben a kamerarendszerrel, így kép a cselekményről nem készülhetett. Megfelelő programozással megoldható lett volna, hogy nem csak a támadás esetén, hanem már jóval előbb, a pénzszállítmány megérkezésekor (pl. a hátsó zsilipajtó nyitásakor) a pénzszállítási útvonal közelében lévő kamerák mindegyike az előre programozott pozíciójába fordul, és így az események nyomonkövethetők.

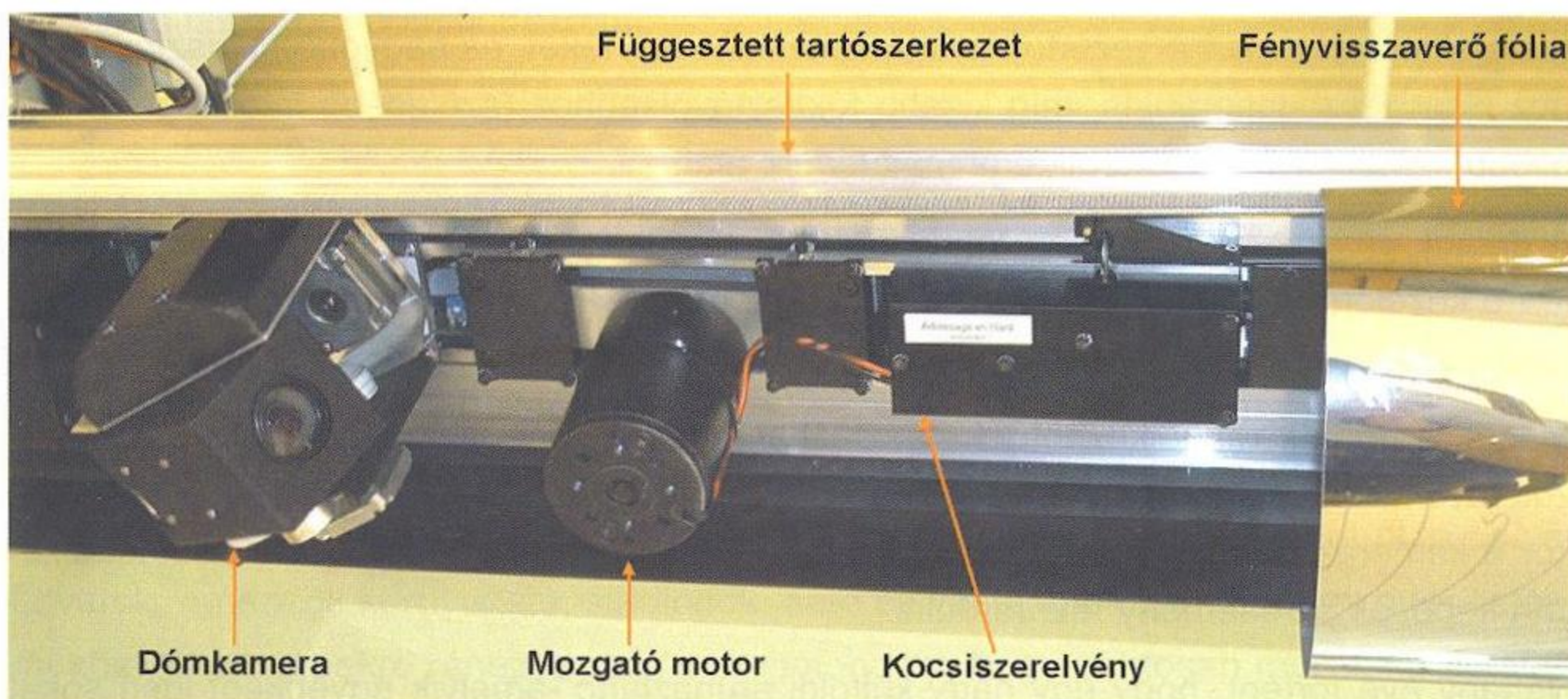
A dómkamerák fejlesztésének következő állomása az AutoTrack™ rendszerek. Ezek a kamerák folyamatos megfigyelés alatt tartják a kezelő által kiválasztott területet, azzal a többlétszolgáltatással, hogy amint a rendszer mozgást érzékel a beállított képkivágásban, a kamera automatikusan rááll a tárgyra, azaz ráközelít és rázoomol, majd nyomon követi a tárgyat a kamera által 360°-ban lefedett területen.

Intelligensebb dómkamera megoldás a magyar fejlesztésű automata videós célkövető.

A gömbházas egységbe a dómkamera köré nagy látószögű fix kamerák kerültek elhelyezésre, melyek – mozgó célpontot keresve – folyamatosan analizálják 360 fokban az eszköz környezetét. Amennyiben a lefedett területen mozgást érzékelnek, akkor a dómkamerát a célpontra irányítják. Ezzel a kialakítással tovább növelhetjük a rendszer kezelés mentességét, a szubjektív elemek kiküszöbölését.

15.4 Csőkamerák (Tube cameras)

A videó megfigyelő rendszerek igazi továbblépési lehetősége, hogy a mozgatható kamerákat sikerült egy teljesen új dimenzióval kiegészíteni. Mit is jelent ez a hangzatos megfogalmazás?



269. ábra

Itt már nem csak a saját tengelye körül történhet a kamera elfordítása, hanem az eszköz a több évtizede megszokott helyhez kötöttséget feladva, képes egy meghatározott pályán 6 m/s sebességgel mozogni. Ezzel a megoldással közel 100 m hosszú sínpályán mozgathatjuk úgy a kameraegységet, hogy közben a „speed dome”-ok adta minden további szolgáltatást kényelmesen elérhetünk (269. ábra). Azaz „száguldozás” közben forgathatunk, zoomolhatunk a kamerával, ami nagymértékben megkönnyíti pl. egy bevásárlóközpontban az adott célszemély követését. A többkamerás rendszernél az operátor igen nagy térlátására, hely, valamint rendszer ismeretére van szükség, hogy amikor a célszemély kilép az egyik kamera látómezejéből, akkor tisztában legyen azzal, hogy melyik kamera van a feltételezett tartózkodási helyszínéhez legközelebb. A követést egyrésztől könnyíti, másrésztől csak nehezíti a dómkamerák alkalmazása, mivel átkapcsolás után sokszor előfordul, hogy a kiválasztott dóm nem abba az irányba néz, ahonnan a célszemélynek érkeznie kell, ezért először még ezt is a megfelelő irányba kell állítani.

A csőkamerák alkalmazásával ilyen követési feladatok lényegesen leegyszerűsödnek.

Mindezek mellett a csőkamerák megfelelő telepítésével lecsökken a különböző tárgyak (állványok, bútorok, rakodó polcok) okozta holtter. Léteznek olyan csőkamerák is melyek nem csak egyenes vonalban képesek elmozdulni, hanem a pályába kanyar elemek is beépíthetők.

A különböző gyártók különböző módon oldották meg a mozgó kamera képi információinak az átvitelét. Az egyenes vonalon történő elmozdulás automatikusan adja az infravörös, vagy lézeres képátvitelt, míg más gyártók a rádiófrekvenciás jeltovábbítás mellett tették le a voksukat.

Telepítési tapasztalat, hogy a különböző ipari és hűtőgépek környezetében installált rendszereknél szerencsésebb az infravörös képátvitel, mely még mozgás közben is zavarmentes, kiváló képet biztosít.

Az esztétikumot és a kamera láthatatlanságát egy kívülről átlátszatlan, tükröződő felület biztosítja **(270. ábra)**

