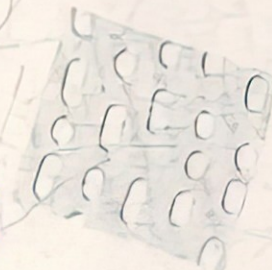
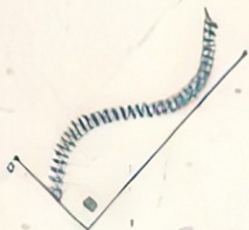


# PC-MŰHELY

# 5

## CD – Kompaktlemez



COMPACT  
**disc**  
DIGITAL AUDIO  
RECORDABLE

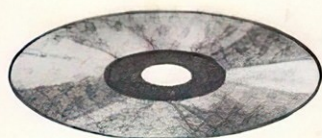
COMPACT  
**disc+**  
DIGITAL AUDIO



**DVD**



COMPACT  
**disc**  
RECORDABLE



COMPACT  
**disc**  
DIGITAL AUDIO  
EXTENDED  
CAPACITY

COMPACT  
**disc**  
PRO-LOGIC  
BACKLASH



COMPACT  
**disc**  
DIGITAL AUDIO  
GRAPHICS

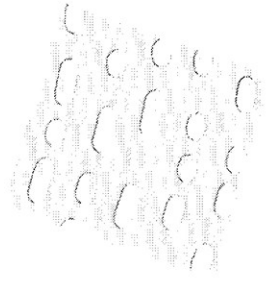
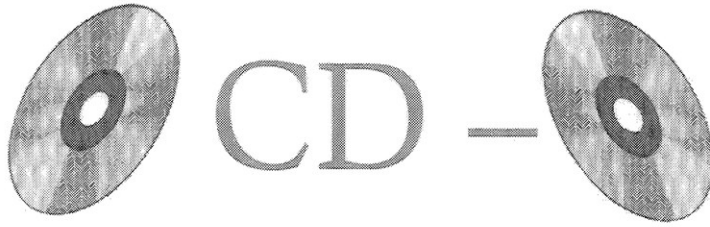
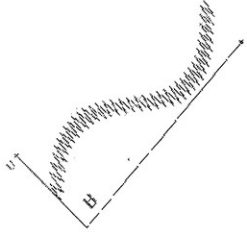


Ila László

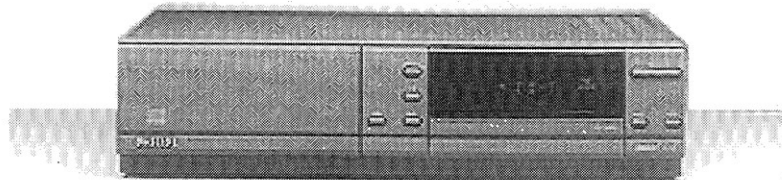


# PC-MŰHELY 5

## CD - Kompaktlemez

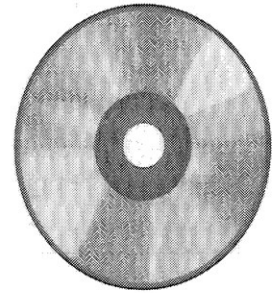
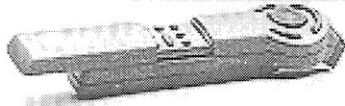


COMPACT  
**disc**  
DIGITAL AUDIO  
Recordable

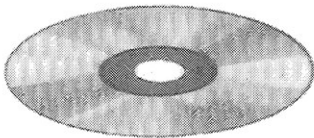


COMPACT  
**disc+**  
DIGITAL AUDIO

**DVD**

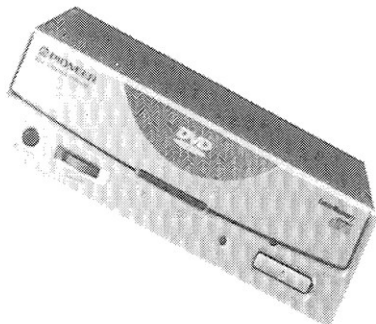
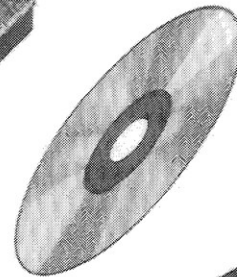


COMPACT  
**disc**  
Recordable

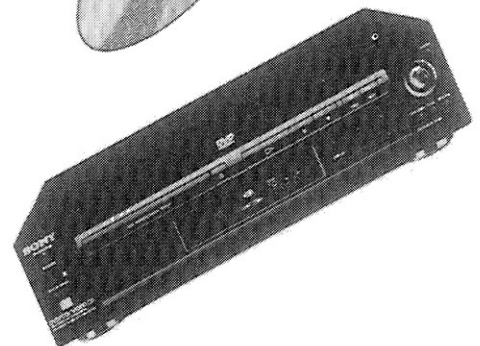


COMPACT  
**disc**  
DIGITAL AUDIO  
EXTENDED  
GRAPHICS

COMPACT  
**disc**  
PHOTO  
AUDIO CD



COMPACT  
**disc**  
DIGITAL AUDIO  
GRAPHICS



Ila László



---

# PC-MŰHELY 5



---

Ila László

**CD**

**Kompaktlemez**

Panem



Copyright © Hungarian edition Panem Könyvkiadó Kft., 1998

Panem Könyvkiadó Kft.  
1385 Budapest, Pf. 809

ISBN 963 545 142 3

A kiadásért felel a Panem Könyvkiadó ügyvezetője, Budapest, 1998

Lektorálta: dr. Kovács Imre  
Felelős szerkesztő: Ságghi Márta  
Műszaki szerkesztő: Érdi Júlia  
Borítóterv: Érdi Júlia

Készítette a Kaposvári Nyomda Kft. – 180552  
Felelős vezető: Mike Ferenc

A Panem könyvek megrendelhetők a 06-30/488-488 mobiltelefonon,  
illetve az 1385 Budapest, Pf. 809 levélcímen.

panem@mail.datanet.hu  
<http://www.datanet.hu/panem>

Minden jog fenntartva. Jelen könyvet, illetve annak részeit tilos reprodukálni,  
adatrögzítő rendszerben tárolni, bármilyen formában vagy eszközzel – elektronikus,  
fényképeszeti úton vagy más módon – közölni a kiadók engedélye nélkül.



# Tartalomjegyzék

1. **Bevezetés** 9
  
2. **Digitális audió CD (CD-DA)** 16
  - 2.1. CD-DA adathordozó 18
    - 2.1.1. A CD-DA előállítása 22
    - 2.1.2. Az információ kódolása 25
      - 2.1.2.1. Alacsony szintű kódolás 26
      - 2.1.2.2. Alcsatornák 30
      - 2.1.2.3. Hibajavítás 33
  - 2.2. Digitális hangrögzítés 37
    - 2.2.1. Hamis jelek 40
    - 2.2.2. Mintavételezés és kvantálás 41
    - 2.2.3. Dither 43
    - 2.2.4. Túlmintavételezés 44
    - 2.2.5. Egyéb kódolási technikák 45
  - 2.3. Digitális hangvisszaadás 48
    - 2.3.1. Olvasási folyamat 48
    - 2.3.2. Digitális/analóg átalakító 51
    - 2.3.3. Kimeneti mintavételezés és szűrés 58
    - 2.3.4. Időalap korrekció 60
  - 2.4. CD-DA-olvasó 61
  - 2.5. CD-DA továbbfejlesztések 64
    - 2.5.1. CD+G 65
    - 2.5.2. CD TEXT 67
  
3. **CD-ROM** 69
  - 3.1. CD-ROM adathordozó 70
    - 3.1.1. Alcsatornák 73
    - 3.1.2. A hibajavítás 2. szintje 74
    - 3.1.3. Kevert módú lemez 77
    - 3.1.4. CD-ROM/XA 78
  - 3.2. CD-ROM-meghajtó 81
    - 3.2.1. Mechanikus felépítés 82
    - 3.2.2. Optikai rendszer 85
    - 3.2.3. Sebesség 91

- 3.2.4. Meghajtó elektronika 93
- 3.2.5. Meghajtó interfész 94
- 3.3. Logikai felépítés 99
  - 3.3.1. ISO 9660 99
    - 3.3.1.1. Bővítések 100
    - 3.3.1.2. Szintek 101
  - 3.3.2. ISO 9660/DOS és Windows 102
    - 3.3.2.1. Alapfogalmak 103
    - 3.3.2.2. Szerkezetek 104
- 3.4. CD-ROM programozás 115
  - 3.4.1. Eszközmeghajtó program 115
  - 3.4.2. MSCDEX.EXE 126
  - 3.4.3. ATAPI, CD-ROM-csomag interfész 131
    - 3.4.3.1. ATAPI átviteli protokoll 133
    - 3.4.3.2. ATA típusú parancsok 138
    - 3.4.3.3. ATAPI csomagparancs 141
  - 3.4.4. Programpéldák 149
    - 3.4.4.1. Az MSCDEX lekérdezése 150
    - 3.4.4.2. CD-ROM lekérdezése 151
    - 3.4.4.3. Meghajtó interfész 152
    - 3.4.4.4. Lemezkapacitás 155
    - 3.4.4.5. Lemez tartalomjegyzék-táblái 156
    - 3.4.4.6. Audió 157
- 3.5. Telepítés 160
  - 3.5.1. Eszközmeghajtó program 165
  - 3.5.2. MSCDEX.EXE 166
- 3.6. Hibakeresés, karbantartás 169
- 3.7. CD-ROM-paraméterek – példa 175
- 3.8. Kérdések és válaszok 177
  
- 4. CD-ROM/XA formátumú lemezek 182**
  - 4.1. CD-I 182
    - 4.1.1. CD-I felépítés 183
    - 4.1.2. Minta CD-I-paraméterek 189
    - 4.1.3. CD-I Ready lemez 191
    - 4.1.4. CD-I-hídlemez 192
  - 4.2. CD-Extra lemez 193
  - 4.3. Photo CD 194
    - 4.3.1. Képtárolás 195
    - 4.3.2. Photo CD-formátumok 197
    - 4.3.3. Photo CD-olvasás 199
    - 4.3.4. Photo CD paraméterek – példa 200
  - 4.4. Videotárolás CD-n 201

- 4.4.1. Digitális videoalapok 201
- 4.4.2. MPEG tömörítés 209
- 4.4.3. Laserdisc (LD) 212
- 4.4.4. DVI 215
- 4.4.5. Video CD 216
- 4.4.5.1. Video CD-paraméterek – példa 219
- 4.4.5.2. Kérdések és válaszok 221
  
- 5. Írható CD-lemezek 222**
- 5.1. CD-MO 223
- 5.1.1. CD-MO adathordozó 225
- 5.2. CD-R 228
- 5.2.1. CD-R adathordozó 228
- 5.2.2. CD-R adathordozó – példa 235
- 5.2.3. CD-R-meghajtó 236
- 5.2.4. CD-R-meghajtó – példa 237
- 5.2.5. CD-R írási módszerek 238
- 5.3. CD-RW 245
- 5.3.1. Fázisváltáson alapuló felvétel 246
- 5.3.2. Festékpolymeres felvétel 247
- 5.4. Kérdések és válaszok 248
  
- 6. DVD 251**
- 6.1. DVD-adathordozó 254
- 6.1.1. DVD-adatformátum 259
- 6.1.2. ISO 9660/mikro UDF állománykezelő rendszer 262
- 6.1.3. DVD és a Microsoft operációs rendszer 265
- 6.2. DVD-meghajtó 265
- 6.3. DVD-könyvek 269
- 6.3.1. „A” könyv (ROM) 270
- 6.3.1.1. DVD-ROM-meghajtó – példa 272
- 6.3.2. „B” könyv (video) 273
- 6.3.2.1. Videoformátumok 277
- 6.3.2.2. Hangformátumok 287
- 6.3.2.3. Minta DVD-Videolejátszó 292
- 6.3.3. „C” könyv (audió) 293
- 6.3.4. „D” könyv (írható) 294
- 6.3.5. „E” könyv (újraírható) 294
- 6.4. Kérdések és válaszok 296

**Kislexikon 299**

**Irodalomjegyzék 315**

**Tárgymutató 319**

# Köszönetnyilvánítás

Egy ehhez hasonló könyv megírásához nagyon sok gyártótól és fejlesztőtől kell összegyűjteni az adatokat. Itt mondok köszönetet mindazoknak, akik hozzásegítettek a könyv megírásához.

Köszönet illeti dr. Baráth Istvánt, a VTCD Videoton vezérigazgatóját a könyv írásához nyújtott komoly és alapos szakmai támogatásáért, valamint munkatársait értékes tanácsaikért.

Köszönetet mondok a lektornak, dr. Kovács Imrének, a Budapesti Műszaki Egyetem Híradástechnika Tanszék docensének, aki részletekbe menően átnézte és jobbította a kéziratot.

Köszönöm mindazoknak a kollégáimnak és a szerkesztőség munkatársainak, akik észrevételeikkel és munkájukkal segítettek a könyv végső formájának kialakításában.

*Ila László*



# 1. Bevezetés

---

Folyamatos nyomás nehezedik az információtároló eszközökre, hogy egyre nagyobb kapacitással és egyre megbízhatóbban működjenek. Néhány évenként meglepő újdonsággal szolgálnak a technológiai áttörés és fejlődés eredményeként megjelenő háttértárolók. A klasszikus mágneses tárolók (hajlékonylemez, merevlemez, mágnesszalag) az optikai rendszerű tárolók komoly kihívásával néznek szembe. Az optikai rendszerekre jellemző, hogy az írás és olvasás lézersugárral történik. Nevüknek megfelelően optikai eljárást használnak (fényvisszaverődés, polarizáció, fényszórás, fénytörés) az adatok írására, olvasására. Ezeket a tárolókat Compact Disc-nek, Laser Disc-nek, Mini Disc-nek stb. nevezték el.

Az optikai elven működő tárolók analóg és digitális jelek rögzítésére is alkalmasak. Az analóg lemezeket elsősorban játékfilmek, jelenetek vagy egyedi képek rögzítésére használják. A digitális rögzítés sokkal szélesebb körben terjedt el, főképp az audió (hang) CD-nek és a számítógépes CD-nek köszönhetően. Az audió kompaktlemez szinte teljesen kiszorította a piacról a hagyományos hanglemezeket.

Az optikai tárolók négy olyan tulajdonsággal rendelkeznek, melyek a mágneses technológia fölé helyezik őket. Először az optikai tárolók hihetetlenül nagy tárolási sűrűségét kell megemlíteni. Ennek oka, hogy a fény sokkal kisebb felületre fókuszálható, mint a mágneses tárolók elemi tárolófelülete. A jelenleg elérhető sűrűség kb. tízszerese a merevlemeznek, és a várható fejlesztések 100-szoros sűrűséget prognosztizálnak.

A második előnyös tulajdonság az élettartam. Az optikai tárolók élettartamát évek helyett évtizedekben mérik. A CD-k életében eddig eltelt idő alapján a várható élettartamot nem tudjuk pontosan megbecsülni, a gyorsított öregedésvizsgálatok alapján (típustól függően) kb. 10–100 évre tehető ez az érték. A következő jellemző az adathordozó ára. Tekintve, hogy az optikai adathordozó előállítási költsége általában alacsony, az árat lényegében a lemezen lévő programok, adatok, zeneszámok és egyéb információk piaci értéke határozza meg. Gondoljuk meg, hogy egy üres, egyszer írható CD-lemez ára kb. 10 darab hajlékonylemez árával egyezik meg, a tárolási kapacitása pedig kb. 400-szoros. Végül, de nem utolsósorban az optikai adathordozó cserélhetőségét kell kiemelnünk. A cserélhetőség nagyobb adatbiztonságot jelent, hiszen a használaton kívüli lemezt zárt helyen tárolhatjuk. A merevlemezhez képest a CD kevésbé érzékeny a külső mechanikai hatásokra, de ütéssel, karcollással vagy agresszív gázzal tönkretelhető.

Miért nem szorítja ki azonnal az optikai adattároló a mágnesest? Ennek több oka is van, melyek közül kettőt emelünk ki. Az egyik ok a ROM rövidítésben rejlik, azaz a *csak olvashatóságban* (Read Only Memory). A CD-írók egyre terjednek ugyan, de az író ára miatt még sok idő telik el a széles körű elterjedésig. A másik ok az adatok elérési sebessége. A CD-k adatátviteli sebessége még a 24-szeres sebességű meghajtónál is messze elmarad a több fejvel olvasó, gyorsabban forgó merevlemezétől.

A CD optikai tároló mint rendszer két részből áll: az információt rögzítő adathordozóból, melyet CD-nek neveznek, és az adatok felírására vagy olvasására szolgáló eszközből, melyet az adathordozón lévő adatoktól függően meghajtónak (pl. CD-ROM, CD-R) vagy olvasónak (pl. CD-DA, Photo CD) hívnak. Az adathordozó és meghajtó fogalmát gyakran keverik, akár csak a hajlékonylemezénél. Az angol terminológia a *disk* és *disc* szavakat is megkülönbözteti egymástól. A *disk* a számítástechnikában azt jelenti: törölhető lemez (azaz mágneslemez), a *disc* viszont az optikai, és egyéb nem törölhető lemezre, korongra (pl. frisbee) utal.

„Kinek kell ez az új ezüstlemez?” – kérdezték többen is Jan Timmertől, a Philips egyik vezetőjétől 1982-ben Athénban a fogyasztói elektronikai ipar konferenciáján. Az audió CD óriási sikere a fogyasztói

piacon méltó válasz volt a kételkedők kérdésére. A számítógépes fejlesztők és piackutatók hamarosan rájöttek, hogy a digitális hangadatok helyett digitális számítógépes adatok is rögzíthetők a lemezre. Ez volt a CD-ROM születésének pillanata. Az audió CD (CD-DA, Compact Disc - Digital Audio) leírását a Philips és a Sony cégek 1982-ben jelentették meg a Vörös Könyvben, és ezzel elkezdődött a színes könyvek korszaka.

A Vörös Könyv szolgált alapul a CD-ROM műszaki adatainak kiadásához, melyet szintén a Philips és a Sony jelentetett meg a Sárga Könyvben 1984-ben, és a Microsoft Corporation dolgozta ki hozzá az állománykezelő rendszert. A hang, video és animációs (azaz a multimedia) programokhoz az eszközök fejlesztése nem állt le. A CD-I (Compact Disc Interactive) formátum lehetővé tette a felhasználó tevékeny beavatkozását a program folyásába. A vonatkozó előírásokat a Philips és a Sony a Zöld Könyvben foglalta össze 1987-ben. A CD-I látszólag hasonlít a CD-lejátszóhoz, de a beépített számítógép lehetővé teszi, hogy közvetlenül összeköthessük egy televízióval, és interaktív programokat futtathassunk a rendszeren. A CD-I-szabvány alapján jött létre 1988-ban a CD-ROM továbbfejlesztése CD-ROM/XA (kiterjesztett architektúra) néven, mely multimédiaként vonult be a köztudatba.

A Photo CD kifejlesztése a Kodak és a Philips cégektől származik (1991), elsősorban a hagyományos fénykép kiváltására szánták. A Photo CD-hídlemez, azaz több szabvány (Sárga és Zöld Könyv) között teremt kapcsolatot. A lemezeket természetesen olvassa a Photo CD-lejátszó, ezenkívül néhány fogyasztói lejátszó (például CD-I-olvasó) és a számítógépbe épített CD-ROM-meghajtó.

A Video CD-lemez több mint 70 perc MPEG-1 tömörítésű videoanyagot tud tárolni. A Video CD-szabványt a Philips, a Sony és a JVC cégek dolgozták ki 1993-ban. Ez volt a Fehér Könyv 1.1 változata. 1994 eleje óta a Philips olyan lemezeket ad ki, melyeken CD-I egybefüggő szekvenciális videofelvételek vannak Video CD-formában a korábbi CD-I mozifilm formához képest. 1994-ben a Philips, a Sony, a Matsushita és a JVC a Video CD 2.0 változatát határozta meg. Az előírások több interaktivitást tesznek lehetővé, mint az 1.1 változat, és nemcsak szekvenciális videóra, hanem interaktív alkalmazásokra is alkalmasak a lemezek.

Új formátumot jelentett be 1996-ban a Philips és a Sony, mely végül a CD-Extra nevet kapta. Ez a lemez a multimédia piacot célozta meg, és teljesen kompatibilis a hang CD-vel. Ha CD-DA-olvasóba tesszük, csak a hangfelvételeket játszhatjuk le a lemezeiről, CD-ROM/XA-meghajtóban viszont a digitális adatok (például képek vagy teljes multimédia alkalmazások) is elérhetők. A CD-Extra műszaki leírása a Kék Könyvben jelent meg. 1995 óta sok multimédia CD több rendszerben is lejátszható kivitelben készül. A legtöbb ilyen lemez Windows és Apple Macintosh platformon használható. Hibrid CD-nek nevezik, mert mind az ISO 9660 állománykezelő-rendszert, mind az Apple HFS-t (hierarchikus állománykezelő-rendszer) támogatja. A hibrid CD adatsávja CD-Extra lemezre is tehető. Ha erre a lemezre még kiegészítő CD-I adatot is elhelyezünk, egy különleges CD-Extra lemezhez jutunk, melyet Rainbow (szivárvány) CD-nek neveznek. Ez a lemez hang CD-lejátszóban, PC-ben, Apple Macintosh gépen és CD-I-olvasóban is használható.

A CD-lemezek házilag történő írása a CD kezdete óta létező igény. Többféle írható CD létezik: CD-MO (magneto-optikai), CD-R (egyszer írható), CD-RW (többször írható). A formátumok első meghatározása 1990-ben jelent meg a Narancs Könyvben. A CD-R-írók borsos áruk ellenére egyre szélesebb körben terjednek CD-másolás vagy felhasználóprogram prototípusának elkészítésére. Az utóbbi időben az írható CD-k új területen is hódítanak: biztonsági mentés céljára is kiválóan megfelelnek. Adatmentés céljára 1995-ben a Philips és Sony új tárolót fejlesztett ki. A CD-RW- (újraírható CD) meghajtó képes az adatokat törölni a lemezeiről, és helyükre új adatokat írhat. A CD-RW adathordozó fázisváltás technikán alapszik, mely teljesen optikai megoldás, és kb. százezer újraírást tesz lehetővé. A CD-RW eszközök felülről kompatibilisek a CD-R eszközökkel. Minden létező CD-formátum el tudnak olvasni, és igény esetén CD-R formában is írni. A vonatkozó műszaki adatok a Narancs Könyv III. fejezetében jelentek meg.

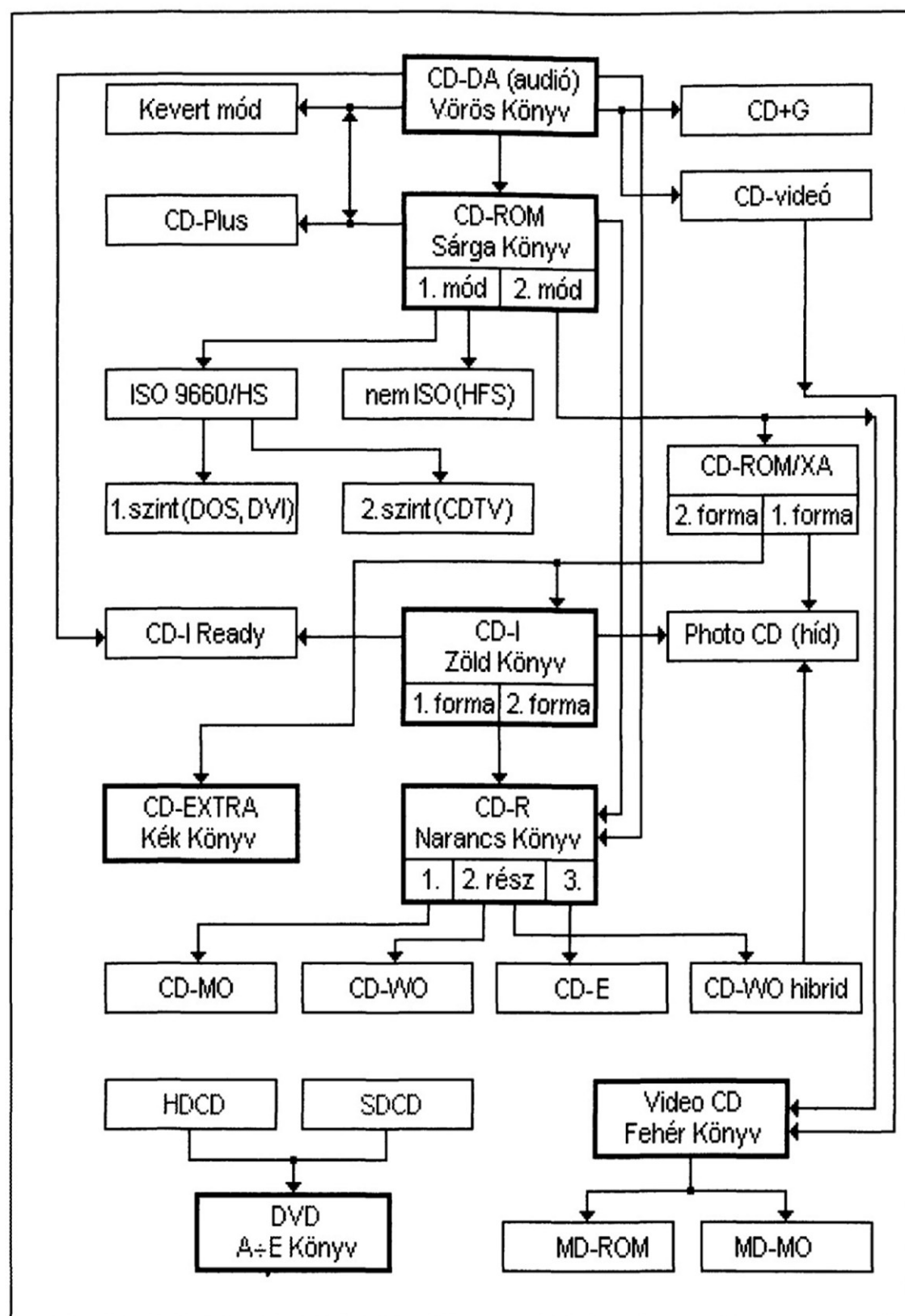
Szintén 1995-ben jelentették be a nagy sűrűségű lemezformátumot, melyen legalább 4,7 Gb-ot adat tárolható. A lemezeken először mozi-filmeket adtak ki. A korábban két úton folyó fejlesztéseket egyesítve készült el a DVD lemez, elsősorban a következő cégek közreműködésével: Hitachi, JVC, Matsushita, Mitsubishi, Philips, Pioneer, Sony, Thomson, Time Warner és Toshiba.



A következőkben összefoglaljuk a színes könyvekhez kapcsolódó szabványokat, és a könyvek rövid tartalomjegyzékét.

- Vörös Könyv (digitális audió CD, CD-DA)
  - 16 bites PCM hangelőírások
  - lemezelőírások (fizikai paraméterek is)
  - optikai rendszer (a lézer hullámhossz, a numerikus apertúra, a lyuk [pit] mérete és a sávsűrűség értéke)
  - eltérések és blokk hibaarány
  - modulációs rendszer és hibajavítás
  - vezérlő- és kijelzőrendszer (alcsatornák)
- Sárga Könyv (számítógépes adat CD, CD-ROM és CD-ROM/XA)
  - lemezelőírások (Vörös Könyv)
  - optikai rendszer (Vörös Könyv)
  - modulációs rendszer és hibajavítás (Vörös Könyv)
  - vezérlő- és kijelzőrendszer (Vörös Könyv)
  - digitális adatszerkezet (szektorszerkezet, ECC és EDC hibakezelés)
  - lemezformátum (csak XA, Q csatorna és 2. mód)
  - ISO 9660 alapú adat-visszakereső rendszer (csak XA)
  - B és C szintű ADPCM hangkódolás (csak XA)
  - videokép-kódolás (csak XA, állóképek)
- Zöld Könyv (interaktív CD, CD-I)
  - CD-I lemezformátum (sávfelépítés, szektorszerkezet)
  - ISO 9660 alapú továbbfejlesztett adatvisszakereső-rendszer
  - A, B és C szintű ADPCM hangkódolás
  - valós idejű videoadatok tárolása
  - RTOS operációs rendszer
  - CD-I minimális hardverkonfiguráció
  - MPEG alapú mozgóképbővítés
- Narancs Könyv (írható CD, CD-MO, CD-R és CD-RW)
  - 1. rész: többször írható magneto-optikai lemez (CD-MO)
  - 2. rész: egyszer írható lemez (CD-R)
  - 3. rész: többször írható optikai lemez (CD-RW)
 Mindhárom rész a következő szekciókat tartalmazza:
  - előírások az üres és felírt lemezekre
  - előformázás (motorvezérlő információ az írás során)

- adatszerzés (csatolás a különböző időpontban felírt adatok között)
- ajánlások a különböző paraméterek mérésére (pl. visszaverődés, optimális teljesítményvezérlés stb.)



1-1. ábra. CD-család

- Fehér Könyv (Video CD)
  - lemezformátum (Video CD információs terület, audió/video sávok, CD-DA-sávok)
  - ISO 9660 kompatibilis adat-visszakereső szerkezet
  - MPEG audió/video sávok kódolása
  - videoszekvenciák, állóképek és CD-DA-sávok kódolása
  - lejátszási szekvencia leíró előre programozott sorrendű lejátszáshoz
  - felhasználói adatmező adatok előre/hátra keresésére
- Kék Könyv (kibővített zenei CD, CD-Extra)
  - lemez- és adatformátum-előírások hang és CD-ROM XA adatszekcióhoz
  - ISO 9660 könyvtári szerkezet
  - MPEG állókép adatformátum
- ABCDE könyvek (DVD)
  - A könyv: ROM
  - B könyv: video
  - C könyv: audió
  - D könyv: egyszer írható
  - E könyv: többször írható

Az 1-1. ábrán a CD-család felépítése és az egyes levelek egymáshoz kapcsolódása látható. Könyvünk a CD-család tagjaival foglalkozik, fontosságtól függően rövidebb vagy hosszabb terjedelemben.

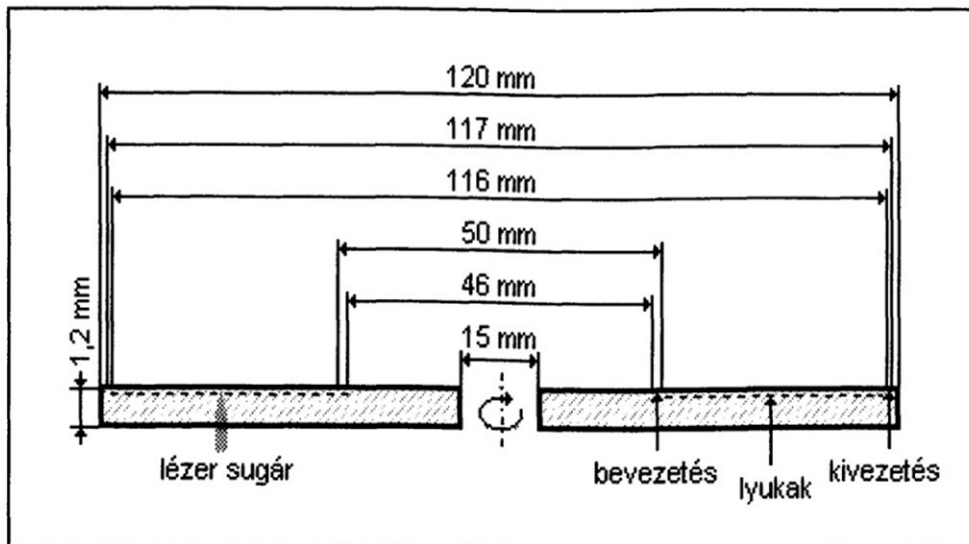
## 2.1. CD-DA adathordozó

A Compact Disc átmérője 120 vagy 80 mm, vastagsága 1,2 mm. A lemez közepén lévő lyuk átmérője 15 mm. A CD-DA-lemez 80 mm-es átmérőjű változatát Compact Disc Digital Audio Single-nek nevezik. Erre a lemezre legfeljebb 21 percnyi hanganyag fér rá. A további adatok csak a 120 mm-es lemezre vonatkoznak. A lemez közepét és szélét nem használják információ tárolására, a lemezből csak az 50–116 mm átmérő közötti tartományra kerül adat, azaz a hasznos felület sugárirányú hossza 35,5 mm. A CD adathordozó anyaga polikarbonát, és az adatok csak a lemez egyik oldalára vannak felírva. A felületet vékony alumínium- (vagy arany-) réteggel vonják be a jobb fényvisszaverő tulajdonság eléréséhez. A tükröző felületet egy vékony lakkréteg védi a sérüléstől. Az információt a hanglemezhez hasonlóan spirális felületen tárolják, de a spirálvonal CD esetén a lemez közepén kezdődik és a széle felé halad. Két egymás melletti spirális sáv távolsága  $1,6 \mu\text{m}$ , így a lemez sávsűrűsége 1600 tpi (sáv/hüvelyk) lehet. Ez sokkal nagyobb, mint a hajlékonylemez (96 tpi) vagy merevlemez sávsűrűsége (néhányszor száz tpi). A lemezen lévő sávokat egyenes vonalba fektetve kb. 5,2 km hosszú szalagot kapnánk. Az átlagos CD felületén kb. 20 000 spirális sáv alakítható ki, egy sávban kb. 30 Kbájt adat fér el.

A legenda szerint a hang CD játékidéjének meghatározásakor a Philips vezetői felkeresték Herbert von Karajan karmestert, és megkérdezték tőle, milyen hosszú zenedarabhoz méretezzék a lemezt. A mester szerint Beethoven IX. szimfóniája az a zenemű, melyet megszakítás nélkül kell hallgatni, így a hang CD maximális hossza 74 perc 33 másodperc lett. Az olvasás minőségének romlását vállalva a lemezre írás 76 percre növelhető.