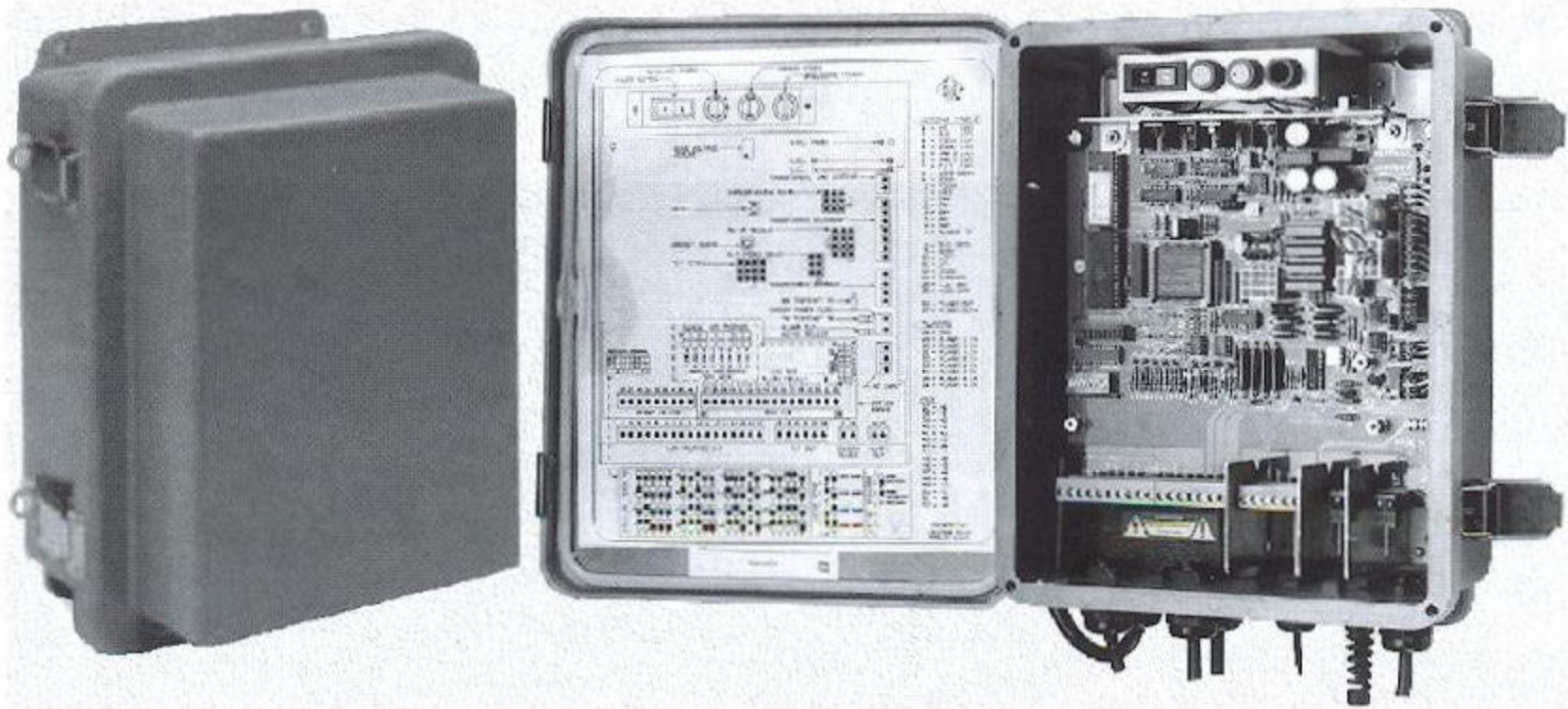


270. ábra

Ennél az eszköznél is alkalmazhatók a gyorsdómoknál már megszokott prepozíciók és útvonalak programozása azzal a kiegészítéssel, hogy a kamerák pillanatnyi lokális helyzete is eltárolható, így pl. megfelelő prioritás esetén a riasztás bekövetkeztekor a kamera az inkriminált esemény helyszínére siet és az eseményre ráfordul, illetve szükség esetén ráközelít. Az eszköz kezelését nagymértékben elősegíti a két botkormányos kezelés, melyekkel a kameramozgatás, beleértve a zoomolást is teljes mértékben elvégezhető.

15.5 Telemetria vezérlők

A telemetria vezérlők segítségével végezhetjük el a különböző mozgató egységek vezérlését. A telemetria vezérlő rendszer általában két fő egységből, adóból és vevőből áll.



271. ábra

Előfordulhat, hogy az egyik, vagy esetleg mindkettő beépítésre kerül a központi, vagy forgató egységbe. Önálló kivitel esetén a telemetria adó csatlakozik a központ egységhez (szekvenciális kapcsolóhoz, multiplexerhez, vagy mátrixhoz) és így a központi egység kezelő felületéről tudjuk vezérelni a mozgató egységet.

Léteznek önálló kezelőegységek, melyek egyben a telemetria adó szerepét is betöltik.

A vevő vagy a dómba kerül közvetlen beépítésre, vagy a mozgatható egység közelében kell önálló egységként felszerelni. Kültéri alkalmazását megfelelő IP védettségű doboz teszi lehetővé (271. ábra).

A vevőegység a forgató reléken keresztül, vagy open kollektoros meghajtással vezérli. 24V-os forgatót alkalmazva a nagy áramfelvétel miatt kis távolsággal, vagy nagy vezeték keresztmetszettel kell számolni. Amerikai termékek esetén találkozhatunk az AWG (American Wire Gauge) jelöléssel, amelynek metrikus konverzióit tartalmazza a 272. ábra. A vastagon szedett keresztmetszet értékek az európai szabványos értékeket jelölik.

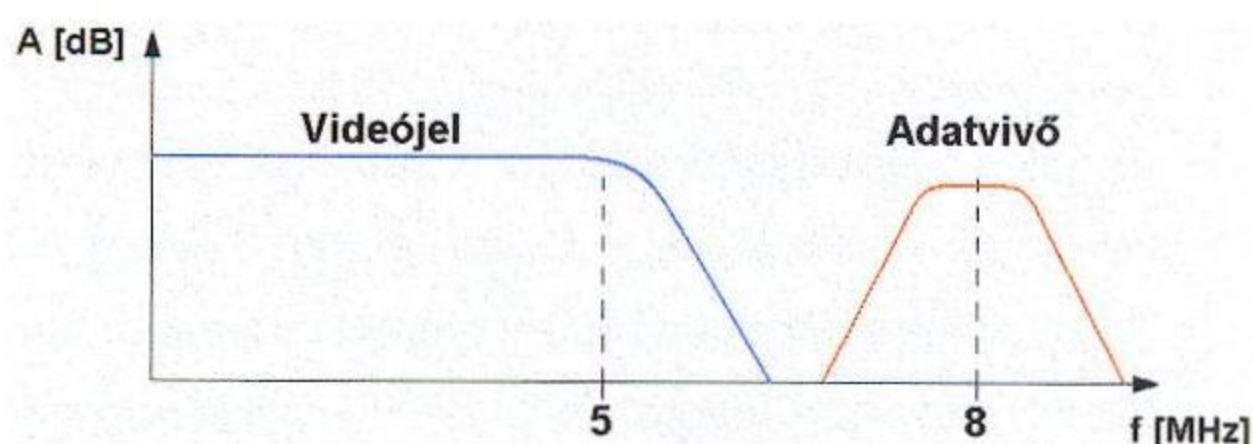
Gauge AWG	Átmérő mm	Kereszt- metszet mm ²	R Ω/km
30	0,255	0,051	349,02
29	0,286	0,064	278,13
28	0,321	0,081	220,02
27	0,350	0,096	185,42
26	0,400	0,126	141,27
25	0,450	0,159	111,95
24	0,500	0,196	90,82
23	0,573	0,258	69,07
22	0,650	0,332	53,61
21	0,723	0,410	43,38
	0,750	0,442	40,27
	0,798	0,5	35,6
20	0,812	0,518	34,36
19	0,912	0,653	27,26
	0,977	0,75	23,73
18	1,024	0,824	21,6
	1,128	1	17,8
17	1,150	1,039	17,13
16	1,290	1,307	13,62
	1,382	1,5	11,87
15	1,450	1,651	10,78
	1,500	1,767	10,07
	1,596	2	8,9
14	1,600	2,011	8,85
	1,784	2,5	7,12
13	1,800	2,545	6,99
12	2,050	3,301	5,39
	2,257	4	4,45
11	2,300	4,155	4,28

272. ábra

Essen még néhány szó a telemetria kommunikációjáról. Számos megoldás létezik az adatok átvitelére. Ez a sokszínűség azonban inkompatibilitási problémákat is felvet, ezért egy nagyobb rendszernél a kommunikációs módról is célszerű részletesebben tájékozódni, illetve praktikus megoldás ugyanazon gyártótól beszerezni a részegységeket is.

Az egyik, kábelezés szempontjából leggazdaságosabb megoldás, a koaxiális vezetéken keresztüli jelátvitel. Ennél a módszernél nincs szükség külön vezetékre, hanem a képátvitel számára telepített koaxiális kábelt használjuk fel az adatok ellenirányú átvitelére is. Két ismertebb eljárás is létezik, a frekvenciaosztásos multiplexálás (FDM) és az időosztásos multiplexálás (TDM).

A frekvenciaosztásos multiplexálás jelspektrumát szemlélteti a **273. ábra**. Az adatjellel moduláljuk a 8-12 MHz-es tartományba eső vivőfrekvenciát. A vivőfrekvencia kiválasztásánál meghatározó



273. ábra

szempont a videojel sáv szélessége. A telemetria vevők mindegyike tartalmaz demodulátort, mely leválasztja a vivőfrekvenciáról a mozgatóhoz és vezérléshez szükséges parancsjeleket.

Az időosztásos megoldásnál -hasonlóan a teletext információátvitelhez- a félképváltási szinkronjelekkel együtt, ezen idő alatt visszük át a vezérléshez szükséges adatcsomagot. Az adatot dekóder segítségével vesszük ki a képi információból.

Az átvihető távolság mindkét megoldásnál bőven meghaladja a koaxiális kábel képátviteli távolságait. Ennek ellenére találkozhatunk nem megfelelő működéssel. Ennek okát legtöbbször a nem megfelelő illesztésben, illetve a frekvenciacsillapításban kell keresni. Ugyanis mindkét megoldásnál a képinformációnál magasabb frekvencián történik az adatok átvitele. Bármilyen hiba, sérülés, deformáció a kábelben, netán rossz kábelimpedanciás lezárás okozhatja a nagyfrekvenciás információ csillapítását, levágását úgy, hogy azt a képtartalomban esetlegesen észre sem vesszük. Ezért ilyen vezérlés alkalmazásakor a megfelelő kábelkiválasztást és telepítést még körültekintően kell végezni.

A többi vezérlési módnál külön vezetékot használunk az adat átvitelére, és külön vezetékot a képtovábbításra. Az adatátvitelre szimmetrikus, csavart érpárt használunk, amelyek specifikációs követelményeit a vezérlőegység gyártója megadja.

Általánosságban elmondható, hogy törekedni kell a minél több (legalább 8-10) csavarásra méterenként.