A lemez felülete három tartományra osztódik. A bevezető (lead-in) 46 mm átmérőnél kezdődik és az 50 mm-es átmérőig tart. A bevezetőben nem tárolnak hangadatot, csak alcsatorna információkat (TOC, tartalomjegyzék-tábla). A bevezető felületet a lézerfej szinkronizálására használjuk, hogy a hangadatok olvasása biztonságosan kezdődhessen. A programtartomány a lemez 50 és 116 mm-es átmérője között képezi az érdemi részt. A kivezető (lead-out) tartományban (116 és 117 mm-





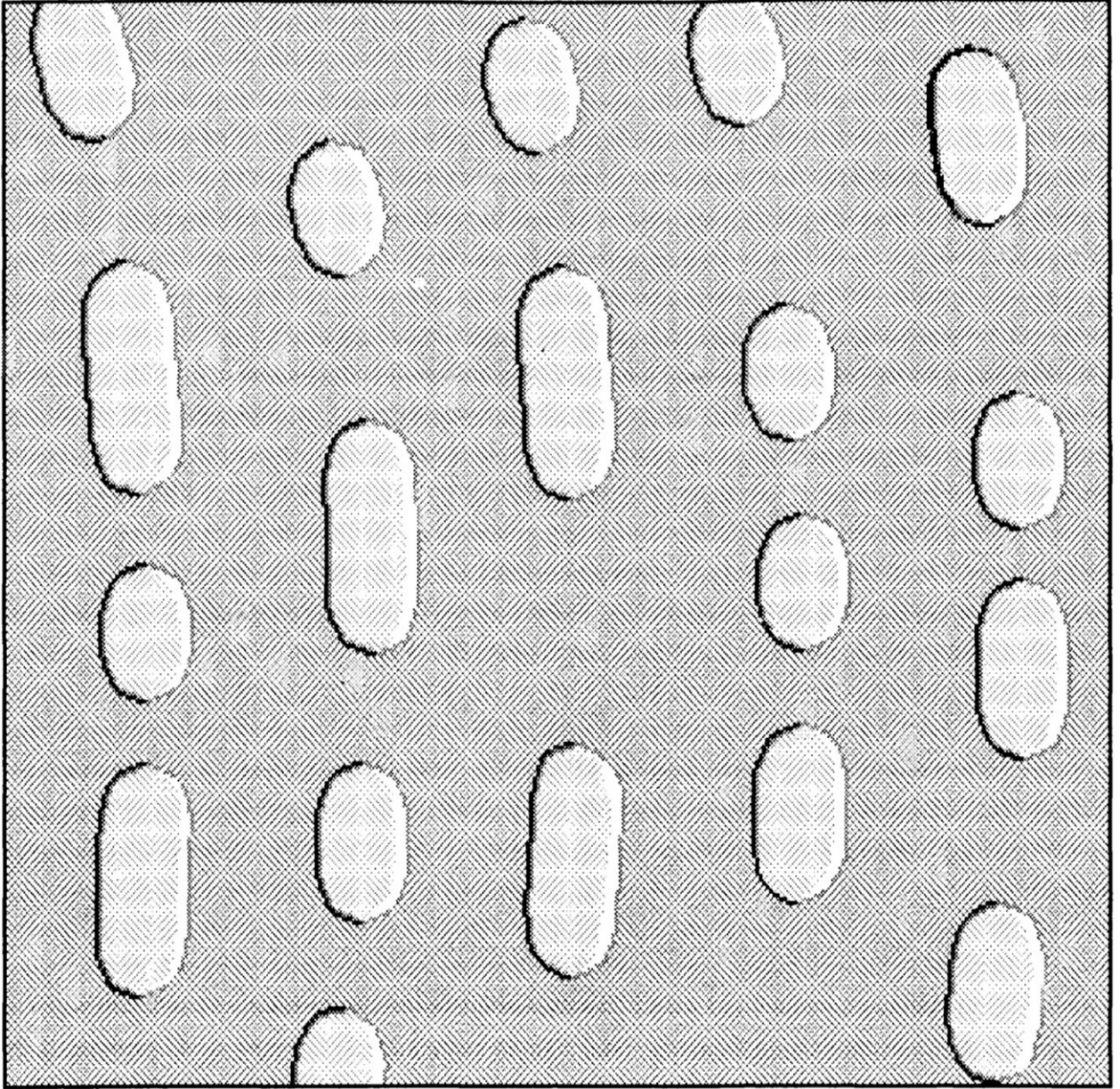
2-1. ábra. CD fizikai adatok

es átmérő) sincs tárolt adat. A külső átmérő pontos mérete a felvett zenei anyag hosszától függ.

Néhány CD-lemez felvétele vagy a felvétel feldolgozása analóg módon készül. A lemezen látható három betűs kód (DDD, ADD, AAD) három művelet analóg vagy digitális voltát jelzi. Ezek a műveletek: felvétel, szerkesztés, sokszorosítás. Az ADD például analóg felvételt, digitális szerkesztést és sokszorosítást jelent. Az ADD- és AAD-lemezek nem szükségszerűen rosszabb minőségűek, mint a DDD.

Minden audió CD készítésekor a felírás állandó lineáris vagy kerületi sebességgel történik, melynek értéke 1,2 vagy 1,4 m/sec lehet. Az állandó lineáris sebesség (Constant Linear Velocity, CLV) azt jelenti, hogy a beégetőfej állandó sebességgel írja a lemezt, akár a belső, akár a külső gyűrűk felett áll. Ebből két dolog következik: egyrészt a lemezre írt lyukinformáció mérete a lemez teljes felületén állandó (de a tárolt kódtól függően változhat), másrészt a lemez fordulatszámát csökkenteni kell, ahogy a fej a lemez közepétől kifelé halad. A sebesség változásának aránya 2,52. Azok a lemezek, melyek 60 perc játékidővel rendelkeznek, 1,4 m/sec sebességet, a hosszabb lemezek 1,2 m/sec sebességet használnak. A CD-lejátszó számára a tényleges sebességnek nincs jelentősége, mivel a szervorendszer automatikusan 4,3218 MHz-es csatornabite sebességre állítja a fordulatszámot (a csatornabitekről később esik szó).

A fényvisszaverő felület spirális sávján mikroszkopikus lyukak (pit) és ép felületek (land) találhatóak. A bináris információ a lyukak hosszá-



2-2. ábra. CD felülete erős nagyításban

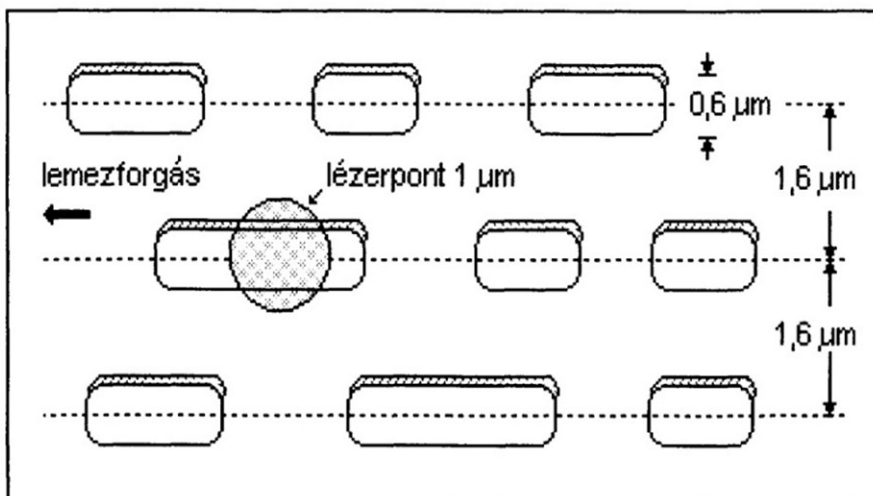
ban és a lyukak közötti szünetek hosszában van kódolva. A lyuk szélessége  $0,6 \mu\text{m}$  mélysége  $0,12\mu\text{m}$ . Az alacsony szintű kódolásból következően (l. később) az egybefüggő lyukak (vagy ép felületek) hossza  $1,4 \text{ m/sec}$  lineáris sebességnél legalább  $0,833 \mu\text{m}$  ( $3T$ ), de nem haladhatja meg a  $3,054 \mu\text{m}$  ( $11 T$ ), ahol  $T$  az egy csatornabit tárolásához szükséges hosszúságot (vagy időt) jelenti.  $1,2 \text{ m/sec}$  lineáris sebességnél a csatornabit tárolásához  $0,278 \mu\text{m}$  hosszú felület tartozik.

A lézersugár hullámhossza  $780 \text{ nm}$ , azaz nem látható, mert az infravörös tartományba esik. A lézersugár a lemez közepétől kifelé halad, a fordulatszám pedig folyamatosan csökken. A letapogatás során az optikai fejből egy alacsony teljesítményű lézersugár fókuszálódik a le-

meztányér felületére. A fókuszált sugár átmérője  $1\ \mu\text{m}$ . A visszavert fény az optikai fejbe jut, majd egy tükörrendszer vetíti egy fényérzékelő elemre. A lemeztányér optikai tulajdonságainak és a fellépő interferenciának köszönhetően különböző mennyiségű fény verődik vissza a lyukakról és az ép felületről. A modulált visszavert fény az optikai fej fényérzékelőjében elektromos jellé alakul.

Az optikai rendszer lézersugara a lemezt alulról éri. A lemez felületéhez érve áthatol a polikarbonát hordozón, és közben megtörik. A hordozó fénytörési mutatója  $1,55$ . A fénytörésnek, a lemez vastagságának és a beérkező lézersugár kúpszög szinuszának (numerikus apertúra) megfelelően a lemez felületén még  $800\ \mu\text{m}$  átmérőjű fényfolt a fényvisszaverő felülethez érve már csak  $1\ \mu\text{m}$  átmérőjű lesz. Ez azzal az előnnyel jár, hogy a lemez felületére kerülő apró szennyeződés ( $0,5\ \text{mm}$ -nél kisebb) nem befolyásolja jelentősen az olvasás megbízhatóságát.

A lézersugarat az ép lemezfelületre fókuszálják. A beérkező sugár kb. 70%-a visszaverődik a lemezfelületről. A lyukak mélysége a lézer hullámhossz negyedével egyenlő. A lézer hullámhossza a polikarbonát hordozóban kb.  $500\ \text{nm}$  értékre csökken, melynek egynegyede  $125\ \text{nm}$ . A lyukakról visszaverődő sugár fél hullámhosszal kevesebb utat tesz meg, és a beérkező sugarak jó részét kioltja. A visszavert sugár erőssége emiatt az interferencia miatt, és a lyukak rosszabb tükrözőképessége miatt jelentősen kisebb, mint az ép felületről visszavert sugáré (kb. 25%). Kicsit zavaró, hogy a CD-lemezen lévő lyukakról beszélünk, holott a lézersugár ténylegesen apró dudorokról verődik vissza. A CD



2-3. ábra. Lézersugárfolt a lemez felületén



gyártásával foglalkozó részben láthatjuk, hogy a polikarbonát hordozóba valóban lyukakat préselnek, de a lézersugár az ellenkező oldalról éri a lemezt, és negatív lyukakkal, azaz dudorokkal találkozik.

A CD felbontása a lézersugár frekvenciájához igazodik, a 780 nm hullámhosszúságú lézerrel ennél lényegesen nagyobb adatsűrűséget nem lehet elérni. A nagy kapacitású CD-lemezeknél ezért magasabb frekvenciájú lézert (kék) használnak.

Tekintve, hogy a CD-lemezen az információ egy folyamatos spirálban van tárolva, a lemez egy adott pontjának azonosítására a merevlemez sáv/szektor meghatározása nem használható. A lemez valamely helyét úgy tudjuk azonosítani, ha megadjuk a lemez elejétől mért távolságát időben. Az audió CD legfeljebb 79 percnyi anyagot tartalmazhat. Néhány CD-ROM a lejátszási időt 60 percre korlátozza, mert az utolsó 14 perc a lemez szélétől 5 mm-re esik. Ebben a tartományban már nehezebb a pontos gyártás, és gyakori a lemez elpiszkolódása is. Később látni fogjuk, hogy a lemez szektor (keret) tagolású, és másodpercenként 75 keretet olvas a meghajtó. A CD-felület egy adott pontjának meghatározása eszerint

perc (0–79) : másodperc (0–59) : keret (0–74)

paraméterekkel vagy ennek megfelelő 32 bites számmal történik.

### 2.1.1. A CD-DA előállítás

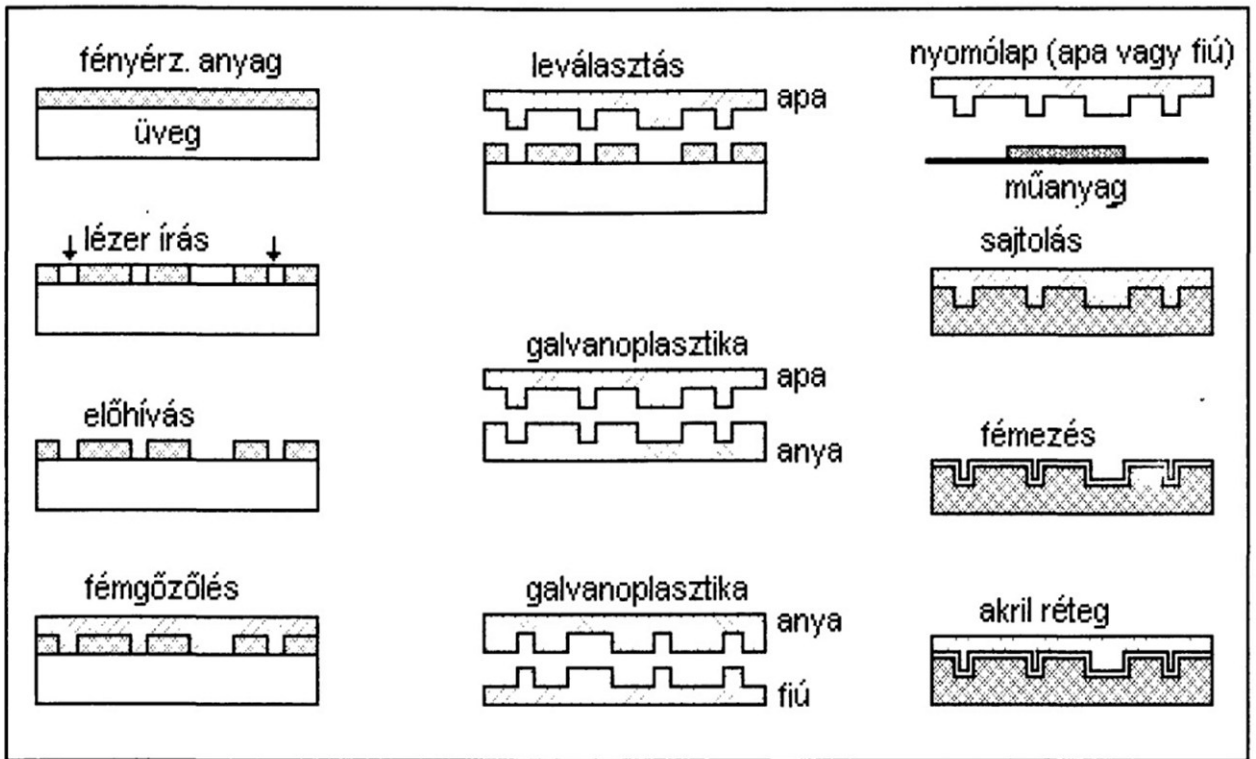
A CD készítése nagyon összetett feladat, az előállítás lépései attól függenek, hogy lehet-e, és hányszor lehet írni a lemezre. Lényegében három csoport különböztethető meg. Az első csoportba tartoznak a CD-DA és CD-ROM típusú lemezek, a másodikba az egyszer írható (CD-W), a harmadikba pedig a többször írható lemezek (CD-MO, CD-RW). A típusok közötti különbség a működési mechanizmusból és a lemezek eltérő szerkezeti felépítéséből adódik. Könyvünk jelen fejezetében csak a CD-DA gyártásával foglalkozunk. Az írható lemezek írási módszereire az egyes típusok taglalásakor térünk vissza.

A Philips és a Sony CD-k gyártástechnológiájának kidolgozásakor öt, egymástól jól elkülönített lépést határoztak meg:



- adatok előkészítése (premastering);
- mesterlemez készítése (mastering);
- nyomólemez készítése elektrogalván technikával (electroforming);
- sokszorosítás fröccsöntéssel;
- ellenőrzés/csomagolás.

A mai modern gépsorokon néhány művelet összevonható, így három művelet jellemzi a gyártást: előkészítés, mesterlemez/nyomólemez készítése és fröccsöntés/csomagolás.



2-4. ábra. A CD-gyártás lépései

### Az adatok előkészítése

A mesterlemez készítése előtt az adatokat elő kell készíteni. Ebbe esetleg beletartozik a programfejlesztés is. A különböző állományok és adatok logikai szerkezetet képeznek, és a megfelelő ipari szabvány szerint vannak formázva, melyeket konvertálni kell a digitális információ előállításához. Az információ ellenőrzése és szükséges javítása után létre kell hoznunk a CD eredeti képét. A tárolandó adatokhoz szinkronbájtokat, fejlécinformációt, hibaérzékelő és javító kódokat kell

adnunk. A CD-re írandó hangállomány minden információját létrehozuk és mesterszalagra írjuk. A mesterszalag 3/4 hüvelykes U-matic szalag, 9 sávós mágnesszalag vagy 8 mm-es szalag lehet. A szalagon lévő információ megfelel a lemezen kialakítandó írásképnek (lyukak és ép felületek sorozatának). A CD gyakran használt ellenőrzési módja, hogy a nagy sorozat gyártása előtt készítünk egy CD-R-lemezt.

### *Mesterlemez készítése*

A mesterlemez készítése (mastering) során az információt nagy teljesítményű lézerbeégető (Laser Beam Recorder, LBR) segítségével egy üveg-mesternek nevezett üveglemez fényérzékeny felületére írjuk. Ezt a folyamatot elektronikus képalkotásnak (imaging) nevezik.

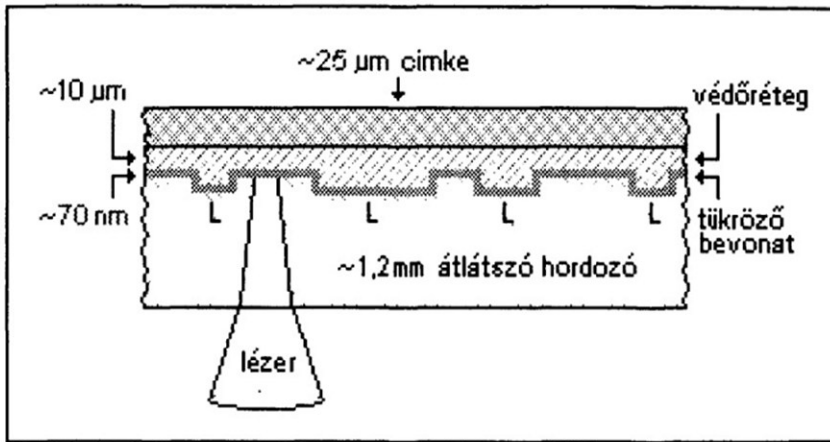
A kb. 240 mm átmérőjű és 6 mm vastag üveglemez felületét megtisztítják, fény hatására polimerizálódó bevonatot képeznek rajta, és néhány óráig szárítják. A bevonat vastagsága kritikus. A mester-adathordozó adataival vezérelve a lézer beírja a fényérzékeny felületbe a lyukak sorozatát. A lézersugár hatására a fényérzékeny felület polimerizálódik. Közvetlenül a felírás után az üveglemezt előhívják. Az előhívó az üveglemez fényérzékeny felületéből kimossa a lézer által megvilágított lyukak sorozatát. A lyukak mélységét az exponáló lézernyaláb ereje és az előhívás paraméterei határozzák meg. A következő lépésben az üveglemez fényérzékeny felületét vékony ezüstbevonattal látják el. Elméletileg az üveg-mesterlemez már használható lenne a gyártáshoz.

### *Nyomólemez készítése*

Az üveg-mester elektrogalvanizáló fürdőben nikkelbevonatot kap, melyet leválasztanak az üveglemezről. Ezt a nikkelbevonatot apalemeznek hívják, és az üveg-mester tükörképét tartalmazza, azaz a lyukak helyett apró dudorok, kiemelkedések vannak rajta. Az apalemezről lemaratják a rajta maradt fényérzékeny anyagot és ezüstréteget, majd újabb nikkelréteget növesztenek rajta (anyalemez). Az apa- és anyalemez szétválasztása után az anyalemezre nikkel fiúlemezt növesztenek. A CD gyártásához a fiúlemezt használják negatív nyomólemezként, de az apalemezből is lehet nyomólemez.

### Sokszorosítás

A nyomólemezt fröccsöntő gépbe helyezik, és polikarbonát lemezt készítenek róla. A polikarbonát hordozót elsősorban kiváló optikai tulajdonságai és jó megmunkálhatósága miatt választották. A fröccsöntés időtartama kb. 4-5 másodperc. A polikarbonát lemezre nagyon vékony tükröző fémbevonat (50–100 nm alumínium, arany vagy ezüst) kerül. A fémezési folyamat 1,2 másodperc hosszú. A tükröző felület és a felírt adatok védelmére 10–30  $\mu\text{m}$  vastag akrillakk réteggel fedik le a lemezt. Végül a lemez tetejére kb. 25  $\mu\text{m}$  vastag címkét nyomtatnak a lemez azonosítására.



2-5. ábra. CD-keresztmetszet

### Ellenőrzés, csomagolás

A CD-gyártás utolsó lépése a csomagolás. A gyártás során a mesterlemezt és a fröccsöntött CD-t is folyamatosan ellenőrzik. Az ellenőrzés kiterjed a folytonos és véletlen hibák emberi és gépi keresésére, a lemez optikai, mechanikus és elektromos jellemzőire (fizikai méret, hullámosság, kettős fénytörés stb.).

### 2.1.2. Az információ kódolása

Az adatok tárolása és visszakeresése a CD-lemezen hierarchikus rendszerben történik. Minden szint az előző szintre épül. A legalsó szinten az adat fizikai tárolása áll. Az adathordozón létrehozott mikroszkopi-

kus lyukak (pit) és a közöttük lévő ép felületek (land) sorozata alacsony szintű kódolással áll elő. A kódolás célja az adatok megbízható visszaolvasásának biztosítása. A következő szinten a lemez sávszervezése található, akár digitális, akár audió CD-ről van szó. Harmadik szintet jelenti a CD-ROM-sávokra épülő állománykezelő rendszer leírása (pl. ISO 9660), végül a legmagasabb szinten az alkalmazói program áll (pl. Hypercard). A CD-DA-lemezeknél csak az információkódolás első két szintjéről beszélhetünk.

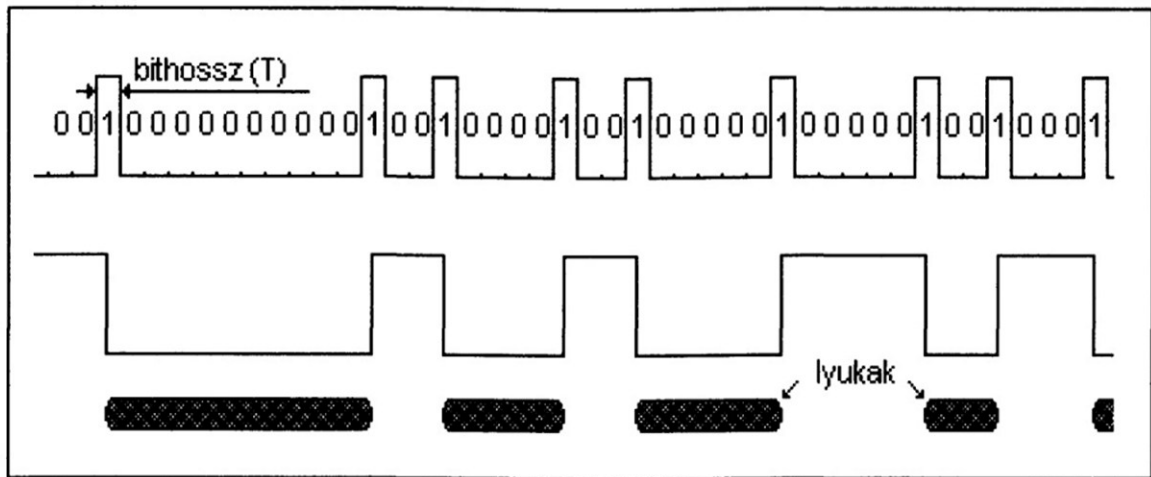
### 2.1.2.1. Alacsony szintű kódolás

A CD-lemez olvasási folyamatának optimalizálása érdekében íráskor az adatokat kódolni kell. Függetlenül attól, hogy audió CD-ről vagy CD-ROM-ról van szó, a felírandó adatokat 16 bites kettes komplement PCM-kóddá alakítják, hibavédelemmel látják el, csatornaadatokra konvertálják, és kiegészítik szinkron-, alkód-, valamint hibajavító karakterekkel. Ezt a folyamatot nevezik alacsony szintű kódolásnak. Az alacsony szintű kódolással az alábbi célokat kívánjuk elérni:

1. Nagy információsűrűség. Ez azt igényli, hogy a kódolás a lézersugár és az optikai fej lehető legnagyobb felbontását használja ki.
2. Minimális szimbólumzavar. Ehhez a minimális futási hossz korlátozása szükséges, azaz az egymás után következő nulla bitek számát minél nagyobb értéken kell tartanunk.
3. Önszinkronizálás. Ha el akarjuk kerülni az órajelek felírását, az adatokat úgy kell kódolni, hogy az órajel visszaállítható legyen az adatjelből. Ezért korlátozni kell a maximális futási hosszt, hogy az adatátmenetektől elő lehessen állítani az órajelet.
4. Az egyes és nullás bitek száma közel egyenlő legyen, hogy az adatjel alacsonyfrekvenciás és egyenáramú összetevője minél kisebb legyen. A szervórendszer kedvezőbb működéséhez ez szükséges.

Az egyszerű kódolás a land-hoz „0”-át, a pit-hez „1”-et rendel, de ez ellentmond az 1. célnak, és nehezen érzékelhető a bit. Jobb módszer, ha a jelátmenetekhez rendelünk magas logikai szintet: a pit-land vagy land-pit átmenet 1-es bitet, az állandó pit vagy land pedig „0” bitet

jelent. Az állandó szint hossza a „0” bitek számától, azaz a „0”-ák futási hosszától függ. Az állandóság alatt azt értjük, hogy abban az időtartamban, amikor jelváltásnak kellett volna lenni, állandó szintet érzékelt az olvasó. A 2. és 4. cél elérése érdekében nem kódolhatjuk önkényesen a bináris adatot. Például, a 0 értékű egész szám 32 biten tárolva túl sok nullát tartalmaz a 3. cél teljesítéséhez.



2-6. ábra. CD adatkódolás

Az adatbájt bitjei sorosan érkeznek a felíráshoz. A fenti hozzárendelés miatt azonban két egymás utáni 1 értékű bit felírása nem lehetséges. Két 1 értékű bit között legalább két nullás bitnek kell lennie, mert túl rövid lenne az állandó szint hossza. Ha a jelátmenetek közelebb lennének egymáshoz, a lézersugárral nem tudnánk visszaolvasni őket, illetve túl nagy lenne a tévesztés valószínűsége. Ez azt jelenti, hogy az adatbájt bitjei nem írhatók fel közvetlenül, át kell alakítani őket ún. csatornakódokká, és az adatbájt több mint nyolc bit felírásával tárolódik. Az önszinkronizálás miatt a kódolás másik megkötése, hogy az egymás utáni nullás bitek száma nem lehet tíznél több. A megfelelő számú nulla és egyes bit úgy érhető el, ha az aktuális adat minden 8 bites bájtjához 14 bites csatornakódot rendelünk. A 14 bites kód 16 384 kombinációjából 267 felel meg az említett két feltételnek, ebből választottak ki 256 kombinációt. Ezt a fajta kódolást „nyolcra-tizen négyre” modulációnak (Eight to Fourteen Modulation, EFM) nevezik.

Az egybefüggő lyukak és ép felületek hossza legalább  $3T$  és legfeljebb  $11T$ , ahol  $T$  az egy csatornabit tárolásához szükséges hosszúság (vagy



idő). Ez a megkötés az EFM-re vonatkozó minimum 2, maximum 10 nullás bitből ered. Gondoljuk meg, hogy ha jelváltás mindig az 1-es bit közepén történik, akkor az állandó szint hossza (pit vagy land) legalább 3 bitnyi (1 darab egyes és két darab nullás bit).

2-1. táblázat. EFM-kódolás részlet

Szám	Bináris	EFM kód
0	0000 0000	01 0010 0010 0000
1	0000 0001	10 0001 0000 0000
2	0000 0010	10 0100 0010 0000
3	0000 0011	10 0010 0010 0000
4	0000 0100	01 0001 0000 0000
5	0000 0101	00 0001 0001 0000
6	0000 0110	00 0100 0010 0000
7	0000 0111	00 1001 0000 0000
8	0000 1000	01 0010 0100 0000
9	0000 1001	10 0000 0100 0000

Maradt azért még egy probléma. Ha a bájtot képviselő 14 csatorna-bit utolsó bitje 1-es, a következő pedig 1-es bittel kezdődik, ezek túl közel vannak egymáshoz. Ennek elkerülésére a csatornakódok közé 3 összekötő bitet szúrnak be. Ezek a bitek nem hordoznak információt. Egy összekötő bit az egyenáramú és alacsonyfrekvenciás jelek elkerülésére, a maradék két összekötő bit pedig a futási hossz kezelésére szolgál (azaz a minimum 2, maximum 10 nullás bit betartására). A 8 bites adatot tehát 17 csatornabit hordozza, 14 EFM és 3 összekötő bit.

Az önszinkronozáshoz rendszeres szinkroninformáció is szükséges. Ehhez az adatokat blokkokra kell tagolni, ahol minden blokk szinkronizáló sorozattal kezdődik. Szinkronizáló bitmintaként egyedi sorozatot célszerű választani, mely egyértelműen jelzi a blokk kezdetét (pl. 801002h). A blokk a CD adattárolási alapegysége. A hibajavítás is blokk alapú. A blokk szinkronkaraktert, adatbájtokat, hibakorrekciós bájtokat, alkódbájtot (ez hordozza az alcsatorna kódját) és összekötő biteket tartalmaz az alábbiak szerint:

Szinkronkarakter:	$24 + 3$ csatornabit =	27 bit
Alkódbájt:	$1 * (14 + 3) =$	17 bit
Adatbájtok:	$12 * (14 + 3) =$	204 bit
Hibajavító bájtok:	$4 * (14 + 3) =$	68 bit
Adatbájtok:	$12 * (14 + 3) =$	204 bit
Hibajavító bájtok:	$4 * (14 + 3) =$	68 bit

Összesen: 588 csatornabit, benne 192 adatbit (24 adatbájt).

Az 588 csatornabit képez egy blokkot (néhány szakirodalom keretnek [frame] nevezi), mely a lemez felületén 0,163 mm hosszú helyet foglal el. A CD olvasásakor a meghajtóegység először leválasztja a 27 szinkronizáláshoz használt bitet, majd a maradék 561 csatornabit inverz EFM-kódolásával 33 adatbájtot állít elő. Az alkódbájt külön dekóderre kerül, nyolc bájtot pedig a 24 adatbájt ellenőrzésére, hibajavítására használunk fel. Minden CD-DA-lejátszó hibaellenőrző és hibajavító hardverrel rendelkezik. Ha nincs hiba vagy sikerült a hibát javítani, ezt a nyolc bájtot eldobjuk. Az olvasott blokkból tehát 24 adatbájt marad meg. A lemez teljes felülete ennek megfelelően kb. 33% hasznos információt tartalmaz. Ezt úgy is felfoghatjuk, mint a hibajavítás és a modulációs rendszer velejáróját.

98 blokk alkot egy keretet (vagy szektort), melyben 2352 bájt található ( $98 \times 24$ ). Ezek tiszta adatbájtok, hiszen ezeken kívül a keretből visszanyerünk 98 alcsatorna és 784 hibajavító bájtot. A keret (szektor) a CD logikai alapszegmensét jelenti. A különböző CD-formátumok eltérnek a keret tartalmának értelmezésében. Másodpercenként 75 keret kerül beolvasásra a CD-DA-lemezek olvasására használt egyszeres CD sebesség mellett. Ebből már kiszámítható, hogy a CD adatátviteli sebessége megfelel a digitális audió CD sebességének:

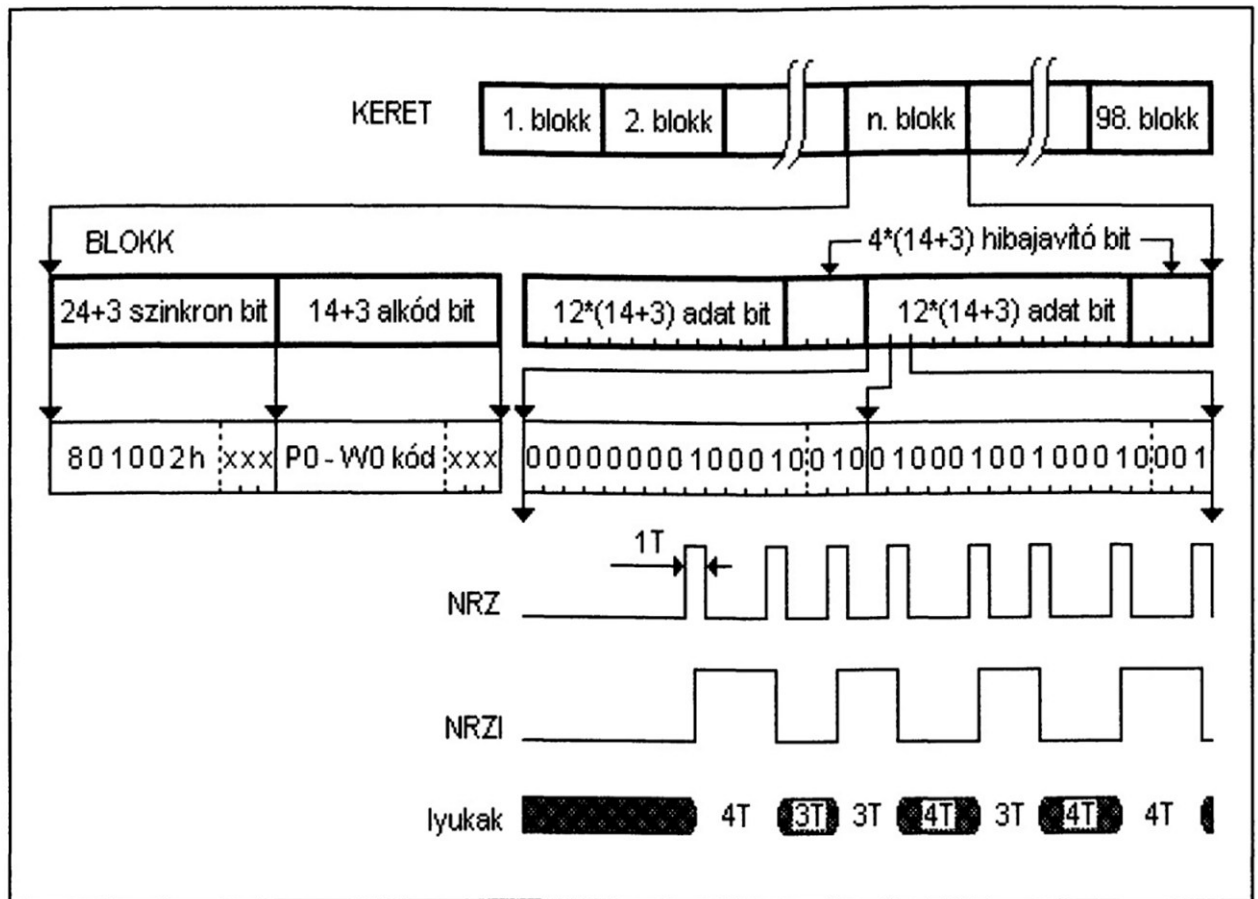
CD-DA szükséges sebessége:

$$44100 \text{ minta/sec} \times 16 \text{ bit/minta} \times 2 \text{ csatorna (sztereó)} = \\ = 1\,411\,200 \text{ bit/sec}$$

CD-DA adatsebessége:

$$8 \text{ bit} \times 24 \text{ bájt/blokk} \times 98 \text{ blokk/keret} \times 75 \text{ keret/sec} = \\ = 1\,411\,200 \text{ bit/sec.}$$

A 2-7. ábra felső részén a keret, blokk és csatornabitek kapcsolata, alul pedig két csatornabájt lemezre írása látható.