A motorok számára szükséges tápellátást a vevőegységnél kell biztosítani. Ezeknél a vezérlőknél kommunikációs szempontból négy fő típust tudunk megkülönböztetni:

↳ **Touch-Tone vezérlés:** Egyik legrégebb óta használt vezérlési mód, ahol az információkat DTMF (Dual Tone Multi Frequency system) hangjelek formájában kódoljuk. A hangjeleket két hanggenerátorral

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

274. ábra

állítjuk elő és egyszerre sugározzuk ki. A két hanggenerátor által előállított frekvenciákat és kombinációjuk révén létrejövő üzeneteket szemlélteti a **274. ábra**. Az A,B,C,D karakterek a telefontechnikában ritkán használatosak, a telemetria vezérlőkben viszont a megfelelő (9 feletti) címek megadásánál elengedhetetlenek.

↳ A különböző parancsoknak más és más DTMF hangkódok felelnek meg. Egyfajta kiosztást szemléltet a **275. ábra**. A parancsokat mindig az adott vevő címe előzi meg. Tesztelés esetén a DTMF jeleket arra alkalmas telefonkészülékkel is előállíthatjuk és a forgatót a telefonkészülékről vezérelhetjük.

ZOOM BE 1	TILT FEL 2	ZOOM KI 3
PAN BAL 4	IRISZ ZÁR 5	PAN JOBB 6
FÓKUSZ BE 7	TILT LE 8	FÓKUSZ KI 9
SZELEKT *	IRISZ NYIT 0	STOP #

275. ábra

↳ **RS-422 P protokoll:** Szimmetrikus átvitelt (balanced transmission) használó protokoll, amelyben minden fő áramkör két, nem közös földű vezetékkel rendelkezik. Egy ADÓ több differenciál erősítő bemenetű vevőt képes kiszolgálni, mivel pont-pont típusú összeköttetés helyett itt már üzenetszórásos összeköttetés, ún. multi-drop kiszolgálás van.

Ez a kifejezés azt jelenti, hogy ezeknél a hálózatoknál az összes vevő elem egy adatátviteli csatornán osztozik, amiből az következik, hogy az adó által küldött csomagokat a hálózatra kapcsolt összes vevő veszi, és a csomagban elhelyezett egyedi címinformáció alapján kerül eldöntésre, hogy kinek szól az adott vezérlő információ. A csatornán küldött csomagot a vevők először csak olyan mértékben dolgozzák fel, hogy a cím értelmezésével eldönthessék, hogy a csomag nekik szól-e.

Ezt követően a csomag feldolgozását csak az az állomás folytatja, amelynek címe megegyezett a csomagbeli címmel. Az adatátvitel maximális ajánlott távolsága 1200 m, míg az adatátvitel legnagyobb sebessége 2 Mbit/s.

- ↳ **RS-485 D protokoll:** 1983-ban az EIA szabványaként megjelenő, az RS-422-höz hasonló szimmetrikus átvitelt használó, ugyancsak nagyobb távolságok (max 1200 m) áthidalására is alkalmas vezérlési mód. Előnye, hogy többféle típusú eszköz is támogatja ezt a protokollt. Opcionális fordítókártyákkal különböző dómkamerák illeszthetők hozzá.
- ↳ **Vezetéknélküli jelátvitel:** Általában RS-485-ös protokollt használó többnyire 2,4 GHz-es frekvencián működő telemetriaadó és vevő pár. Előbbiekhez hasonlóan az a vevők itt is önálló címmel rendelkeznek.

16. Központi megfigyelő helyiség kialakítása

Külön megfigyelésre alkalmas központi helyiséget többnyire csak nagy, általában 24 órás felügyelettel rendelkező objektumoknál alakítanak ki. A kisebb rendszereknél a videó rendszer központját valamelyik munkaszobában helyezik el. Az így telepített rendszer jobb esetben elzárva, rosszabb esetben asztalon vagy polcon kerülnek elhelyezésre. Utóbbi esetben előfordul, hogy takarítás közben véletlenül elnyomkodják a különböző konfigurációs beállításokat, és mivel a rendszer nem áll állandó felügyelet alatt, csak valamilyen esemény bekövetkezte után, a visszajátszáskor derül ki, hogy már jó néhány napja nincs rögzítés.

Zárt tárolás esetén gondoskodni kell a megfelelő szellőzésről, mivel a készülékek működésük közben nagy mennyiségű hőt termelnek és ez szűk, rosszul szellőző szekrényben az eszközök gyakoribb meghibásodását vonja maga után. E mellett a magasabb környezeti hőmérsékleten működtetett monitorok élettartama évekkal csökkenhet.

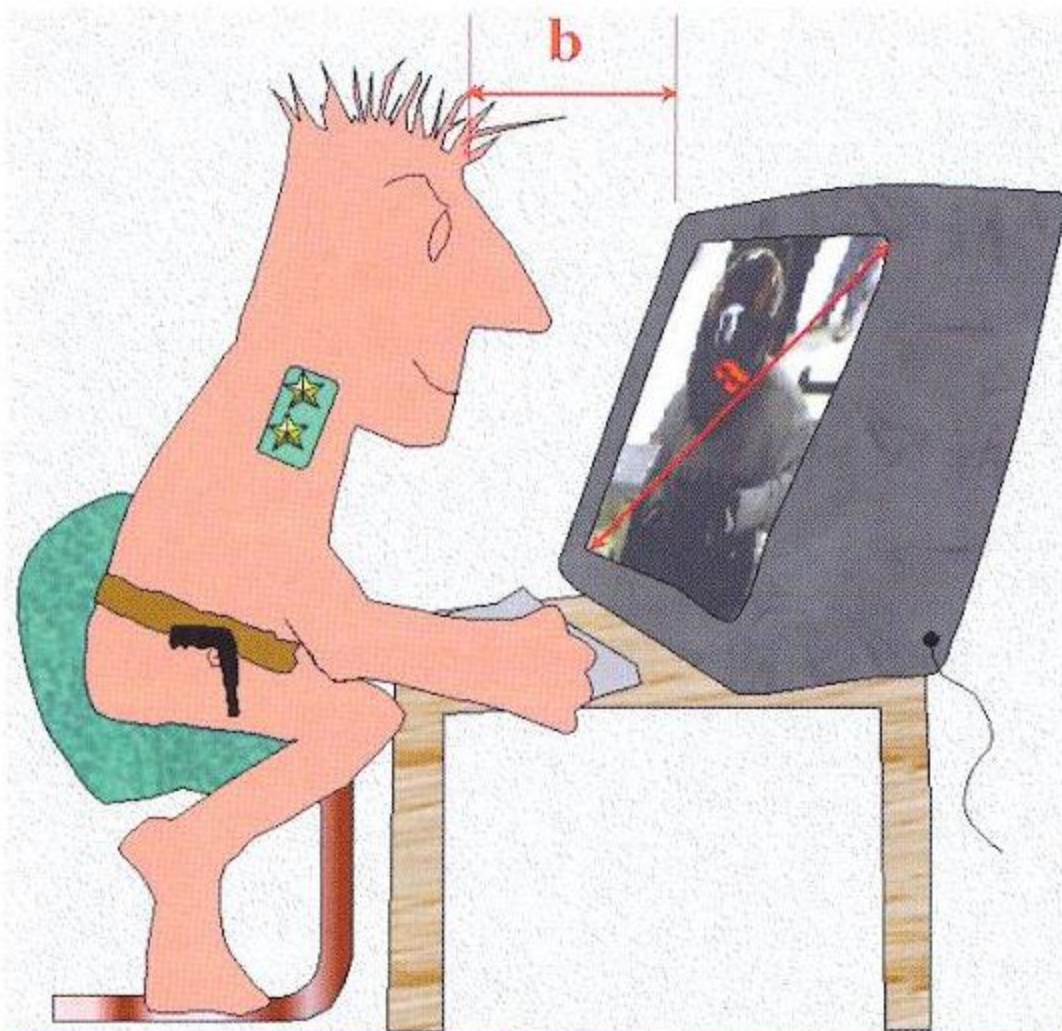
Azoknál az objektumoknál, ahol a videó rendszer képeit állandó, 24 órás biztonsági személyzet felügyeli, a megfigyelésre szolgáló helyiséget igen gondos, körültekintő munkával kell megtervezni. A tervezésnek ki kell terjednie a megfelelő hűtés, fűtés és szellőző rendszerekre, a világításra és nem utolsósorban a biztonságos és ergonómikus munkahelyi környezet kialakítására. Ezekén túl természetesen még számtalan egyéb szempontot is figyelembe kell venni.

Nagyon sokan a klímaberendezésen, vagy a monitorok elhelyezésére szolgáló monitorfalon próbálnak meg spórolni. Nem egy esetben látni, hogy a videó rendszer kezelő és megjelenítő elemei csak egy egyszerű asztalra vannak „lepakolva”, és a biztonsági személyzet ezen asztal mögött, kényelmetlen testtartással kezeli, vagy figyeli a rendszert.

Valamikor a 90-es évek elején történt, hogy egy multinacionális cég cseh képviselője tervezte az egyik fegyveres testület kiemelt objektumának videó megfigyelő rendszerét. Az akkori magyarországi rendszerekhez képest a maga 64 kamerájával, 128/16-os bővíthető mátrix központjával és 4 db 16 csatornás multiplexerével igen kiemelkedő beruházásnak számított. A rendszer, – az azóta már eladásra került cég a BURLE igen jó minőségű termékeiből épült fel, egyszóval minden adott volt egy kiváló rendszer telepítéséhez. Azaz csak majdnem minden, ugyanis egy nagyon lényeges dolog a kimaradt rendszerből, ez pedig a megfigyelő helyiség bútorzata. Azt, hogy a több tízmilliós beruházás kerete erre már nem futotta, vagy a tervezés nem tért ki erre, utólag már nem lehetett megállapítani.

Tény, hogy a monitorok összetolt asztalokra kerültek. Képzeljünk el egy kb. 4 méteres asztalsort, melyen egymás mellett helyezkednek el a monitorok és középen ülve próbálja ezt valaki megfigyelni. A rendszer hatékonyságán végül egy gurulós széssel próbálták javítani, hogy a kezelő az adott monitor elé tudjon gurulni.

A másik sokszor tapasztalható probléma, hogy a takarítószertert követő második legkisebb helyiséget jelölik ki a megfigyelő helyiség céljára. Ne csodálkozzunk, ha ilyen munkakörülmények között a biztonsági személyzet nem az elvárt, odaadó figyelemmel és lelkiismeretességgel végzi munkáját.



Monitor képcső átmérő a	Optimális nézési távolság b(3·a)
9" (23 cm)	0,33-0,69 m
12" (30 cm)	0,53-0,90 m
14" (36 cm)	0,81-1,08 m
17" (43 cm)	0,96-1,29 m
19" (48 cm)	1,10-1,44 m
21" (53 cm)	1,32-1,59 m
23" (58 cm)	1,44-1,74 m

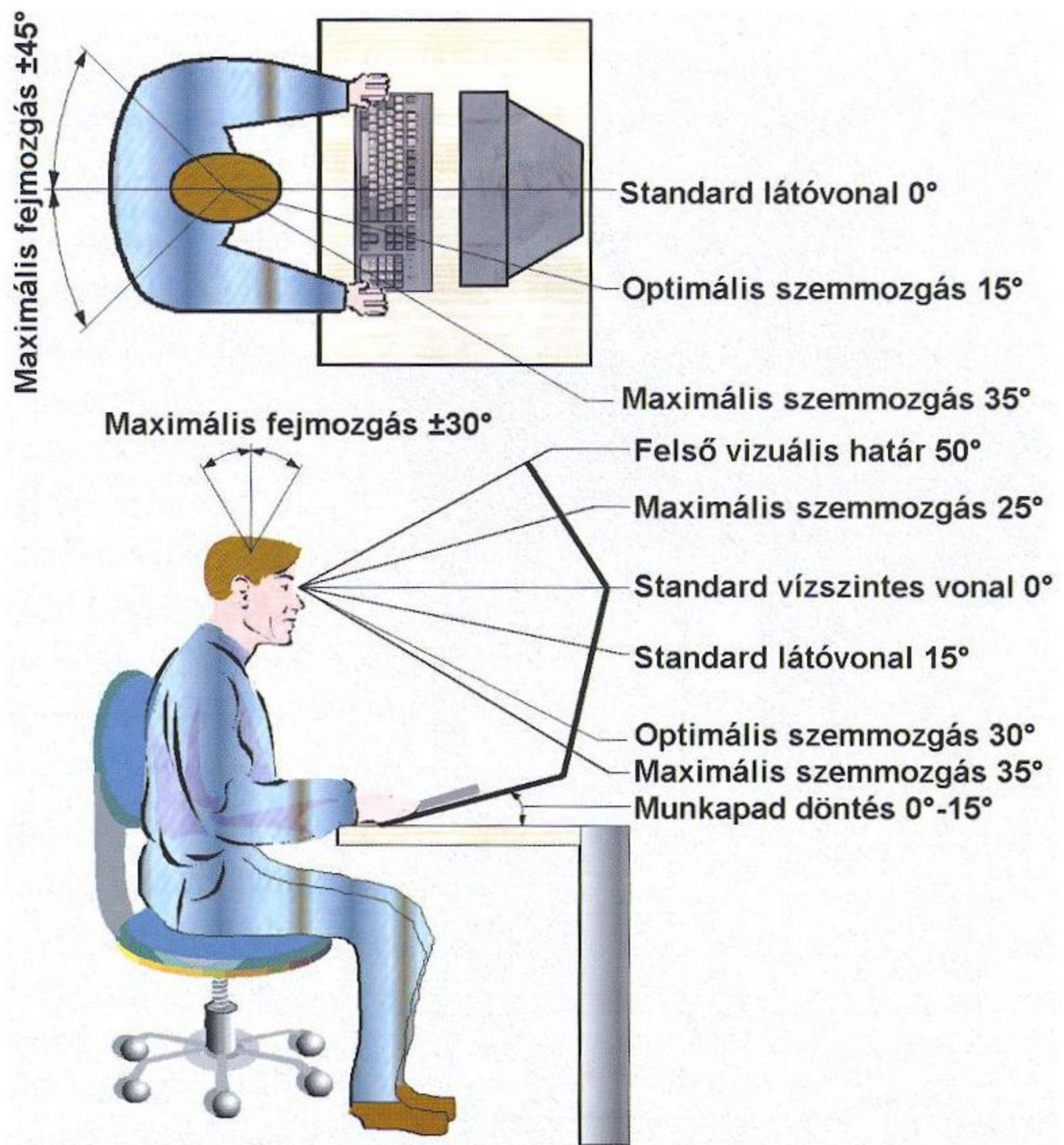
276. ábra

A megfelelő videó központ kialakításához első lépésként el kell dönteni, hogy a megfigyelést hány személy fogja végezni. Ez nagymértékben függ a kiépítendő rendszer nagyságától. Általánosságban elmondható, hogy egy monitoron maximum 4-12 db kameraképet szabad megjeleníteni, valamint, hogy 1 fő maximum 4-10 monitor folyamatos megfigyelésével bízható meg. A pontos értéket az határozza meg, hogy a képeken milyen jellegű tevékenységet kell észrevenni. Egy kombájnokat tároló telepen, ahol a gépek esetleges eltulajdonítását kell megakadályozni akár 10 monitor egyidejű figyelése sem túl megterhelő. Egy bevásárlóközpontban, ahol a bolti lopás kiszűrése a feladat, még a 4 monitoron történő események nyomon követése is sok lehet egyszerre.

A következő tervezési szempont a monitorok nézési távolsága. A távolságot a monitor nagysága határozza meg. Általános elvként elmondható, hogy az optimális nézési távolság a képernyő magasságának az ötszöröse. Mivel monitorokra általánosabban használt szám a képcsőátmérő, így átszámolva azt mondhatjuk, hogy a megfelelő nézési távolság a képcsőátmérő háromszorosa. Néhány általánosabban használt monitor optimális nézési távolsága látható a **276. ábrán**.

A következő fontos szempont a monitorok elhelyezése. Itt figyelembe kell venni, hogy minden 5 foknyi szögkülönbség, ami eltérő a képernyő középvonalától, az átláthatóság szempontjából akár 10 % veszteséget is jelenthet. Ez azt jelenti, hogyha 45 fokban oldalt ülünk a monitortól, akkor akár 50 %-ot, vagy többet is veszíthetünk a kép felismerhetőségéből, átláthatóságából. Ugyanígy ügyelni kell a szem horizont vonalához képest történő sem túl magas, sem túl alacsony elhelyezésre. Hosszútávon mindkét elhelyezés fárasztja a nyaki izmokat. Az optimális elhelyezést szemlélteti a **277. ábra**.

A monitorok elhelyezésénél ügyelni kell azok elektromágneses kisugárzására is. Gyengébb, műanyagházas típusoknál előfordulhat, hogy ez a kisugárzás olyan mérvű, hogy a szorosán egymás mellé rakott monitorok már zavarják egymást. Ez a zavar megnyilvánulhat a kép remegésében, vagy elszíneződésében.



277. ábra

Ilyenkor az egymás közötti távolság megnövelésével orvosolhatjuk a problémát. Előfordulhat, hogy helyszűke miatt a távolságot nem tudjuk növelni. Amennyiben a monitorok bútorba kerültek beépítésre, akkor megoldás lehet a monitorok között lévő bútorlap árnyékoló lemezzel történő bevonása. A legtöbb esetben a kereskedelemben kapható, alufóliánál egy kicsit vastagabb, sütéshez használatos alumínium fóliát pálmatex ragasztóval a bútorlap két oldalára ragasztva megelőzhetjük a monitorok egymásra hatását.

A bútorzat tervezésénél ügyeljünk arra is, hogy a monitorok megfelelően szellőzzenek. Amennyiben már az épület kivitelezése közben van lehetőségünk a megrendelővel, és a légtechnikai tervezővel egyeztetni, praktikus megoldás a bútorzatba az egyik oldalon friss levegőt befújni, míg a másik oldalon a keletkező hőmennyiséget elvezetni.

Amennyiben kellő hely áll rendelkezésre, akkor a monitorfalat célszerű a faltól kellő, 50-60 cm távolságra elhelyezni. Ez könnyebbé teszi a szerelést, illetve a későbbi karbantartást, javítást, és javít a szellőzésen is. Néhány tipikus elhelyezést mutat a **278. ábra**.



278. ábra

Érdemes pár szót szólni a helyiség megvilágításával kapcsolatos tervezési szempontokról.

Köztudott tény, hogy a munkahely megvilágításának minősége nagyban befolyásolja a munkavégzés hatékonyságát. A videó megfigyelő helyiségek többnyire védett területen kerülnek kialakításra, külső belátástól optikailag elhatárolva. Ezt ablakmentes kialakítással, vagy fényvisszaverő fóliával, illetve sötétítő függönyökkel ellátott ablakokkal érik el. A természetes külső fény így nagy részt kirekesztésre kerül, ezért elengedhetetlen a belső mesterséges megvilágítás megfelelő tervezése.