2-7. ábra. Alacsony szintű kódolás

### 2.1.2.2. Alcsatornák

A nyolcbites alkódbájtt hordozza minden blokkban az alcsatorna kódját. Tekintve, hogy a keret 98 blokkból áll, egy keretben 98 alkódbájtt található, melyek értelmezését és ellenőrzését külön elektronika végzi.

Az alkódbájtt nyolc bitjének megfelelően nyolc alcsatorna létezik, melyeket rendre egy P és W közötti betű jelöl. Az audió CD-lemezek csak a P és Q alcsatornát használják. Minden blokkban egy P alcsatorna bit, egy Q alcsatorna bit stb. található. A keretben 2352 adatbájtt mellett 98 alkódbájtt, azaz 98 P, 98 Q (R, S, T stb.) alcsatorna bit van. Ez a szétosztás igen megbízhatóvá teszi az alkódadatokat, mivel az alcsatorna bitjei a lemez felületén egymástól távol vannak, így kisebb a sérülés veszélye. A CD-olvasó elektronikája az egyes alcsatornák bitjeit egy (98 bit) vagy néhány egymás utáni ( $n \times 98$  bit) keretre vonatkozóan együtt értelmezi. Minden alcsatorna két szinkronbittel kezdődik (S0 és S1), és 16 bites hibaellenőrző kóddal (CRCC, Cyclic Redundancy Check Code) fejeződik be. A szinkronbitek az alkódkeret kezdetét jelzik.

2-2. táblázat. Alcsatornák

Alkódbájt	S0	S1	S2-5	S6-9	S10-81	S82-97
P csatorna Q csatorna R, S, T, U, V, W csatorna			Vezérlés	Cím	Adat	CRCC

A P alcsatornát egyszerű zenei sáv elválasztásra használják, azt jelzi, hogy olvasáskor a lemez elején a bevezetésben (lead-in), két zeneszám közötti szünetben vagy a lemez végén a kivezetésben (lead-out) vagyunk. A jelzőbit hossza legalább két másodperc, vagy a zeneszámokat elválasztó szünettel egyezik, és akkor szűnik meg, ha kezdődik az új sáv. A legtöbb CD-lejátszó csak a sokkal hasznosabb információkat tartalmazó Q alcsatornát értelmezi.

A Q alcsatorna vezérlési és információs célokat szolgál (sáv száma, sáv típusa, hely [perc, másodperc, keret]). A lemez bevezetés során a Q csatorna kódolja a lemez tartalomjegyzék-tábláját (TOC), azaz megadja a sávok számát és kezdő pozíciójukat. A Q alcsatorna 98 bitjének felosztása a 2-2. táblázatban látható. A **vezérlés mező** minden bitje külön jelentést hordoz. Az S2 bit két (0) vagy 4 (1) hangcsatornás felvételt határoz meg. A négycsatornás hang felvétele csak elvi lehetőség, nem valósították meg. Az S3 bit határozza meg a lemez audió (0) vagy számítógépes adat (1) voltát. Az S4 bittel lehet letiltani a lemez másolását (0), végül az S5 bit a felvételen előkiemelés használatát jelzi (1 érték). Néhány digitális audióprogram a zaj csökkentésére előkiemelést használ. Az előkiemelés az adatok tárolása előtt a nagy frekvenciájú összetevőket felerősíti. A lejátszási oldalon természetesen ilyenkor egy utóelnyomást végző áramkörnek kell lennie, mely helyreállítja a helyes frekvenciamenetet. A magas hangok elnyomása csökkenti a rendszer alapzaját. Az előkiemelési karakterisztika 50 és 15  $\mu\text{sec}$  időállandókat használ, melyek 3183 és 10610 Hz frekvenciának felelnek meg. A két frekvencia közötti tartományban a jel szintje felvételkor 6 dB/oktáv meredekséggel nő, azaz kétszeres frekvenciához kétszeres amplitúdó tartozik.



A Q alcsatorna **cím mezője** az adatterület használatának három módját definiálja. Egyes módban (0001) az adatterületet mezőkre tagolva kell értelmezni, ráadásul a mezők értelmezése attól is függ, hogy a lemez bevezetésében van-e az alcsatorna adatterület. Kettes módban (0010) az alcsatorna adatok katalógusszámot tartalmaznak, mely az UPC vonalkódjához hasonló. Az UPC (Universal Product Code) a termékek azonosítására szolgáló egységes számrendszer, minden terméken feltüntetik. Hármass módban (0011) minden zeneszámhoz hozzárendelhetünk egy 12 karakteres azonosítót, mely az ISRC szabványnak felel meg. Az ISRC (International Standard Recording Code) nemzetközi szabványos íráskód a következő elemekből áll: 2 karakter az országot, 3 karakter pedig a tulajdonost kódolja, 2 számmal adják meg a felvétel évét, 3 számmal pedig a sorozatszámot. A 2. és 3. módú adatterület kihagyható a Q alcsatornából. Ha mégis használjuk, csak a lemez programterületén fordulhatnak elő, és száz egymást követő keretből legalább egyben szerepelni kell a Q alcsatorna adatainak. A CRC karaktert a vezérlésre, címre és adatterületre vonatkozóan képzik.

Nézzük egy kicsit részletesebben a Q alcsatorna **adatmezőjének** értelmezését (2-3. táblázat). A táblázat felső sorában az egyes módú jelentést látjuk, ha a lemez bevezetésében vagyunk, a második sorban a programterület és kivezetés során látható az adatterület felosztása. A táblázat harmadik sorában a kettes, a negyedik sorban pedig a hármass módú jelentés látható.

Egyes módban minden bejegyzés 8 bites. A bevezetésben tárolt Q alcsatorna információt a lemez tartalomjegyzék-táblájának (TOC, Table of Contents) nevezik. A tartalomjegyzékben a lemezen lévő zeneszámok sorszáma (POINT, sávszám 99-ig) és a zeneszámok kezdetének helye található. A helyet perc (PMIN), másodperc (PSEC) és keret (PFRAME) paraméterek határozzák meg. A TOC tartalmát a meghajtó a lemez behelyezésekor beolvassa saját memóriájába, így a későbbi keresés gyorsabban végrehajtható. A TNO (sávszám) mezőbe a bevezetés során nulla kerül. Ez jelenti, hogy az adatok a TOC-hoz tartoznak. A MIN/SEC/FRAME mezők a bevezetésben eltelt időt tárolják. A POINT mezővel több lemezes kapcsolat is létrehozható, ha a sávszám helyett A0h, A1h vagy A2h tartalmat írnak bele. A TOC folyamatosan ismétlődik a bevezetésben.

A programterület és a kivezetés alatt a mezők jelentése eltér az előbb leírtaktól. A TNO a tényleges zeneszám sorszámát tárolja, az INDEX pedig a számon belül legfeljebb 99 pontot jelöl meg. A MIN/SEC/FRAME mezők a zeneszám kezdetétől eltelt időt mutatják, míg az AMIN/ASEC/AFRAME mezők az abszolút időt jelentik. A TNO értéke a kivezetésben AAh. A zeneszám futási ideje minden szám kezdetén nullázódik, a szám végén pedig a szünet ideje íródik a mezőkbe. Ennek visszaszámlálása nulláig jelenti a szünet végét. Az abszolút idő a programterület kezdetén törlődik, és tartalma a kivezetésig folyamatosan növekszik. Az INDEX mezőben lévő nulla a szünet kezdetét jelöli, minden nullától eltérő szám a sáv egy adott pontjának megjelölését szolgálja.

2-3. táblázat. Q alcsatorna adatterülete

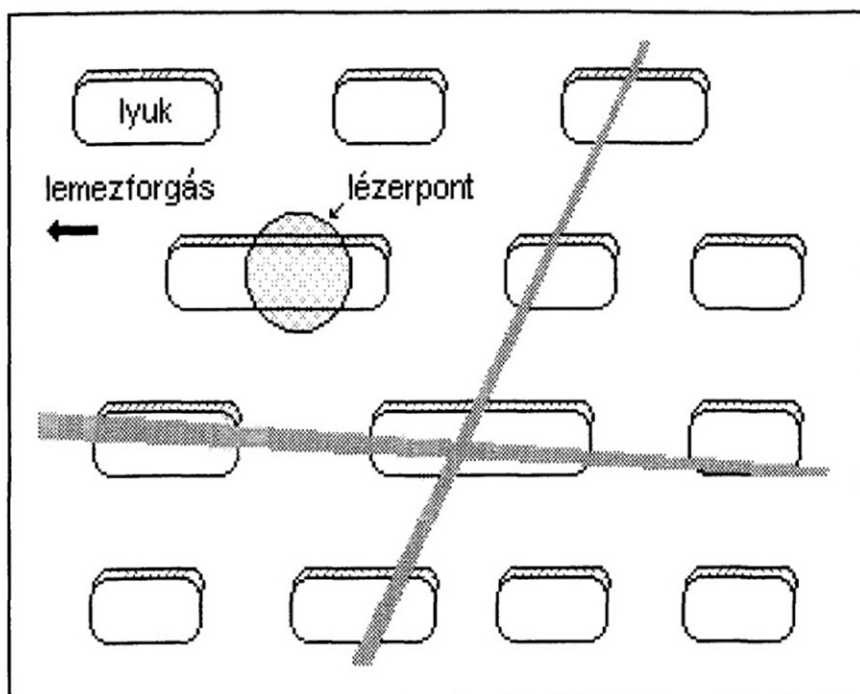
TNO	POINT	MIN	SEC	FRAME	00h	PMIN	PSEC	PFRAME
TNO	INDEX	MIN	SEC	FRAME	00h	AMIN	ASEC	AFRAME
	52 bites	UPC					000h	AFRAME
	60 bites	ISRC					0h	AFRAME

A Vörös Könyv szabványa azt ajánlja, hogy a többi alcsatornát vonalas grafika, ASCII-karakterfüzerek vagy MIDI adatok tárolására használják, de ez ritkán fordul elő. A Sárga Könyv előírása szerint az R-W alcsatornákat 0 értékkel kell feltölteni.

### 2.1.2.3. Hibajavítás

A CD-lemez olvasásakor jelentkező hibának számos oka lehet. Minden fázis okozhat hibát a zenei felvételtől a digitalizáláson, a CD-gyártáson és CD-meghajtón keresztül a gondatlan kezelésig. Hiba keletkezhet a gyártás során: egy apró levegőbuborék vagy mikroszkopikus szemcse a polikarbonát felületen eltéríti a visszavert fényt. Adathiba keletkezhet a lemez használata során is. Egy éles tárgy megkarcolja a

felületet, vagy csak egy zsíros ujjlenyomat kerül a lemezre, és máris olvasási problémák keletkeznek. Ha kiváló minőségű összetevőket használunk, a hiba valószínűsége csökkenthető.



2-8. ábra. Karcolás a lemezen

Hiba több módon is felléphet. Ha az egymás utáni hibák függetlenek egymástól, véletlen hibáról beszélünk. Ezek a hibák egyediek, és viszonylag könnyen javíthatók. A hibaészlelés és javítás a felvételbe iktatott járulékos ellenőrző karakterekkel (paritás, CRC) oldható meg. Sokkal kellemetlenebb a csoportos hiba. Ebben az esetben több száz vagy akár ezer egymás utáni hibáról van szó, mely lehet gyártási hiba, származhat külső zavarból vagy a lemez megkarcolásából. A csoportos hibák javítása komoly feladat, különleges kódolással és egyéb technikákkal (pl. átszövés) vehetjük fel ellenük a harcot. A hibajavító rendszerek legfontosabb tulajdonsága a csoporthossz, azaz a javítható folytonos hibák száma. A legtöbb problémát a két hibatípus közös előfordulása okozza. A hibajavító rendszernek mindkét típust kezelnie kell, de a siker nem mindig teljes. A 2-8. ábrán példaként az egyedi és csoportos hibák keletkezésére két karcolást mutatunk a lemez felületén. Bár az ábra erősen torzít, mégis jól látható, hogy a függőleges (sugárirányú) karcolás egyedi hibákat okoz, míg a vízszintes csoportos hibát idéz elő.

Az adatok épségének minősítésére különböző viszonyszámok léteznek. A bithiba gyakoriság (BER, Bit Error Rate) a hibásan vett bitek számát az összes olvasott adathoz viszonyítja. Ha a BER érték pl.  $10^{-9}$ , akkor 1 milliárd bitben egy hibásan vett van. CD minősítésére a BER nem ad pontos képet, mivel csak a hibák számát jelzi, a hibák megosztásáról nem tájékoztat. Az egyedi és csoportos hibák megosztásáról a blokkhiba gyakoriság (BLER, Block Error Rate) többet árul el, mint a BER, de ugyanakkor a hibásan vett bitek számát nem mondja meg. A BLER az egy másodperc alatt olvasott hibás blokkok számát jelenti. Az audió CD-re vonatkozó Vörös Könyv szabványa kb. 220 hibás blokkot enged meg. A másodpercenként olvasott blokkok száma ugyanakkor 7350 (98 blokk  $\times$  75 keret).

Minden CD formátum (CD-DA, CD-ROM, CD-ROM XA, CD-I stb.) a lemezeiről beolvasott blokk 8 bájtját használja az első szintű hibavédelemhez. Az első szintű hibajavítást a CD-olvasóba épített hardver végzi. A második szint azon alapszik, hogy a CD-ROM szektora csak 2048 bájt adatot tartalmaz, a 2352 bájtos keretből fennmaradó 304 bájt egy részét hibajavításra lehet használni. A különböző CD-ROM formátumok eltérő mértékben osztják fel a 2352 bájtos keretet. A hiba második szintű javítása a CD-meghajtó beépített kezelőrutinjaira vagy a meghajtóprogramra hárul.

### *A hibajavítás 1. szintje*

A CD-DA adatok kódolását az IEC 908 szabvány írja le. A hírek szerint a hang CD tervezésekor a Philips fejlesztői csinálták az optikai rendszert, a Sony matematikusai pedig a hibajavító algoritmust. A CD-meghajtóban ez a két legbonyolultabb egység.

Hibajavítási célra két eljárást együtt alkalmaznak. Az eljárás közös neve: keresztben átszótt Reed-Solomon kódolás (Cross Interleave Reed-Solomon Coding, CIRC). A keresztben átszövés a hosszú csoportos hibákat több rövid hibára darabolja fel, míg a Reed-Solomon kódolás feladata a hibajavítás.

A keresztiszövés lényege, hogy a forráskódból két kódolási eljárással kapjuk meg a felírandó adatokat, és a két kódolás között késleltetés és átszövés iktatódik be. Az átszövés azt jelenti, hogy a felírandó adato-



kat nem egymás után, hanem valamilyen algoritmus szerint kevert sorrendben írjuk fel. Ez azzal az előnnyel jár, hogy a csoportos hiba egyes bájtojai az átszövés visszaalakítása után egymástól távolra kerülnek, és egyedi bájthibák lesznek. Az átszövés elvének megértéséhez nézzük a 2-4. táblázatot. A felső sorban az eredeti adatsorrend látható. Átszövéssel ebből a második sorban látható sorrend lesz. Olvasásnál csoportos hiba lépett fel, és megsérült négy adategység (harmadik sor). Az utolsó sorban látható, hogy átszövés megszüntetése után ebből négy egyedi hibát kapunk.

2-4. táblázat. Az átszövés elve

0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1.	5.	2.	9.	6.	3.	0.	10.	7.	4.	11.	8.
1.	5.	2.	9.	6.	3.	xx	xx	xx	xx	11.	8.
xx	1.	2.	3.	xx	5.	6.	xx	8.	9.	xx	11.

Kompaktlemeznél a forráskód 24 bájtos, melyből a C2 kódoló 28 bájtos adatot állít elő. Átszövés után a C1 kódoló a 28 bájtos bemenő adatból 32 bájtos kódot állít elő, azaz a 28 bájthoz további 4 bájtot tesz hozzá. Mindkét kódolás Reed-Solomon, amely többszörös hibák javítására képes.

Ha a lemezről beolvasunk egy blokkot, először az első 14 bites csatorna adatból dekódoljuk az alkód bájtot (a szinkron és összekötő bitekkel nem foglalkozunk). Ezután a keret 24 adatbájtját és a 8 hibajavító bájtot átadjuk az első Reed-Solomon dekódernek (C1). Ez a dekóder 4 hibajavító bájtot használ fel, és a 32 hibás bájtból (24 adat + 8 hibajavító) csak kettőt tud javítani. Ha nem fordul elő nem-javítható hiba, az adatok egyszerűen továbbadódnak. Ha van ilyen hiba, az adatok hibás jelzést kapnak.

A 24 adatbájtot és négy hibajavító bájtot bájtonként különböző mértékben késleltetik, mielőtt a második Reed-Solomon dekóderre jutnak.

Ezek a késleltetések az adatok átszövésében azt eredményezik, hogy a hosszú adathibák egyedi hibákra tagolódnak szét. A késleltetések nagyságára jellemző, hogy 450 bájt hosszú hiba is javítható. A második Reed-Solomon dekóder a négy hibajavító bájtot felhasználva további hibákat javít a keret 24 adatbájtjában. Ennél a pontnál az adatok átszövésének visszaállítása befejeződik, és helyreáll a bájtok eredeti sorrendje.