A mesterséges megvilágítás három formája:

- ↳ Közvetlen (direkt) fény: Ennél a megvilágítási formánál a fénysugarak a fényforrásból közvetlenül jutnak a munkahelyekre. A közvetlen megvilágítással maximális világosságot lehet elérni, hiszen a fényforrásból jövő fény 90-100 %-a lefelé, a munkahely felé irányul. A közvetlen megvilágítás hátránya a túlzott fényességkontraszt, a megtévesztő árnyékok és a káprázás kialakulása lehet.
- ↳ Közvetett (indirekt) fény: Ebben az esetben a fénysugár a falakról és a mennyezetről visszaverődve éri el a munkahelyet. Ezt a fényforrás alá helyezett átlátszatlan búrával tudjuk elérni. A közvetett megvilágítással árnyék- és káprázatmentes megvilágítást érhetünk el. Ehhez azonban elengedhetetlen, hogy a fényforrás egy részét úgy takarjuk el, hogy a fénynek 90-100 %-a fölfelé irányuljon. Hosszan tartó folyamatos olvasás esetén a direkt megvilágításnál kisebb fáradtságot, és nagyobb olvasási hatékonyságot tapasztalhatunk.
- ↳ Diffúz (szórt) fény: Ilyen fényt kapunk akkor, ha a fényforrást egy fényáteresztő búrával vesszük körül, amely a fényt egyenletesen szórja szét. Előnye: a diffúz megvilágításhoz kevesebb energiára van szükség. Hátránya: bizonyos mértékű káprázást, illetve nem kívánt árnyékhatást idézhet elő.

A monitor szobában közvetlen fényforrást nem szerencsés alkalmazni, mert annak fénye a monitor homloküvegén visszatükröződve nagyon zavaró lehet. Amennyiben mégis erre kerül sor, akkor azt úgy kell elhelyezni, hogy a monitor mögött és a vizuális felső határ felett (kb. 50° felett a horizonthoz képest) legyen. Ugyanezen elhelyezési szempont kell, hogy érvényesüljön a diffúz fényforrásnál is. A fényerősség megválasztásánál figyelembe kell venni, hogy a monitorok is igen nagy mennyiségű fényt bocsátanak ki.

17. Dokumentáció és karbantartás

A videó rendszer karbantartása a többi vagyonvédelmi rendszerekhez képest (azokat sem lebecsülve) lényegesen nagyobb szakmai felkészültséget és sokrétűbb technikai felszereltséget igényel. Sokszor éppen a nem kellő szakismeret, vagy a karbantartási költségek anyagi fedezetének hiánya okozza azt, hogy a rendszer által szolgáltatott képminőség fokozatosan romlik. Ennek egyenes következménye a rendszer iránti egyre nagyobb érdektelenség, ami előbb-utóbb a videó rendszer tényleges funkcióinak az elvesztéséhez vezet. Az igazsághoz tartozik, hogy a monotonitás is magában hordozza az érdektelenség kialakulásának veszélyét, és ezt csak tovább fokozza az elkoszolódás miatt homályos, vagy éppen zajos, remegő képek látványa.

Mielőtt részletesen elemeznénk a karbantartás során elvégzendő feladatokat, térjünk ki egy kicsit a telepítéshez és karbantartáshoz egyaránt nélkülözhetetlen elemre, a rendszer dokumentációra.

Nagyon sok videó megfigyelő rendszer kerül megvalósításra és átadásra úgy, hogy semmilyen kivitelezési vagy/és megvalósulási dokumentáció nem készül róla. Ennek Magyarországon sajnos több oka is van. Az egyik, hogy a tűzjelző rendszerrel ellentétben a vállalkozót semmilyen konkrét jogszabály, vagy egyéb előírás nem kényszeríti arra, hogy a kivitelezendő, vagy a már elkészült rendszerről tervdokumentációt készítsen. Az anyagi fedezet hiánya miatt sokszor egyébként maga a megrendelő sem igényli ezt.

A másik, hogy a szakmán belül még mindig nem vált kellő mértékben szét a tervezői és kivitelezői szerepkör. A tűzjelző rendszereknél törvény szabályozza, hogy tervezést csak az a személy végezhet, aki az ehhez szükséges ismeretanyagot elsajátította, ebből levizsgázott és így BM OKF oklevéllel, Magyar Mérnökkamarai tagsággal és az ehhez szükséges felsőfokú végzettséggel rendelkezik. Videó rendszerek tervezéséhez ilyen irányú elvárás rendszer még nincs kidolgozva.

Pedig a megfelelő minőségben és részletességgel elkészített videó rendszer tervdokumentáció nem csak a megrendelő, hanem a kivitelező cég érdeke is.

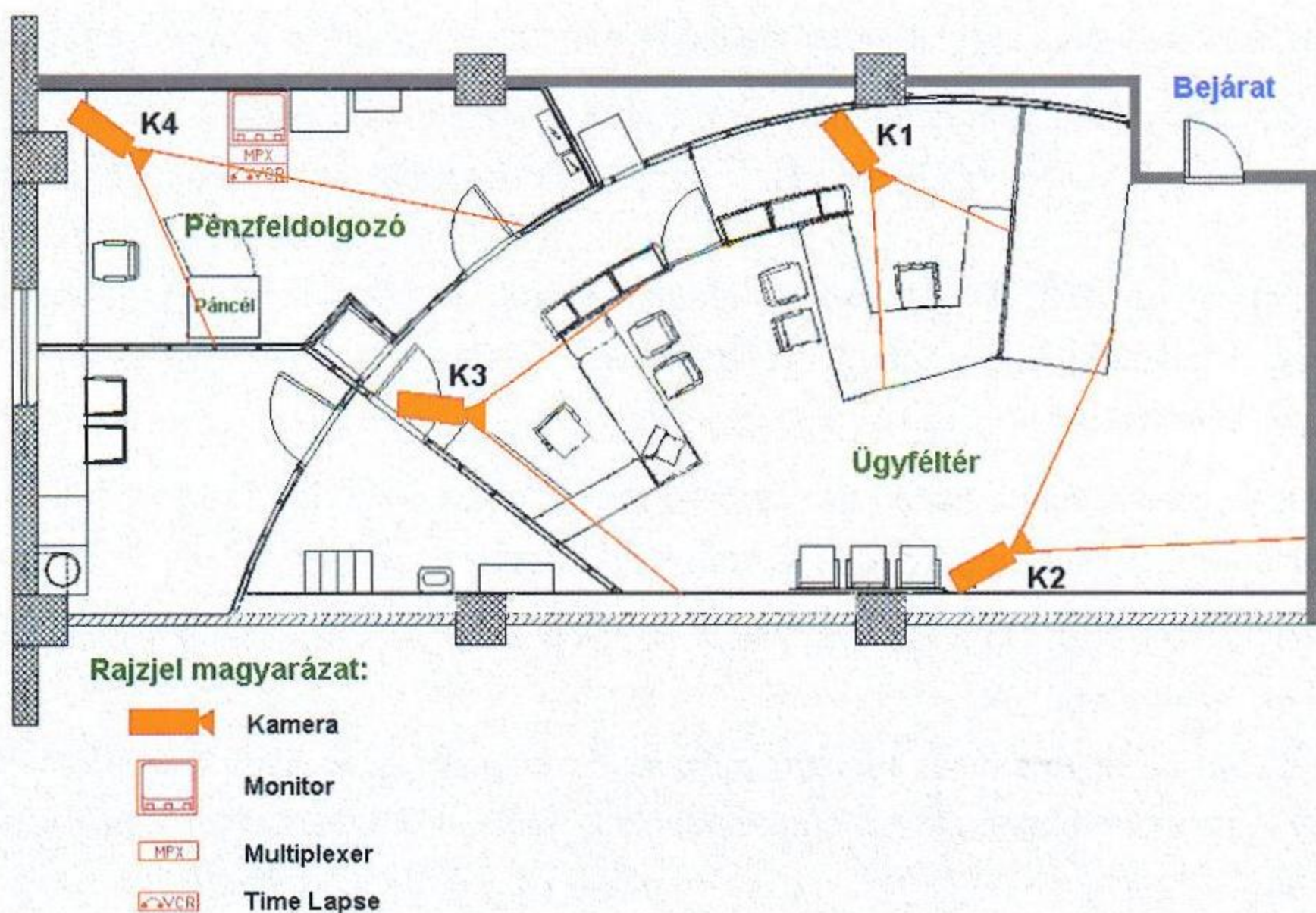
A terv felépítése hasonló a tűzjelző, illetve behatolásjelző rendszerek terveihez, azaz az alábbi elemekből épül fel:

- ↳ Előlap, az objektum és tervező nevével és engedélyszámával, dokumentáció és példányszám azonosítóval, dátummal, terv típussal (tender, kiviteli, megvalósulási, stb.)
- ↳ Tartalomjegyzék

- ↳ Tervezői nyilatkozat
- ↳ Előzmény
- ↳ Objektum (telephely, épület, stb.) rövid leírása
- ↳ Védelmi igény
- ↳ Telepítésre kerülő eszközök specifikációja
- ↳ Üzembe helyezési, telepítési utasítások
- ↳ Karbantartási ellenőrzési irányelvek
- ↳ Anyagjegyzék
- ↳ Rajzjelmagyarázat
- ↳ Rajzok (pl. csövezési, kábelezési nyomvonal, eszköz-elhelyezési, stb.)
- ↳ Mellékletek (engedélyek, bizonylatok)

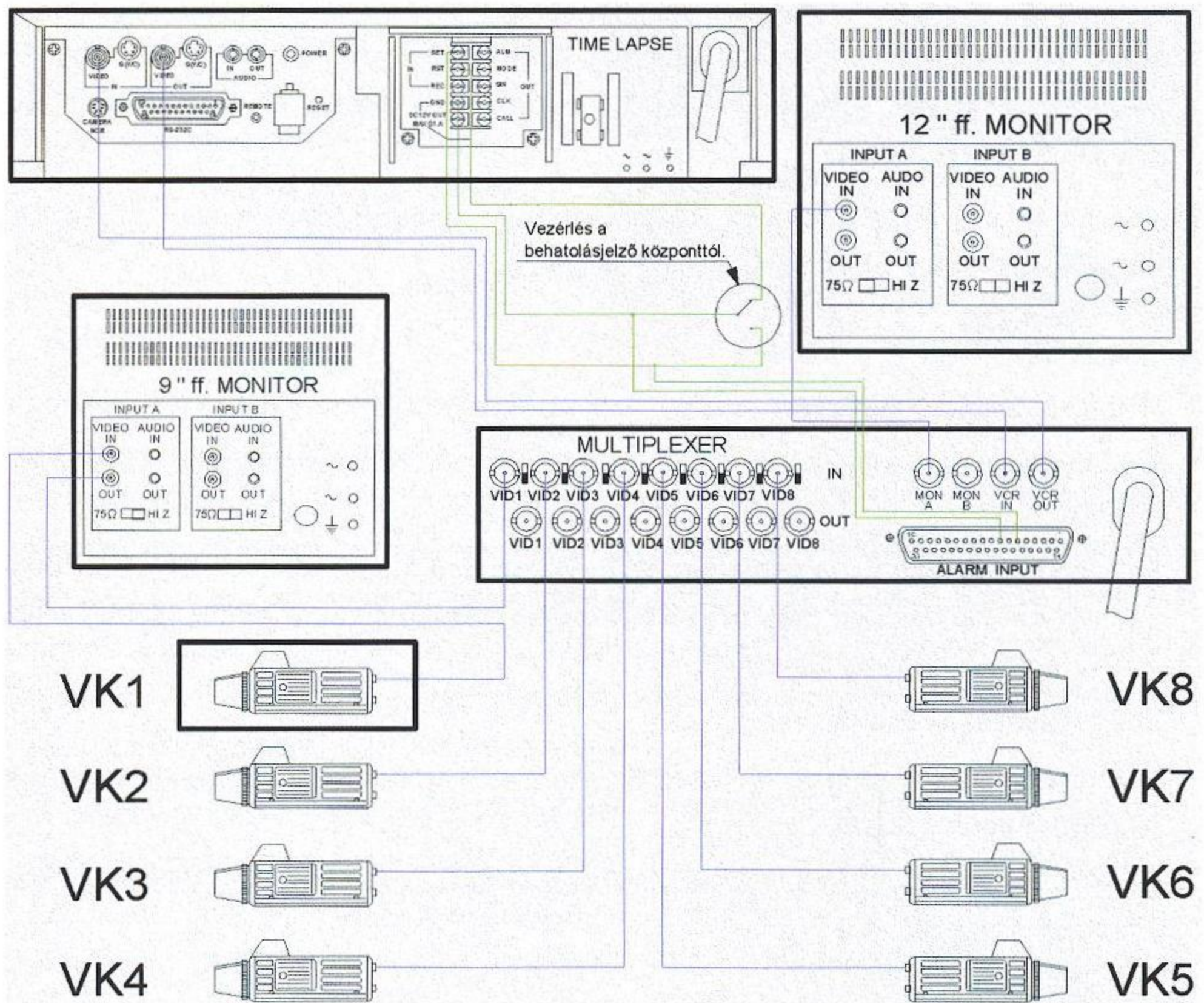
A dokumentációban célszerű rögzíteni a különböző helyen felszerelt kamerák pontos funkcióit. Nagyon lényeges, hogy a tervdokumentációból már a kivitelezés előtt kiderüljön az, hogy a telepítés helyszíne megfelelő körültekintéssel és alapossgal került felmérésre és a megrendelői igények is teljes körűen figyelembe lettek véve.

Ezt úgy érhetjük el, hogy a dokumentációban grafikusán és szöveges formában is leírjuk az általunk tervezett objektív látószögét és a kívánt képkivágás rendeltetését. A grafikus megoldást szemlélteti a **279. ábra**.



279. ábra

A telepítést, illetve a rendszer áttekinthetőségét könnyíti meg a megfelelő részletességgel elkészített elvi összefüggési rajz (280. ábra).



280. ábra

A rendszer átadása során a megfelelően beállított kamerák képeiről célszerű egy-egy sorozatot archiválni, kinyomtatni. Ez történhet pl. videóprinterrel, vagy digitális képrögzítő segítségével normál printerrel. Az elkészült képek a megvalósulási tervdokumentáció részei is lehetnek. Ezentúl a karbantartás során igen hasznos segítséget nyújtanak, amikor a kamerákat a beállítás és tisztítás során elmozdítjuk. A képek segítségével az eredeti képkivágás könnyen visszaállítható.

Ezzel tulajdonképpen rá is tértünk a karbantartási feladatokra. Az eszközök szükséges átvizsgálási feladatait a hozzájuk szállított telepítési, vagy kezelési leírás tartalmazza. Főként nagyobb rendszereknél, vagy ott, ahol a rendszer különleges, vagy általunk addig nem telepített elemekből épül fel, célszerű ezeket a leírásokat telepítés után összegyűjteni és ezek segítségével karbantartási feladatsort összeállítani.

Egy ilyen ellenőrzési lista nem csak a karbantartás átfogó elvégzését segíti, hanem archiválva, a munka elvégzésének tényét és így az esetlegesen kiállításra kerülő számla alapját is képezheti.

A karbantartások, rendszer átvizsgálások legalább évente kétszer történjenek meg. Ti-me Lapse rögzítésnél, gyengébb minőségű szalag alkalmazása esetén ennél sűrűbb tisztításra is szükség lehet.

Ezek után nézzük végig, hogy egy videó megfigyelő rendszer főbb elemein milyen karbantartási feladatokat kell, illetve javasolt elvégezni.

Kamerák:

- ↳ Eszközök külső tisztítása.
- ↳ Optikák, ill. kameraházak üvegének megtisztítása, a ház portalanítása, külső tisztítása.
- ↳ Kültéri kameráknál, ha van a ventilátor, illetve a fűtés ellenőrzése. Ez utóbbihoz - mivel normál esetben csak 5 °C alatt kell, hogy működjön- melegebb időben szükség lehet ún. fagyasztósprayre.
- ↳ Csatlakozások ellenőrzése.
- ↳ Mozgatható kameráknál funkcionális ellenőrzés, a leírásban szereplő esetleges zsírzási pontok kenése.
- ↳ Level, fókusz, backfókusz ellenőrzése, a szükséges beállítások elvégzése (szükség esetén fázisbeállítás).

Monitorok:

- ↳ Monitorok külső tisztítása, képernyőtisztítás.
- ↳ Monitorok beállítása (kontraszt, fényerő, színtelítettség, képeltérítés, képméret, geometriai torzítás, stb. lehetőség szerint).
- ↳ Csatlakozások ellenőrzése.

Képrögzitők:

- ↳ Képrögzitők külső tisztítása.
- ↳ Videomagnóban fej- és szalagpálya tisztítás. A tisztításhoz használjunk tiszta alkoholt, vagy esetleg speciális fejtisztító folyadékot (**281. ábra**).



281. ábra

Ezekon túlmenően léteznek speciális tisztító kazetták is, melyek két fő csoportra oszthatók. Az ún. nedves tisztítók speciális folyadékot tartalmaznak, melyet a tisztító kazettában lévő szalagra kell csepegtetni. A másik csoportot képező száraz tisztítók adalékanyag nélküliek, az ebben lévő szalag speciális kialakítása teszi lehetővé a tisztítást (282. ábra).



282. ábra

Ezeket a kazettákat azonban csak kiegészítő tisztításként használjuk, mivel hatékonyságuk elmarad a manuális tisztítástól! A videófej szakszerű megtisztítása körültekintő figyelmet igényel, mivel igen sérülékeny. Ebből kifolyólag ne használjunk a tisztításhoz kemény, durva anyagot, mert ez könnyen megsértheti a fejet. Kerülendő a szálal anyagok, mint pl. a vatta használata is, mivel a finom rostszálak a fej széleibe beakadhatnak és ez akár töréshez is vezethet, vagy jobbik esetben csak a keskeny fejrést tömítik el, meggátolva a felvételt és lejátszást.

A legjobb anyag a műanyag pálcikára ragasztott szarvasbőr, amely szaküzletekben szerezhető be. Ennek hiányában puha, nem szőszölős fehér, vagy világos textília is megteszi, melyen jól látszódnak a nemkívánatos lerakódások. A tisztítást addig kell folytatni, míg ennek nyomai a rongyon láthatók. A tisztítást kikapcsolt és áramtalanított készüléknél végezzük. A tisztító folyadékkal átitatott pálcát, vagy rongyot merőlegesen nyomjuk neki a fejdobnak, majd a mási kezünkkel tekerjük körbe a fejdobot néhányszor.