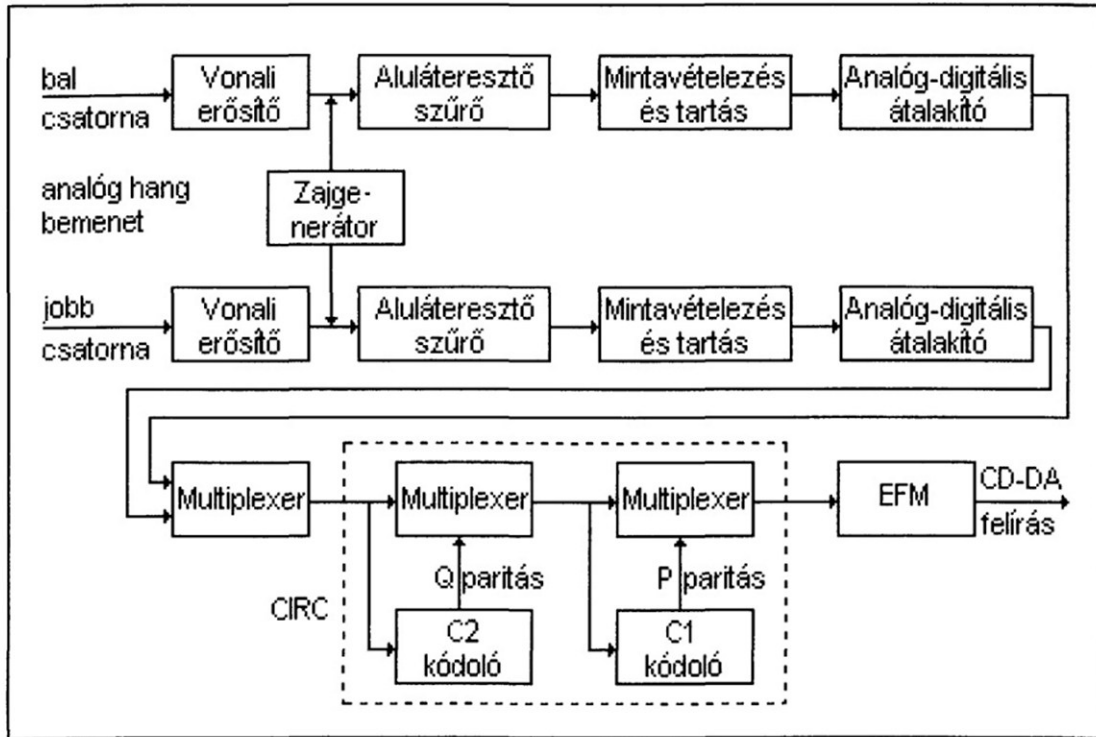
*Megjegyzés:* A hibajavítás 1. szintje (az audió CD-ben alkalmazott egyetlen típus) igen hatékony. A CD-DA-előírások másodpercenként 220 blokk hibát engednek meg a lemezen, ezek mindegyikét javítja a CIRC.

A következőkben összefoglaljuk azokat az alapismereteket, melyek az audió CD megértéséhez szükségesek.

## 2.2. Digitális hangrögzítés

Az analóg jel digitális tárolása a CD-lemezen hosszú műveletsor végrehajtásával valósul meg. A lánc elején az analóg sztereó jel áll, a végén pedig a lemezre írandó lyukak és szünetek sorozata található. Jelen fejezetben a kettő között lévő láncszemekről lesz szó, melyhez a 2-9. ábrán látható egyszerűsített blokkvázlatot használjuk segítségül.

A digitális hangtárolás azon alapul, hogy minden véges sáv szélességű hang felépíthető különböző frekvenciájú és amplitúdójú szinuszjelek összegével. A Shannon és Nyquist-tétel egyszerűsített megfogalmazása szerint, ha állandó ütemezéssel egy időben változó jelből mintát veszünk, és az ütemezés sebessége legalább kétszerese a mintavételezett jel legnagyobb frekvenciájának, akkor az így kapott diszkrét értékekből egy aluláteresztő szűrő segítségével az eredeti jelalak veszteség nélkül visszaállítható. A mintavételi frekvencia felét gyakran Nyquist-frekvenciának nevezik. Ennél nagyobb frekvenciájú komponensnek a forrásjelben nem szabad szerepelnie. Matematikailag bizonyított, hogy a mintavételezési frekvenciát az említett kétszeres érték fölé növelve a visszaállítás minősége nem javul. Tekintve, hogy az aluláteresztő szűrő karakterisztikája eltér az ideálistól, célszerű a kétszeresnél kicsit

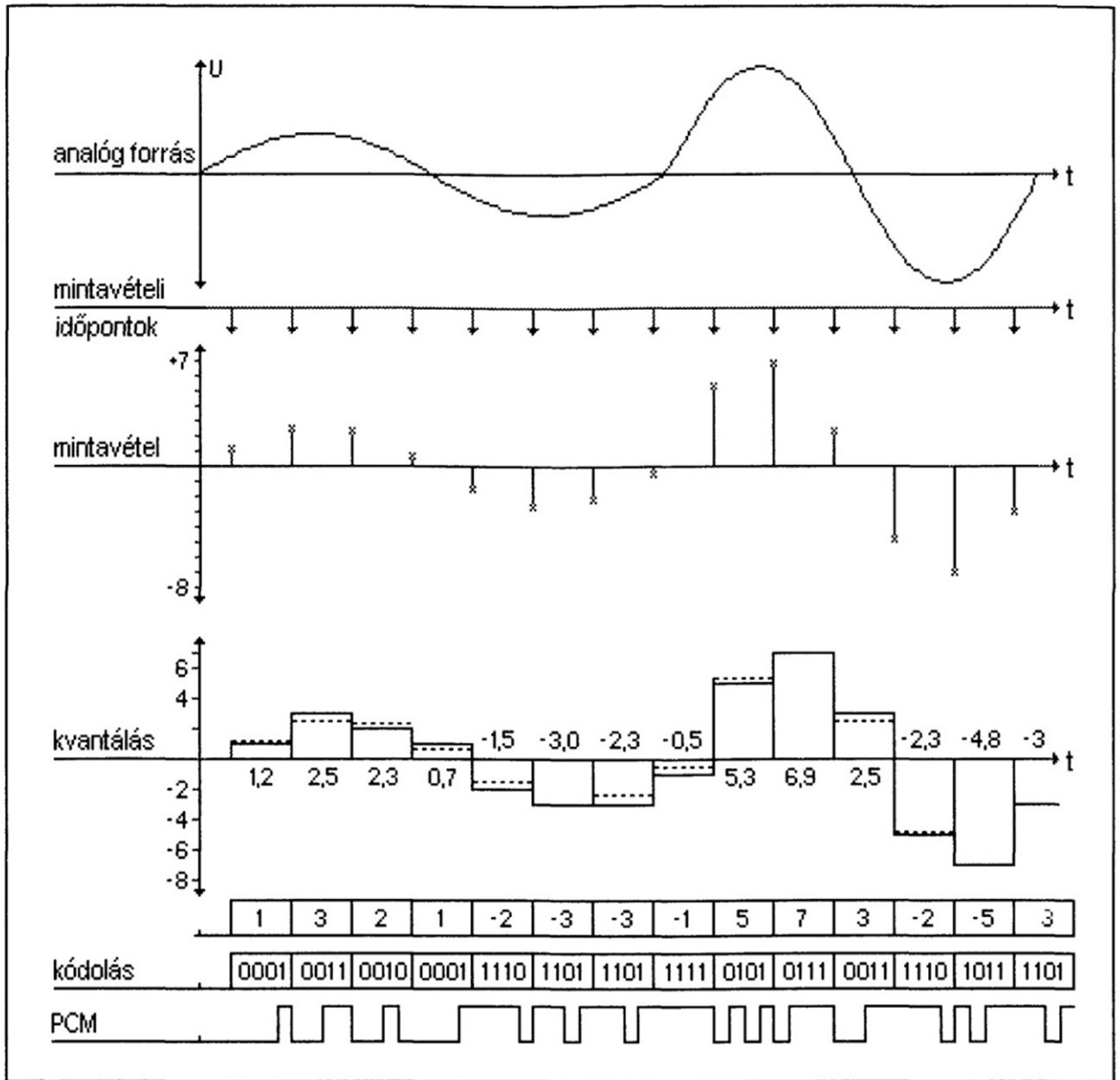


2-9. ábra. Digitális hangrögzítés

nagyobb mintavételezési frekvenciát választani. Ez indokolja, hogy a 20–20 000 Hz-es hallható hangok tartományából 44 100 Hz-es sebességgel vesznek mintát.

Első olvasásra talán hihetetlennek tűnik, hogy másodpercenként 44 100 mintát véve az eredeti jel mindig tökéletesen visszaállítható. Alacsonyabb frekvenciájú hangoknál könnyebben elfogadjuk ezt az állítást, hiszen pl. az 1 kHz-es jel minden szinuszhullámából 44 mintát kapunk. A 20 kHz-es analóg jelből viszont már csak két minta keletkezik (az egyik a szinusz pozitív, a másik a szinusz negatív félhullámából). Ebből a két mintából kvantáláskor 20 kHz-es négyszögjel lesz. Vegyük figyelembe azonban, hogy a négyszögjel a 20 kHz-es alapjelből és annak páratlan felharmonikusaiból (60, 100, 140 kHz) áll. A kimeneti aluláteresztő szűrő a 20 kHz feletti jeleket levágja, így csak az alapharmonikus 20 kHz-es szinuszjelet kapjuk, ami megegyezik a mintavételezett bemeneti analóg jellel.

Impulzus-kódmoduláció (PCM, Pulse Code Modulation) esetében a hanganyag mintavételezésével kapott amplitúdó értékeket (pillanatnyi hangerő) nem közvetlenül vagy az amplitúdóval arányos más mennyiséggel visszük át, hanem minden egyes amplitúdóértékhez egy előre megbeszélt jelet (kódot) rendelünk. A kódkészlet korlátozott elemből



2-10. ábra. Mintavételezés és kvantálás

áll, ezért az analóg jelből csak diszkrét amplitúdókat azonosíthatunk. A végtelen sok amplitúdóérték mindegyikét a hozzá legközelebb álló diszkrét értékkel helyettesítjük. Ezt a folyamatot kvantálásnak, az amplitúdóértéknek a megbeszéltekre való átalakítását kódolásnak nevezzük. A PCM rendszerben a bemenő jelet mintavételezzük, kvantáljuk és kódoljuk. A 2-10. ábrában látható, hogyan veszünk mintát az analóg forrásból. Ezt a mintát a következő mintavételig tartjuk. A vett mintát a példában négy bites felbontással kvantáljuk, majd a kvantált értéket binárisan kódoljuk (egyszerűen leírjuk kettes számrendszerben). A kódban szereplő nulla és egyes biteket impulzusként folyamatosan egymás után írva alakul ki a PCM jelsorozat.

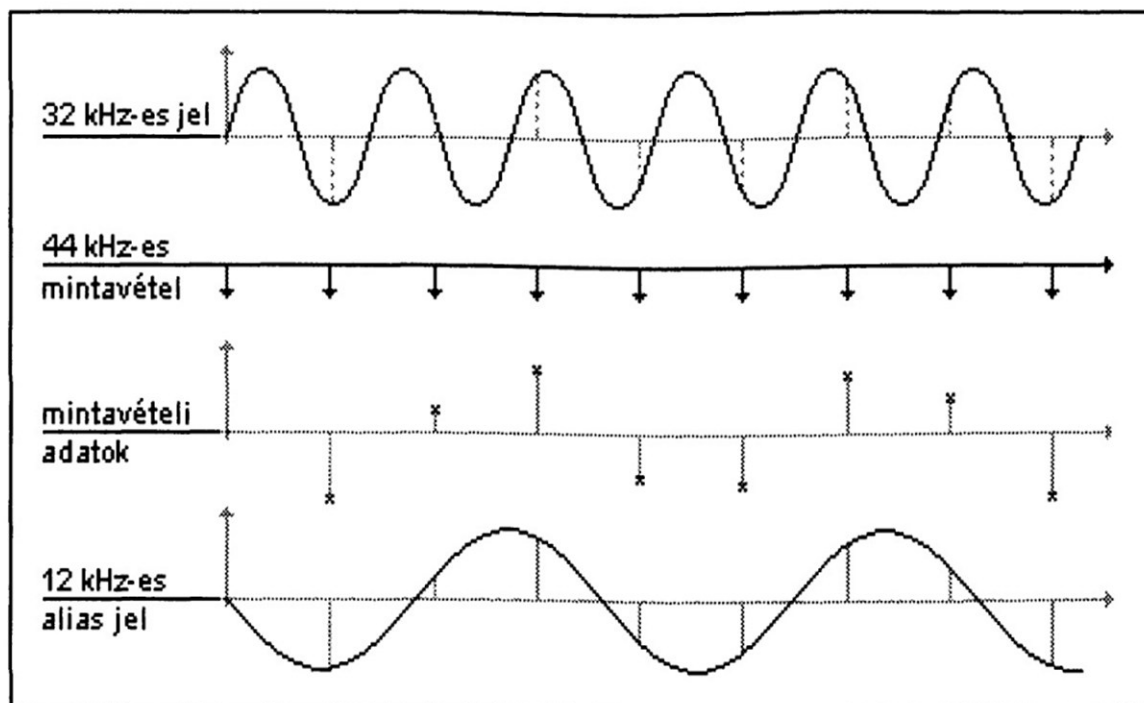
A digitális hangrögzítés folyamatában két fogalomról kell részletesen beszélnünk, melyek a felvétel minőségét alapvetően befolyásolják. **Spektrum visszahajlás** (aliasing) alatt azt a jelenséget értjük, amikor a lejátszás során olyan hangok is megszólalnak, melyek az eredeti forrásjelben nem voltak benne. Ennek oka, hogy a forrásjel a Nyquist-frekvenciánál magasabb frekvenciájú összetevőket is tartalmaz. A **dither** (vacogás) technika az alacsony hangerejű forrásjelek kvantálási hibáját csökkenti azáltal, hogy a forrásjelhez kis amplitúdójú zajt kever.

### 2.2.1. Hamis jelek

Elméleti alapok nélkül nem érthetjük, hogyan keletkezhetnek a felvételben olyan hangok, melyek az eredeti zenében nem voltak benne. Az alias (hamis) jelek olyan hibajelek, melyek a hallható hangok tartományába esnek.

Hamis jelek keletkezésének egyetlen oka van, ez pedig a rosszul tervezett elektronika. A bevezetőben említettük, hogy a forrásjel nem tartalmazhat a Nyquist-frekvenciánál nagyobb frekvenciájú jelet, azaz a forrásjelnek sávkorlátozottnak kell lennie. Ha a mintavételezés 44,1 kHz sebességgel történik, akkor 22 050 Hz-nél magasabb hangokat nem szabad digitalizálni. Ha mégis ezt tesszük, hasonló jelenség lép fel, mint amikor a filmen látott előrehaladó gépkocsi kereke hátrafelé forog. A forrásjelben lévő összetevők frekvenciáját növelve elérjük a kritikus Nyquist-frekvenciát, amikor két mintavételi érték keletkezik. A frekvenciát tovább növelve szinuszperiódusonként már csak kevesebb, pl. egy mintavételi értéket kapunk. Ezek az egyedi értékek egy olyan forrásjel mintavételi értékei is lehetnek, melynek frekvenciája a mintavételi és a forrásjel frekvenciájának különbsége. A 2-11. ábrán 44 kHz-es sebességgel mintavételezünk egy 32 kHz-es forrásjelet. Ha ezeket a mintavételi adatokat pl. CD-re felvesszük, lejátszáskor az aluláteresztő szűrő kivágja a 22 kHz feletti jeleket, így a 32 kHz-es forrásjelet is. A mintavételi adatokra azonban könnyedén ráhúzható egy  $44-32 = 12$  kHz-es szinuszjel görbéje. A kimenő jelben tehát megjelenik egy 12 kHz-es hamis jel, mely a hangjel torzítását növeli. Ha a hamis jel képződését végiggondoljuk, belátható, hogy a 22–44 kHz tar-





2-11. ábra. Hamis jel keletkezése

tományba eső bemenő jelek 22 kHz-től nulláig csökkenő hamis jeleket hoznak létre.

Az alias jelek keletkezése elleni leghatásosabb védelem a forrásjel aluláteresztő szűrése, mely a 22 kHz feletti összetevőket levágja, azaz nem engedi a mintavételező áramkörre. A 2-9. ábra blokkvázlatában mind a bal, mind a jobb sztereócsatorna jelét erősítés után aluláteresztő szűrőre vezetik. Ezt a szűrőt gyakran spektrumvisszahajlás elleni (anti-aliasing) szűrőnek is nevezik. Az ideális aluláteresztő szűrő jelcsökkenés nélkül átenged minden áteresztő sávba eső jelet ( $< 22\,050$  Hz), és nem változtatja meg a jelek fázisát, míg a zárósávba eső jeleket egyáltalán nem engedi át. A valóságban az ideális szűrőt csak megközelíteni tudjuk. Egy kilencedfokú Csebisev-szűrő például az áteresztő sávban 0,1 dB szinten belül tartja a jelet 20 kHz-ig, míg a 25 kHz-es jelet már 70 dB-lel osztja.

### 2.2.2. Mintavételezés és kvantálás

Az analóg forrásjel nagysága végtelen sok értéket vehet fel. A mintavételezés ezekből egy, az adott pillanatban érvényes amplitúdót szeletel ki. A PCM rendszerben a végtelen sok amplitúdóérték mindegyikét az adott digitális felbontásnak megfelelő, hozzá legközelebb álló diszkrét értékkel helyettesítik.