283. ábra

Ezt követően tisztítsuk meg a teljes szalagpályát, valamint az audió és a CTL fejet, továbbá a nyomógörgőket és tengelyeket is.

- ↳ Csatlakozások ellenőrzése.
- ↳ Rendszeridő és a programozás ellenőrzése.

- ↳ A kazetták minőségének ellenőrzése, és ha nem megfelelő minőségűek, akkor vagy újat kell adni, vagy a felhasználó felé jelezni kell pl. a munkalapon, dokumentált módon (a karbantartási szerződéstől függően).
- ↳ Próbafelvétel készítése a használatos üzemmódokban, a más rendszer által szolgáltatott vezérlések működésének ellenőrzése.
- ↳ A visszajátszott kép ellenőrzése.
- ↳ A készülék leírásában szereplő rendszerességgel szükség van teljes átvizsgálásra, illetve további karbantartási feladatok elvégzésére is. Ekkor cserére szorulhatnak a szalagvezetés alkatrészei, nyomógörgők, illetve meghajtó szíjak. A cserét követően szükség van műszeres szalagvezetés beállításra. Megfelelő képzettség és szerszámozottság hiányában célszerű ezeket az átvizsgálásokat szakszervizben elvégeztetni.
- ↳ Digitális rögzítőknél a szellőztető ventilátorok ellenőrzése, valamint a leírásában szereplő tesztprogramok futtatása, illetve a merevlemez átvizsgálása.

Switcher, képosztó, multiplexer, mátrix:

- ↳ Eszközök külső tisztítása.
- ↳ Csatlakozások ellenőrzése.
- ↳ Rendszeridő és a programozás ellenőrzése.
- ↳ Funkcionális ellenőrzés.
- ↳ Más rendszer által szolgáltatott vezérlések működésének ellenőrzése.

Egyéb eszközök (infrarefektorok, kameravezérlők, videoszekrények stb.) és feladatok:

- ↳ Kezelőegységek megtisztítása.
- ↳ Csatlakozások ellenőrzése.
- ↳ Szekrények szellőztető ventilátorainak az ellenőrzése.
- ↳ Villámvédelmi berendezések ellenőrzése.
- ↳ Funkcionális ellenőrzés.
- ↳ Szűrőletkapcsolók tisztítása és ellenőrzése.
- ↳ Kül és beltéri csatlakozások átvizsgálása.
- ↳ Külső egységek tömítettségének ellenőrzése.
- ↳ A tápegységek-, és az akkumulátorok töltőfeszültségének ellenőrzése.
- ↳ Az akkumulátor feszültségének ellenőrzése 230 V lekapcsolásával (3 évesnél idősebb akkumulátorok cseréje).

A karbantartás elvégzése során, ha szükséges tartsunk frissítő, ismétlő jellegű oktatást a rendszer kezeléséről. A munka elvégzésének tényét rögzítsük az üzemeltetési naplóban, munkavégzési nyilatkozaton, vagy külön erre a célra rendszeresített karbantartási munkalapon. Amennyiben szükséges tegyünk javaslatot az elhasználódott eszközök cseréjére.

Irodalomjegyzék

- 📖 Andrew F. Inglis: Video Engineering (McGraw-Hill Inc. 1993)
- 📖 Babosa Antal, Danyi Vilmos, Kvasz Mihály: Híradástechnika (Nemzeti Tankönyvkiadó Budapest 2001)
- 📖 Bali József, Böti László, Kántor Csaba: Műholdas műsorszórás (Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1984)
- 📖 Beat Meier: MPEG-2 & MPEG-4 Fundamentals of MPEG Video Compression Algorithms (CCTV focus May/June 2003)
- 📖 Berke József, Hegedűs Gy. Csaba, Kelemen Dezső, Szabó József: Digitális képfeldolgozás és alkalmazásai (VE Georgikon Mezőgazdaságtudományi kar, Keszthely, PICTRON Kft. Budapest, 2001)
- 📖 CCD Image Sensors and Analog-to-Digital Conversion (Texas Instruments, SOCA010/1993)
- 📖 Charlie Pierce: Digital Cameras - Yesterday - Today - Tomorrow (CCTV focus November 1999)
- 📖 Dennis Sajdl: Digital Cctv Challenges And Technologies (CCTV focus, July/August 2001)
- 📖 Don McCclatchie: Digital Video Recorder Problem Solving (CCTV focus, May/June 2002)
- 📖 Douglas Grant: CCTV and the privacy (CCTV focus November 1999)
- 📖 Dr. Vassányi István: Információelmélet (Veszprémi Egyetem, Műszaki Informatika Szak, 2002-2003)
- 📖 DXC-M7P 3-CHIP CCD Video Camera, Theory of Operation Manual (SONY Technical Training Department, 1989)
- 📖 Elek András, Forgó Mihályné, Gnädig László, Sípos Gyula, Sótonyi József, Szeremlei Iván, Varga József: Videotechnika a gyakorlatban (Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1988)
- 📖 Eric Fossum: CMOS Comes off (oe magazine, January 2001)
- 📖 Eugene Trundle: TV and Video Technology, (Newnes, 1996)
- 📖 Herman Kruegle: CCTV Surveillance (Butterworth-Heinemann, 1995)
- 📖 Hirling Endre: Televízió-műsorszórás (Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1994)

- 📖 Interlace Operation in TI Virtual-Phase CCD Image Sensors (Texas Instruments, SOCA009/1993)
- 📖 Jill Jameson: Great Expectations (CCTV Today, November-December/2001)
- 📖 Joe Cieszynski: Closed Circuit Television (Newnes, 2001)
- 📖 John D. Lenk: Lenk's Video Handbook (McGraw-Hill Inc. 1991)
- 📖 JPEG standard; Digital Compression and Coding of Continuous-Tone Still Images, ISO 10918 (ISO/IEC committee JTC1/SC29/WG10)
- 📖 Ladányi Péter, Patkó Tamás, Dr. Ngay Tamás, Máthé József: A digitális képek tömörítése (Magyar Biztonságtechnika, 1998)
- 📖 Michael L. Hilton, Björn D. Jawerth, Ayan Sengupta: Compressing Still and Moving Images with Wavelets (Multimedia System, 1994)
- 📖 Mike Constant and Peter Turnbull: The Principles and Practice of CCTV (Paramount Publishing Ltd. 1994)
- 📖 Mike Constant: Light Transmission Throught Lenses (CCTV Today, May/1997)
- 📖 Mike Constant: Testing Time for Cameras (CCTV Today, May/2001)
- 📖 MPEG standard; Information Technology, Coding of moving pictures and associated audio, For digital storage media at up to about 1.5 MBit/s: ISO CD 11172
- 📖 Pál Endre: Fényképész Szakmai Ismeretek (Könyvkiadó, Budapest 1994)
- 📖 Rabbani M., Jones P.: Digital Image Compression Techniques (SPIE, 1991)
- 📖 Schneider-Kreuznah engineers: Optics for electronic images (CCTV focus May/June 2003)
- 📖 Sipos Gyula: Videomagnók, kameramagnók (Videoton Elektronikai Kft. 1990)
- 📖 Sótonyi József: CCD rendszerű képbontó eszközök I.-III. (Videotechnika 2-4, 1987)
- 📖 Susan G. Hill and Karl H. E. Kroemer: Preferred Declination of the Line of Sight (<http://www.adjustabledesk.com/webstart/art3.htm>)
- 📖 Szabó Balázs: A sokoldalú MPEG (Videopraktika, 1998/9)
- 📖 TC211 Timing of Full Frame CCD Image Sensor (Texas Instruments, SOCA011/1993)
- 📖 TC-241 CCD Image Sensor (Texas Instruments, SOCs006C/1991)
- 📖 Vlado Damjanovski: CCTV (CCTV Labs, 1996)

Tárgymutató

A, Á

abszorpció, 150
AESC, 57
AGC, 66
akceptancia szög, 147
alapszínek, 12
ALC, 106
amplitúdómoduláció, 30
analóg jel, 209
anyag diszperzió, 149
árnyékolás, 138
Auto Shutter, 56
Automatic Electronic Shutter Control, 57
Automatic Gain Control, 66
Automatic White Balance Control, 55
automatikus erősítés szabályzó, 66
automatikus fehéregyensúly, 55
AWB, 54
AWC, 54
AWG, 262
azimut szög, 191
azonosítás, 102

B

Back Light Compensation, 58
Back-focus, 109
BAS jel, 25
beégés, 35
behatolási mélység, 142
BLC, 58

C

C foglalat, 89
C gyűrű, 90

candela, 18
Capstan, 192
CCD, 38
 backside, 125
 betemetett csatornás, 43
 csatornaköz, 44
 dinamika tartomány, 43, 69
 energiagödör, 40
 érzékelő terület, 42
 félkép kiolvasási mód, 46
 formátumok, 86
 Frame Interline transfer, 49
 Frame transfer, 41
 frontside, 125
 Full Frame transfer, 43
 hasznos apertúra méret, 50
 horizontális regiszter, 42, 44
 infraszűrő, 52
 Interline transfer, 44
 Kép kiolvasási mód, 47
 Kép Reszet mód, 49
 Super Dynamic, 69
 színes, 50
 színszűrő, 51
 tárterület, 42
 töltéscsomag, 42
 vertikális regiszter, 44
 veszteségi tényező, 44
 vezérlőfeszültség, 40
CCIR, 22
Chalnikon, 35
CIE színdiagram, 27
C-mount, 89
Contrast Transfer Function, 80
CRT, 168
Crystal-Lock, 63
CTF, 80
CTL, 192, 197, 203, 275