A kvantálás műveletét a digitális hangrögzítés során az analóg/digitális átalakító (A/D, Analog to Digital Converter) áramkör hajtja végre. A 2-10. ábra példájában a kvantálás 4 bites felbontással történik (4 bites A/D), így összesen 16 különböző diszkrét érték közül választhatunk. Tekintve, hogy a forrásjel pozitív és negatív félperiódusokból áll, a 16 diszkrét érték közül nyolc pozitív (a nulla is ide tartozik), és nyolc negatív (kettes komplement). Az ábrán látható, hogy a kvantált érték ritkán egyezik a mintavételi értékkel, a kvantálás során időnként felfelé, máskor lefelé kerekítünk. Ez azt jelenti, hogy a kvantálás csak hibával hajtható végre, és ez torzítást okoz. Nyilvánvaló, hogy 4 bites felbontásnál a torzítás sokkal durvább, mint pl. 16 bites felbontás esetén (65 536 diszkrét érték). A kvantálási hiba maximuma a digitális felbontás legkisebb helyiértékű bitjéhez tartozó ún. kvantálási lépcső felével egyezik meg.

Ha az analóg jel nagy, a kvantálási hiba hozzá képest kicsi lesz. Ha viszont halk jeleket kell kvantálni, a hiba (azaz a torzítás) hozzájuk képest magas értékre ugrik. A digitális átalakítás minőségének jellemzésére a kvantálási jel/zaj viszonyt határozták meg, mely a legnagyobb kifejezhető jelamplitúdó és a legnagyobb kvantálási hiba effektív teljesítményének a hányadosa decibelben kifejezve, és alapvetően a digitális felbontástól függ. 16 bites D/A átalakítóval kb. 98 dB-es viszony érhető el, 15 bitessel pedig 92 dB. Általában mondható, hogy ha a felbontást egy bittel növeljük, a jel/zaj kétszeresére nő, azaz 6 dB-lel javul. A felbontás azonban nem növelhető minden határon túl, mert a feldolgozandó vagy tárolandó információ is megnő a felbontással.

Az analóg/digitális átalakító a PCM audió digitalizáló rendszer központi eleme, és a teljes elektronika legkritikusabb részét képezi. Minden hiba, mely az átalakítás során keletkezik, megmarad a további műveletek során, és végül a CD-lemez lejátszásakor lesz hallható.

Az analóg/digitális átalakító a mintavételező és tartó áramkörtől kapja az analóg jelet, meghatározza a legközelebbi kvantálási szintet, és előállítja a hozzá tartozó bináris kódot kb. 20  $\mu$ sec alatt. Példaként két több-bites átalakítási elvet említünk meg. Az első esetben a bejövő analóg jelet visszacsatoló hurokban összehasonlítjuk egy változtatható referenciafeszültséggel, és a referenciafeszültségnek megfelelő bináris kód jelenti a kimenő jelet (pl. fokozatos megközelítésű átalakítók).

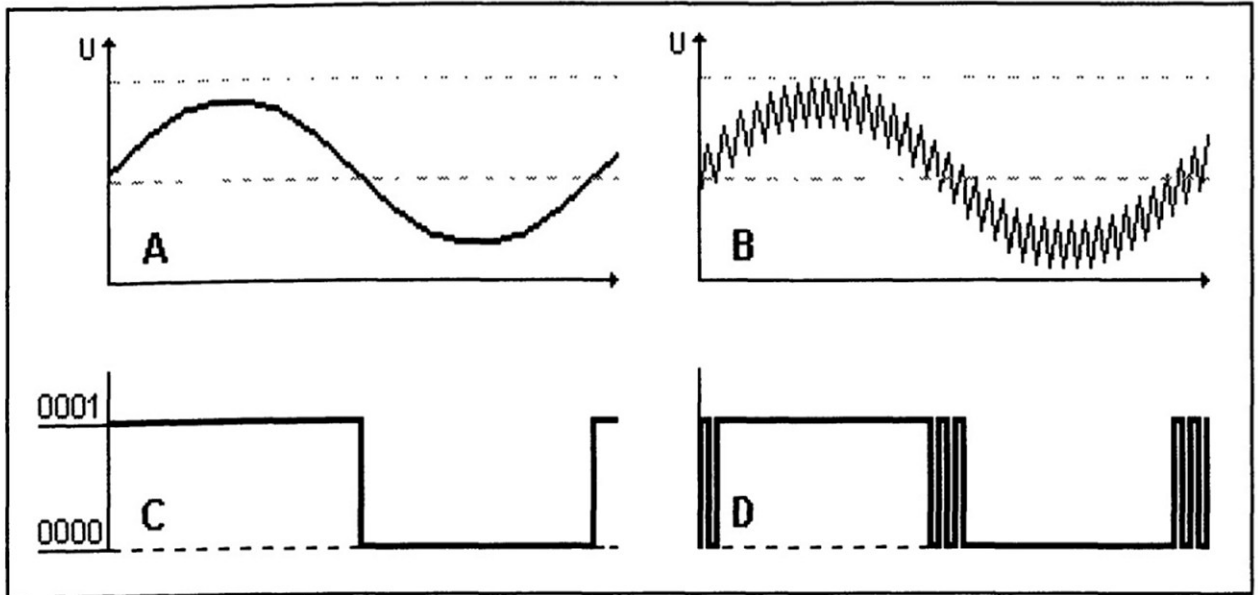
A második esetben a bejövő analóg jelet folyamatosan csökkentjük nulláig, és ezen idő alatt impulzusokat engedünk egy számlálóba. A számláló értéke jelenti ilyenkor a kimenő jelet (pl. integráló átalakítók). Az A/D-átalakító maximális átalakítási idejét a mintavételezés sebessége határozza meg. Ha másodpercenként 44 100 mintát veszünk, az átalakításnak kb. 23  $\mu$ sec alatt be kell fejeződnie.

### 2.2.3. Dither

Nagy amplitúdójú összetett jelek esetén nincs összefüggés a jel és a kvantálási hiba között. A hiba véletlenül lép fel, és ennek megfelelően alacsony szintű fehér zajként jelentkezik a felvételben. A fehér zaj időben és amplitúdóban folytonos, a frekvenciatartomány egyenlő intervallumaiban állandó energiával rendelkezik. Kis szintű jeleknél viszont megváltozik a hiba jellege, közvetlen kapcsolat mutatható ki a jel és a hiba között. A kvantálási hibát nem lehet zajnak tekinteni, mivel az eredeti jel függvénye. Ez a hiba hallható torzításként jelentkezik a felvételben. Az emberi fül sokkal érzékenyebb a torzításra, mint a fehér zajra.

A 16 bites D/A-átalakító a teljes dinamikatartományra kvantálja a bejövő jelet. A fél hangerővel bejövő jelekre 65 536 helyett csak 32 768 kvantálási szintet használ a D/A, azaz 15 bites felbontással dolgozik, és az effektív kvantálási jel/zaj viszony a felére csökken. A probléma tovább fokozódik, ha a bejövő jelben ennél kisebb hangerejű részek vannak. Tételezzük fel, hogy az analóg jel olyan kicsi, hogy egy kvantálási intervallumba esik (2-12/A ábra). Az analóg/digitális átalakító ebből egy bites négyszögjelet állít elő (2-12/C ábra). Ez már olyan mértékben megnöveli a torzítást, melyet egy digitalizáló rendszer nem engedhet meg. A megoldás egyik módja a dither technika alkalmazása.

A dither technika a kis dinamikájú jelek kvantálási hibáját azáltal csökkenti, hogy a forrásjelhez kis amplitúdójú zajt kever a mintavételezés előtt vagy után (2-12/B ábra). Ha kellően választjuk meg a zaj nagyságát, a kvantált értékek egy biten belüli impulzussorozatot alkotnak (2-12/D ábra), mivel a zaj miatt többször is átlépi a mintavételi érték a kvantálási küszöböt. Ez az impulzussorozat járulékos információt hordoz az alacsony hangerejű jelről, melyet átlagolva majd az eredeti



2-12. ábra. A zaj csökkenti a kvantálási hibát

jel jobban visszaállítható lesz. A 2-12. ábráról nem látható, de a zajjal kevert jel a legkisebb helyiértékű biten impulzusszélesség-modulált jeleket eredményez, azaz az impulzusok szélessége az analóg jel nagyságától függ. A moduláció miatt a rendszer a legkisebb helyiértékű bitnél finomabb felbontással tud dolgozni. A hozzáadott zajnak köszönhetően a kvantálási hiba függetlenné válik a bejövő jeltől, és a torzítás jelentősen csökken. Mindezekért cserébe a dither technika kismértékben megnöveli a kimenő jel zajszintjét. A zaj amplitúdójának effektív értékét kb.  $1/3$  LSB (legkisebb helyiértékű bit) nagyságúra célszerű választani.

#### 2.2.4. Túlmintavételezés

Néhány alkalmazásban a bemeneti aluláteresztő szűrőt és a több-bites A/D-átalakítót túlmintavételező (oversampling) átalakítóval és digitális szűrővel váltják ki. A túlmintavételezés azt jelenti, hogy a szükséges mintavételezési frekvencia többszörösével vesszük a mintákat.

A túlmintavételező A/D-átalakításnál a bemenő jel egy analóg aluláteresztőre kerül, mely a magas frekvenciájú jeleket kellően csillapítja. A szűrt jelből pl. kétszeres frekvenciával veszünk mintákat, és ezeket kvantáljuk. Kvantálás után digitális aluláteresztő szűrést alkalmazunk, majd minden második mintát kihagyjuk, hogy elkerüljük a hamis jel keletkezését. A túlmintavételezés frekvenciáját annyira meg lehet növelni (kb. 3,2 MHz), hogy egybites kódolás használható.



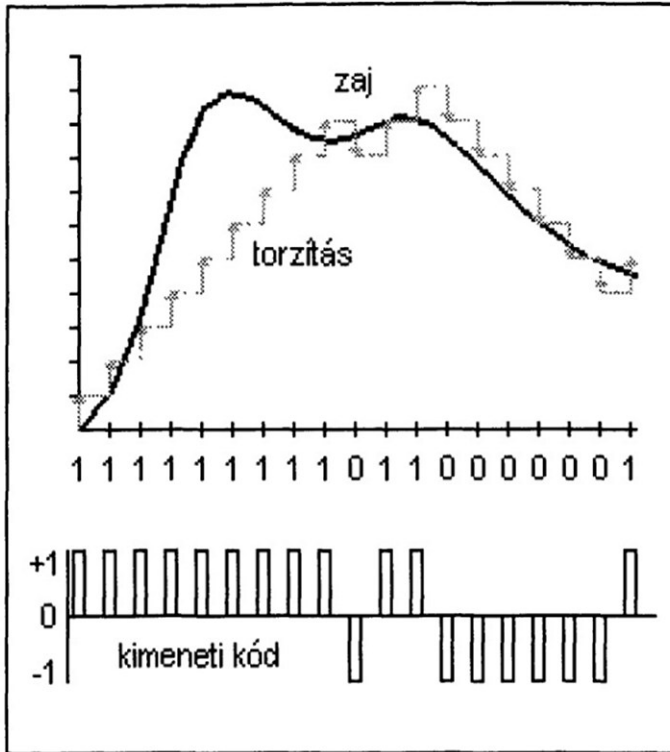
## 2.2.5. Egyéb kódolási technikák

A lineáris PCM a klasszikus, nagyon jó minőségű hangdigitalizáló rendszerek kódolási módszere. Az egyéb kódolási technikák a PCM-hez viszonyítva előnnyel és hátránnyal is járnak. A lineáris PCM rögzített skálát, egyenlő kvantálási intervallumokat használ az analóg jelformák leképezésére. Más rendszerek viszont módosított vagy egészen új leképezési technikával működnek. Ezen rendszerek leggyakoribb előnye az adatmennyiség csökkenése, mivel kevesebb bit szükséges a hangjel kódolásához. Cserébe sajnos sokszor a minőség romlásával kell fizetnünk.

A lineáris PCM rendszerben a kvantálási intervallum a teljes amplitúdótartományban állandó. A kvantálás szóhossza meghatározza az analóg amplitúdó kódolásához használható kvantálási lépcsők számát. Az új digitalizáló eszközökben mind a szóhossz, mind a kvantálási intervallum mérete változhat. Például a beszéd jobban kvantálható az exponenciális kvantálási eloszlású rendszerben, amely a halk jelekhez több kvantálási szintet rendel, mint a hangos jelekhez.

A különbségi PCM (DPCM, Differential PCM) rendszerek azon alapszanak, hogy nem szükséges a következő mintavételt is teljesen tárolni, hanem elegendő csak az előzőhöz képesti változást megőrizni. Tekintve, hogy az esetek zömében a két mintavétel közötti különbség lényegesen kisebb, mint maga a mintavételi érték, kevesebb bittel kódolható a változás, ha elegendő gyakorisággal veszünk mintát. A különbségi kódolás becslést (predikciót) használ. Az előző adatokból képzett becsült jelből kivonjuk a bejövő jelet, és csak a különbséget kvantáljuk. Ez a módszer kevesebb bitet igényel a hangjel kódolásához, de a minőség erősen függ a becslés megbízhatóságától.

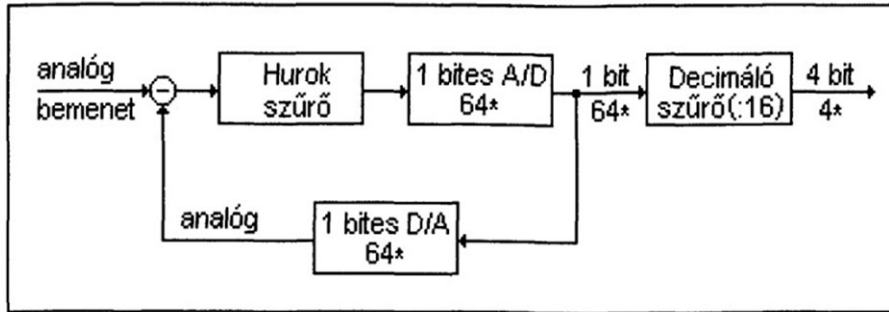
A **delta moduláció** a magas mintavételezési frekvencia miatt a különbség kvantálásához egyetlen bitet használ csak. Az elvi megoldás a 2-13. ábrán látható. A hangjel kódolásához a kvantált bemenő jel pozitív és negatív változásait használjuk. Látható az ábráról, hogy a bemenő jel meredekségét korlátozni kell, mert torzítás keletkezik. A torzítás csökkenthető, ha nagyobb mintavételi sebességet választunk. A kódolás pontossága nem lehet jobb, mint egy növekmény. A delta moduláció továbbfejlesztett változatát, a szigma-delta modulációt széles körben használják a túlmintavételező A/D- és D/A-átalakítókban.



2-13. ábra. Delta moduláció kódolás

Az **adaptív (alkalmazkodó) delta moduláció (ADM)** a delta moduláció jelmeredekségből eredő torzítását oly módon csökkenti, hogy alkalmazkodik a meredekséghez a lépés méretének változtatásával. A lépés változtatásához intelligensebb elektronika szükséges, mely a bejövő adatok elemzése alapján határozza meg a soron következő lépés méretét. Több pozitív (vagy negatív) lépés után például érdemes megnövelni a lépés méretét. Ha a pozitív és negatív különbségek folyamatosan váltakoznak, ez a bejövő jel pontos követését jelzi, és csökkenthető a lépések mérete. Gondot jelent viszont, hogy dither jelet bonyolult a bejövő jelhez keverni, mivel a lépés méretének változtatása miatt az állandó szintű zaj hatástalan.

A kódolásnál keletkező adatok csökkentésére az **adaptív különbségi impulzus-kódmoduláció (ADPCM, Adaptive Differential Pulse-Code Modulation)** kombinálja az ADM adaptív különbségi jelét a PCM bináris kódolásával. Jóllehet, több módszer is létezik, a legtöbb esetben a kódolandó különbségi jelet először egy adaptív (alkalmazkodó) skálázási tényezővel skálázzuk, majd PCM rendszerben kvantáljuk. A skálázás azt jelenti, hogy meghatározzuk a lépés méretét, mellyel a kvantálás történik. A skálázási tényező a bejövő jel tulajdonságától függ, például az effektív értékkel arányos. A lépés mérete változhat közvetle-



2-14. ábra. Szigma-delta moduláció kódolás

nül, de ugyanezt a hatást érvük el, ha a bejövő jel erősítését változtatjuk.

A bejövő jel típusának megfelelő lineáris előrejelző jósolja meg a következő minta értékét. Ebből a jelből kivonjuk az aktuális mintavételei értéket, és ezt a különbségi jelet kódoljuk rövid PCM-kóddal (4 vagy 8 bit). A kvantálási lépésköz változtatásával a különböző nagyságú jelek azonos szintre kerülnek, és a kvantálási zaj alacsony szinten marad. Az ADPCM előnye, hogy alacsony kimeneti bitsebességet eredményez, ezért széles körben használják a távítvíteli rendszerekben. A CD-I és CD-ROM XA lemezformátumok is ADPCM rendszert használnak.