Cs

CS foglalat, 89
csatlakozók, 138
 BFOC, 154
 BNC, 139
 F, 139
 FC, 154
 FDDI, 154
 SC, 154
 SMA, 154
csatolási hibák, 151
csavart-érpáras képátvitel, 166
cselekmény megfigyelés, 103
CS-mount, 89
csőkamerák, 260
csöves kamera, 32

D

DCT, 215
Depth of field, 98
digitális jel, 209
digitális képalkotás, 209
digitális képrögzítők, 224
digitalizálás, 209
diszperzió, 12
diszpozíció, 151
dokumentáció, 271
double-coating, 206
Drop out, 208
DTMF, 264
Dynamic Contrast Control, 58

E, É

EI, 57
elektronágyú, 168
elektronlencse, 169
ellenfény kompenzáció, 58
eltérítés, 171
emulziós réteg, 205
E-üveg, 147
extrinzik veszteség, 151

F

F szám, 93
fast scan, 167
FDM, 153
fejdob, 191
feketedési görbe, 67
felbontás, 66
felületi fényesség, 169
felvevőfej, 184
fény, 9, 10
fényáram, 18, 130
fényerősség, 18
fényrekesz erősítő, 94
fényűrűség, 19
fésűszűrő, 199
flickering, 47
fókusz távolság, 84
forgózsámoly, 254
fotóeffektus, 12
fotoemissziós elv, 32
fotokondukció, 34
fotometriai tényező, 97
foton, 13
Foveon elem, 71
földhurok, 144
főtengely, 192
Frame Interline transfer, 49
Frame transfer, 41
frekvenciaosztásos multiplexálás, 153, 263
fresnel zóna, 167
függőleges felbontás, 66

G

Gamma, 67
gamma torzítás, 169
gamma-torzítás, 67
Genlock, 60
geometriai torzítás, 35
GOF, 147
GOP, 221
görbületi sugár, 143
gradiens profil, 148

Gy

gyűjtőtávolság, 84

H

hajlítási veszteség, 151

helikális letapogatás, 190

Horizontal resolution, 66

horizontális regiszter, 42, 44

Hot Shoe, 96

hullámhossz osztásos multiplexálás, 152

hullámvezető diszperzió, 150

I, Í

időosztásos multiplexálás, 263

ikonoszkóp, 32

Imager illumination, 119

impedancia lezárás, 232, 263

infrareflektor, 127

infravörös képátvitel, 164, 261

Infravörös megvilágítás, 128

Interlaced scanning, 24

Interline transfer, 44

intrinzik veszteség, 151

IP hálózat, 228

IP szám, 249

IR CUT filter, 108

IR PASS filter, 107

IRE, 115

J

jel/zaj viszony, 64

JPEG, 214

K

kamera

3 CCD-s, 53

érzékenység, 112, 114, 121

felbontás, 112

fényátfogás, 58

menüvezérelt, 56, 61

méret, 113

széles dinamikatartományú, 68

színes, 113

színes CCD, 50

Wide Dynamic Range, 69

kameratartók, 247

karbantartás, 271

képcső, 168

delta, 172

In-line, 173

PIL, 173

színes, 172

Trinitron, 174

képosztók, 234

képtorzítás, 78

képtömörítés, 211

késéldiffrakció, 162

kétirányú adatátvitel, 162

kevlár, 146

kioltó szint, 25

koaxiális kábel, 61, 134

konvencionális középnapfény, 15

konvergencia hiba, 174

konvergencia szerelvény, 173

környezeti megvilágítás, 124

körszimmetrikus kábel, 134

kromatikus diszperzió, 150

külső szinkronjel, 60

kvadratúramoduláció, 30

kvadrupelex, 187

kvantálás, 210

kvantálási zaj, 211

L

látószög, 87

lavina fotodióda, 146

LCD kijelző, 176

LCD-kijelző, 179

LED dióda, 152

lencse, 75

aszférikus, 76

asztigmatizmus, 78

feloldóképesség, 80
felületi visszaverődési tényezője, 118
gyártás, 76
gyűjtő, 76
határfelbontás, 81
képmező elhajlás, 78
nyíláshiba, 77
színi eltérés, 79
szóró, 75
üstökőshiba, 78
lépcsős profil, 148
léptetőmotor, 257
lézerdióda, 152
Line-Lock, 62
LP, 197
luminofor réteg, 169
lux, 19

Ly

lyukmaszk, 172

M

mágneses eltérítés, 171
mágneses képrögzítés, 184
mágnesszalag, 204
maszkolási funkció, 258
mátrix, 243
megvilágítás, 19, 124
mélységélesség, 98
mikrohullámú képátvitel, 160
mintavételezés, 209
MJPEG, 215
Modulation Transfer Function, 80
módusdiszperzióknak, 148
monitor, 168
 elhelyezés, 268
 lezárás, 181
 nézési távolság, 267
monokromatikus, 12
monomódusú szál, 148
MOS-cellák, 38
mozgás érzékelés, 103
mozgásvektor, 219

MPEG, 218
MTF, 80
multimódusú szál, 148
multiplexer, 236

N

napfénytető, 251
ND spot, 96
ND szűrő, 97, 107, 109
NTSC rendszer, 30
numerikus apertúra, 147

Ny

nyomógörgő, 276

O,Ó

objektív, 74, 82
 ALC, 106
 autoiriszes, 94
 beállítás, 105
 belépő pupillaméret, 100
 DC vezérelt, 94, 105
 Direct Drive, 95
 egyszerű, 82
 fényáteresztő tényező, 118
 belépő pupillaméret, 101
 látószög, 87, 88, 102
 level, 106
 monofokális, 85
 nagy látószögű, 83
 normál, 83
 összetett, 82
 pinhole, 100
 speciális, 100
 tele, 83
 variofokális, 85
 videojel vezérelt, 94
 Zero focus shift, 128
 zoom, 83, 110

OCL, 54
OCML, 54
Optical Power Budget, 159
optika, 74
optikai kábelek, 145
optikai szál, 146
optikai teljesítmény keret, 159
orthikon, 32
Overscan, 179

P

P csatlakozó, 95
PAL rendszer, 31
parabola profil, 149
párna mágnes, 171
PCM-TDM, 154
Phase, 62
Phaser, 62
PIN fotodióda, 146
PIXIM képérzékelő, 72
plazmakijelző, 177, 180
Plumbikon, 34
POF, 147
polár szűrő, 129
polárszűrő, 108
precíziós toroid eltérítő, 174
prepozíció, 259
prizma, 12
PTZ, 254
Pulzuskód moduláció, 154

R

rádiófrekvenciás képátvitel, 163
Rayleigh-szórás, 150
Rekesz, 92
rekeszmotor, 94
remisszió, 17
résmaszk, 173
Resolution, 66
RLE, 216

S

S/N Ratio, 64
sávkövetés, 189
sávszélesség, 24
scanner, 253
Scene illumination, 119
SECAM rendszer, 31
shutter frekvencia, 57
slow scan, 167
soridő, 26
sorkioltási idő, 42
Speed dome, 256
spektrumszínek, 12
sugáráram, 169
S-VHS rendszer, 197

Sz

szabadtéri csillapítás, 160
szálhegesztő, 155
száltisztító, 155
szekvenciális kapcsoló, 230
szemlencse, 11, 21
szenzitometria, 67
szeparáció, 151
szervo áramkör, 94
színes
 kamera, 50
 képátvitel, 26, 27
 televíziós adások, 27
színhőmérséklet, 12, 13, 14, 15
színjelleg, 16
színkeverés
 additív, 17
 szubszatraktív, 17
szinkronbemenet, 61
szinkrongenerátor, 61
szinkronizáció, 60, 112
szinkronjel, 25, 60
 képszinkron, 25
 sorszinkron, 25, 26
színkülönbségi jel, 29, 52
színsegédvívő, 30
színszóródás, 12
szöghiba, 151

T

T bevonat, 97
T elosztó, 62
tápellátás, 112
tápvonal, 181
telemetria vezérlő, 262
telepítési hiba, 104
telepítési magasság, 104
televíziós
 kép, 22
 műsorszórás, 21
Temporal redundancy, 218
Time Basic Corrector, 112
Time Lapse, 199, 201
timer, 203
tisztítás, 275
tömörítési algoritmus, 211

U, Ú

Unweighted, 65

Ü, Ű

üvegszál karcoló, 155

V

váltott soros képletapogatás, 24
Vertical resolution, 66
vertikális regiszter, 44
VHS rendszer, 190, 196
videó központ, 230
Video Noise Meter, 64
videojel, 25
Vidikon, 35
view finder, 88
vignettálás, 81
világosságjel, 194, 199
visszaverődési tényező, 117, 121
vízszintes felbontás, 66
vonalpár, 80

W

Wavelet, 222
WDM, 152
Weighted, 65
Wide Dynamic Range, 69

Z

zoomátfogás, 258

Kiadja és nyomtatta:

BM Nyomda Kft.

1149 Budapest, Fogarasi út 26/B.

Felelős vezető:

Peringer József ügyvezető igazgató

Kiadványszerkesztő:

Kiss János

Megrendelés sorszáma: **8311**



0000110100010101000
001110101010000111100110
01010000110100101010001001
0011101101001011101011001111010101000011010010101000100111001101110
1010110011110101010000110