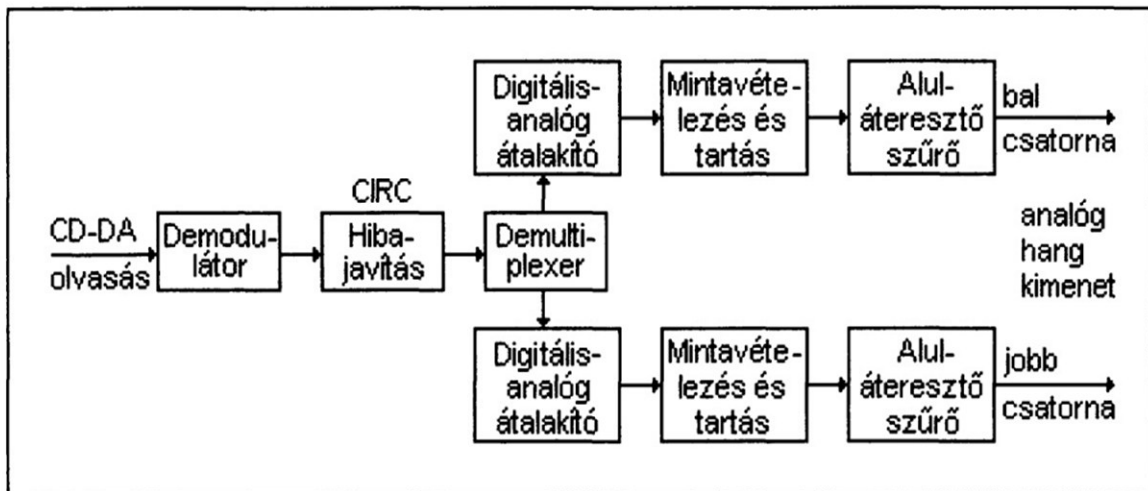
A **szigma-delta moduláció** (SDM) egy vagy néhány bites kód előállítását végzi az aluláteresztővel szűrt bemenő analóg jelből. Az egyszerű A/D-modulátor visszacsatolt hurokkal működik (l. 2-14. ábra). A mintavételezett analóg jelet egy vagy néhány bitre kvantáljuk pl. 64-szeres túlmintavételezéssel, majd a hurokban visszaalakítjuk analóg jellé (D/A-átalakító). A hurokszűrő a bemeneti analóg jel és a visszaalakított analóg jel különbségét kapja, ami valójában az előző különbség (kvantálási hiba) és az aktuális jel különbsége. A hurokszűrő (aluláteresztő szűrő) ezt a különbséget integrálja. Tekintve, hogy alacsony felbontású kvantálót (A/D-átalakító) használunk, a kvantálási hiba a mintavételezés pillanatában nagy. A durva kimenő jelet decimáló (mintaritkító) szűrővel átlagoljuk, hogy pontos értéket kapjunk. A decimáló szűrő pl. 16-tal osztja a mintavételezési frekvenciát, és közben átlagolja az egy bites jelsorozatot. Ha például 16 egymás utáni minta a következő: 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, akkor az átlagolás értéke  $6/16$ , és a szűrő 4 bites kimenetén 0, 1, 1, 0 (6) jelenik meg.

## 2.3. Digitális hangvisszaadás

PCM rendszerekben a digitális hangvisszaadás tulajdonképpen a digitális hangrögzítés fordított műveleteiből áll. A lemezről olvasott, kódolt jelek digitálisan érkeznek a lemezmeghajtó elektronikájához, és a 2-15. ábra egyszerűsített blokkvázlata szerinti úton magas hanghűségű analóg jel lesz belőlük. A 14 bites EFM-csatornakódokból először vissza kell állítani a 8 bites kódokat, majd a hibajavítás esetleges elvégzése után szét kell választani a bal és jobb csatornához tartozó szavakat. A sztereó csatornákon ettől kezdve a jelek feldolgozása egymás mellett fut. A párhuzamos digitális szavakból a digitális/analóg átalakító (D/A, Digital to Analog Converter) analóg jeleket állít elő, melyeket közvetlenül is az aluláteresztő szűrőre vezethetünk. A legtöbb esetben a digitális audió rendszerek egy kimeneti mintavételező és tartó áramkörrel csökkentik a D/A-átalakításból származó hibákat.

### 2.3.1. Olvasási folyamat

A CD-lemez felületén lévő lyukakról és ép felületről visszaverődő lézersugár az érzékelő fotodiódáin elektromos impulzussorozattá alakul. A diódák egy részéről származó jelek az olvasófej sávon tartásáról és fókuszálásáról gondoskodnak, ezért ezeket külön kezeli az elektronika. Az érdemi hanginformációt hordozó EFM-jeleket először demodulálni kell, hogy az eredeti nyolcbites bájtokat visszakapjuk.

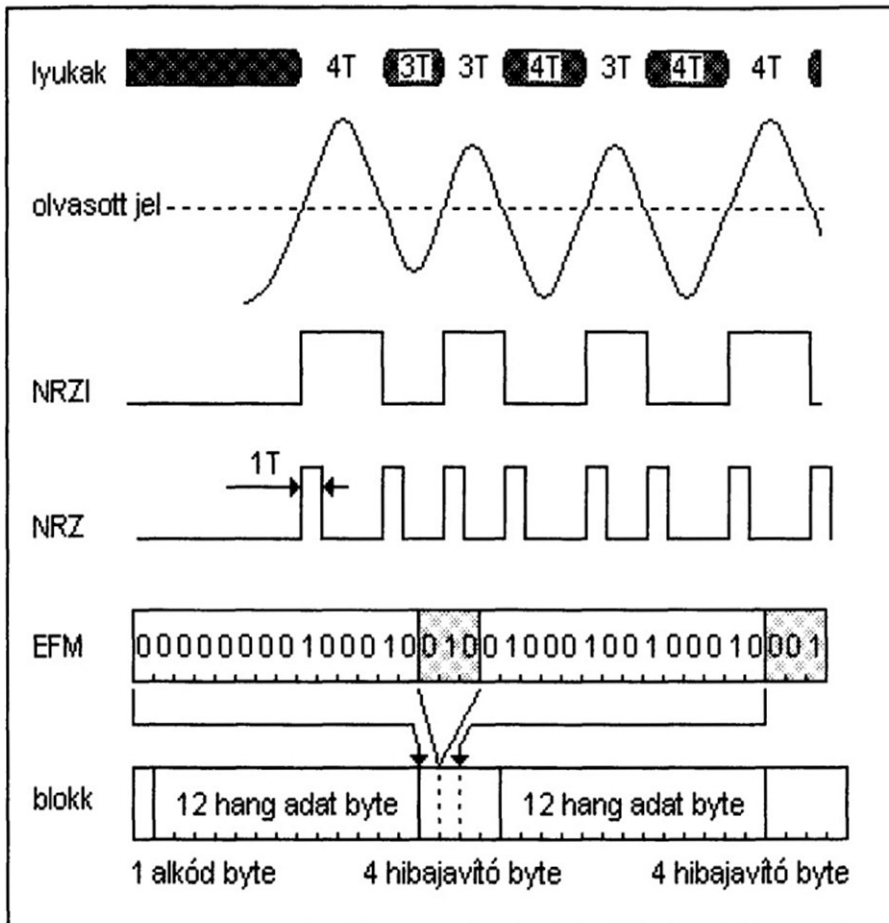


2-15. ábra. Digitális hangvisszaadás



## EFM-demoduláció

Az EFM-jelben két egyes bit között legalább kettő, de legfeljebb tíz nullás bit található. Ez azt jelenti, hogy kilenc különböző hosszúságú jelváltás van 001-től 000 0000 0001-ig. Egy teljes periódushoz két jelváltás, azaz a lemezen egy lyuk és egy ép szakasz tartozik (l. 2-16. ábra NRZI). A CD-DA-lemez olvasásakor  $6T$ – $22T$  időtartamú periódusokban kapunk jeleket, ahol  $T$  az egy csatornabit periódusidejét jelenti ( $1,2$  m/sec lineáris sebességnél  $0,232$   $\mu$ sec). A periódusidő akkor  $6T$ , ha mind a lyuk ( $3T$ ), mind az ép felület ( $3T$ ) a legrövidebb. Az olvasott jel frekvenciája így  $196$  kHz és  $720$  kHz között változik.



2-16. ábra. CD-olvasás

Az érzékelő diódák szinuszos jelét TTL logikai szintre alakítva tulajdonképpen NRZI (invertált nullához nem visszatérő) kódú jelet kapunk, azaz a jel minden logikai egyes bitnél állapotot vált. Az NRZI-kód nem olvasható binárisan, ezért tovább alakítjuk NRZ-kódra. Az NRZ-jeleket figyelve szinkronkaraktert keresünk, mely a blokk kezde-

tét jelenti. A szinkronkarakter 24 + 3 bitjét eldobjuk, és elkezdjük olvasni a csatornakódokat. A kódok 14. bitje után jövő 3 összekötő bitre sincs szükségünk. A csatornabitek sebessége a lemez fordulatszámától függ, ezért ezeket a motorvezérlő áramkör szinkronizálására is használjuk. Az adatok eddig bitenként sorosan érkeztek, ezért egy soros/párhuzamos átalakítóval párhuzamosítjuk őket. Az EFM-csatorna karaktereket visszakódoljuk 8 bites bájtokra egy ROM-karaktertábla segítségével. A keret első bájtja az alkódot tartalmazza, ezért leválasztjuk a hangadatokról és külön kezeljük. Az alcsatornák önálló hibajavító rendszerrel rendelkeznek.

A következőkben a blokk kétszer 12 hang, és kétszer 4 hibajavító bájtját kódoljuk vissza, és minden adatot közbenső pufferben tárolunk. A CD-olvasó egységek 8–256 kb-át méretű puffermemóriával rendelkeznek a lemezről olvasott adatok közbenső tárolására. Erre elsősorban azért van szükség, mert a CD-lemez fordulatszáma nem annyira állandó, hogy pontosan ütemezett adatokat szolgáltatson. A hanglemeznél ezt a fordulatszám-ingadozást nyávogásnak nevezik. Biztosítani kell azonban, hogy a puffer sohasse ürüljön ki, illetve ne csordulhasson túl, mert ez az adatok ütemezett átadását megzavarná. A puffer állapotáról ezért egy vezérlőjel tájékoztatja a motor fordulatszám-vezérlőjét, mely a puffer kb. 50%-os telítettség állapotához változtatja a lemez fordulatszámát.

### *Hibajavítás*

A pufferben tárolt adatokat a CIRC-áramkör ellenőrzi. Ez az áramkör megszünteti az átszövést, és kétfokozatú dekóderével az adatok között hibásnak talált bájtokat javítja, vagy hibás jelzéssel látja el. A művelet a 2.2. pontban leírtakkal fordított sorrendben zajlik le. A C1 CIRC dekóder 2 hibát javít, és megjelöli az általa nem javítható adatokat. A C2 dekóder is két hibát tud javítani. A nem javítható adatokat a C2 fokozat is hibás jelzéssel látja el. A CIRC áramkör csak hibás adatokkal foglalkozik. Ha az adott blokkban nem talál hibát, csak az átszövést kell megszüntetnie.

Elméletileg a nyers bit hiba arány (BER, Bit Error Rate) a CD-n  $10^{-5}$  és  $10^{-6}$ , azaz százezer–egymillió bit közül egy hibás akad. A CIRC hiba-

javítás után ez az arány  $10^{-10}$ -re ugrik. A gyakorlatban egy kicsit rosszabb a helyzet, különösen egy közepesen sérült vagy piszkos lemeznél. Elméletileg létezik tökéletes hibajavító rendszer, mely minden hibát észlel és javít, de ehhez végtelen hosszúságú kódszavak szükségesek. A hatékony hibajavítók a hallható hibák mennyiségét igen alacsony szinten tartják elfogadható mennyiségű redundáns adat hozzáadásával.

A CIRC áramkör nem képes minden hiba javítására. Ha valamelyik hibajavító bájtt sérült, ezzel nem foglalkozik. Nem javítható hiba érzékelésekor három tevékenység lehetséges. Ha a hibás szakasz nem túl hosszú, és ép minták fogják közre, közelítő értékkel helyettesíthetjük. Lineáris és magasabb rendű interpoláció is számításba jöhet. Hosszabb hibaszakaszok esetén az utolsó érvényes hang és a hiba megszűnése utáni hang átlagos értékét tartjuk. A rendszer így 13 282 hibás bit helyettesítésére is képes. Túl hosszú hibás felületet érzékelve helyettesítésnek nincs értelme, ezért a kimenő jelet koszinuszgömbös kerekítéssel fokozatosan elnémítjuk. Az előfordulási helytől (hangzásbeli környezet) függően az elnémítás az emberi fül számára így nem hallható. Az intelligens CD-meghajtó ügyel arra is, hogy a hosszú hibák közötti ép adatok ne okozhassanak hangbeütéseket.

Az alkódinformáció kezelése külön történik. A dekódolás során blokkonként egy nyolcbites alkódbájt, keretenként pedig 98 alkódbájt kezelnek. Ezt a blokkot nyolc darab 98-bites alkódcsatornára tagoljuk, és vezérlési célra vagy kiegészítő adatok tárolására használjuk.

A maradék adat már csak hanginformációt hordoz. A sztereójelnek megfelelően egy multiplexer áramkörrel szétválasztjuk a bal és jobb csatorna adatait, és külön digitális/analóg átalakítókkal állítunk elő belőlük hangot. A szétválasztás módja a D/A-átalakítás típusától (több- vagy kevés-bites konverzió) függ.

### 2.3.2. Digitális/analóg átalakító

A CD-ről olvasott digitális hangadatokból a digitális/analóg átalakító analóg jelet, azaz hallható hangot állít elő. A D/A-átalakító a lemezolvasási folyamat egyik legkritikusabb része. Az A/D-átalakítóhoz hasonlóan, mely hangrögzítéskor a kódolt jel minőségét alapvetően meg-

határozza, elsősorban a D/A-átalakító felelős a digitalizált jel visszaállításának minőségéért. Az átalakítás mind nagy felbontású kvantálóval és alacsony mintavételezési frekvenciával (több-bites átalakítók), mind alacsony felbontású kvantálóval és magas mintavételezési frekvenciával (kevésbites átalakítók) végrehajtható. A hagyományos több-bites átalakítók jellemző hibája a nem-linearitás, míg az újabb kevésbites átalakítóknál zajformálást kell alkalmazni az alapzaj csökkentésére. Szerencsére kiváló minőségű D/A-átalakító áramkörök kaphatók elfogadható áron.

A CD bevezetése óta eltelt idő alatt három CD-lejátszó generáció látott napvilágot. Az első generációt a több-bites (multibit) D/A-átalakító jellemezte, melyet a hangsáv feletti frekvenciák kiszűrésére szolgáló igen meredeken vágó aluláteresztő szűrő („tégla fal”) követett. A második generációs lejátszók ugyancsak több-bites átalakítóra épültek, de az átalakító elé helyezett túlmintavételező digitális szűrőnek köszönhetően a kimeneti aluláteresztő szűrővel szemben már nem kellett nagy igényeket támasztani. A jelenleg is elterjedten használt harmadik generációs meghajtók kevésbites (low-bit) D/A-átalakítót használnak digitális szűrővel és szolid analóg kimeneti szűrővel egybeépítve.

### *Több-bites D/A-átalakítók*

A több-bites (multibit) D/A-átalakítók párhuzamosan kapják a digitális adatot. Az átalakító teljesítményét és pontosságát túl egyszerű lenne a párhuzamos bitek számával meghatározni. A minőséget alapvetően a különbségi linearitási hiba határozza meg, de nem hanyagolhatjuk el az abszolút linearitási hibát, az erősítési hibát, a jelváltozási meredekségtorzítást és a nullátmenet-torzítást sem. Abszolút linearitási hiba alatt az ideális kvantálási menettől való eltérést értjük. A különbségi linearitási hiba az egyes lépésekben elkövetett relatív eltérést jelenti az ideális értéktől. A különbségi hiba nagy szintnél független a jeltől, de alacsony jelszintnél kimutatható a kapcsolat a jel és a hiba között, a hiba pedig torzításként jelentkezik.

Minden PCM digitális szóban lévő bitnek súlya van. Ha egy 16 bites adatot kell analóg jelre alakítani, a legnagyobb helyiértékű bit hiánya a



jelamplitúdót felére csökkentheti, míg a legkisebb helyiértékű bit hiánya alig észrevehető. Az arányokat jobban megértjük, ha számszerű adatokat ismerünk. Tételezzük fel, hogy egy 16 bites D/A-átalakító kimeneti jele  $\pm 10$  V. Ha a digitális bemeneti kombinációt eggyel növeljük, a kimeneti analóg jelnek 0,3 mV. feszültséggel kell nőnie. A több-bites átalakítók alaptulajdonsága, hogy különbségi linearitási hibával működnek, amelynek a bitsúlyok közötti arány az okozója. Ilyen nagy arány mellett a külső hatások (az alkatrészek öregedése, hőérzékenysége stb.) nem zárhatók ki teljesen. A D/A-átalakító gyártói a hiba ellen védekezésül az átalakító integrált áramkört önműködő hitelesítéssel látják el.

A CD-DA lemez 16 bites mintákat tárol, ezért ennél jobb minőségben nem játszható le. A gyakorlatban a 16 bites pontosság csak nagyon drága 16 bites átalakítóval érhető el. Néhány gyártó 18–20 bites átalakítót szerel lejátszójába, hogy minél jobban megközelítse a 16 bites zene teljes visszaadását. A nagyobb felbontású átalakítás növeli a kvantálási jel/zaj viszonyt, és pontosabb jelalakot kapunk vissza.

A több-bites D/A-átalakítók másik jellegzetes hibája a nullátmenet-torzítás. Ez akkor keletkezik, ha a kimenő jel előjelet vált, azaz a digitális bemenet legnagyobb helyiértékű bitje nulláról egyre, vagy vissza változik. A több-bites átalakítók zöme kettes komplementis adatokat fogad, azaz a legnagyobb helyiértékű bit előjelet határoz meg. Ha a bemenő adat egy bittel csökken, azaz 0000 0000 0000 0000-ról 1111 1111 1111 1111-re változik, az átalakítóban olyan sok kapcsolót kell egyszerre átváltani, hogy ez jelentős különbségi linearitási hibát okoz. Az analóg jelben ez úgy jelentkezik, hogy a szinusz pozitív és negatív félhulláma nem találkozik, és a nullátmenet körül apró ugrások keletkeznek. A hiba annál jobban hallható, minél halkabb zenét hallgatunk. A nullátmenet-torzítás csökkenthető, ha rendszeresen hitelesítjük az átalakítót vagy külön D/A-átalakítót használunk a pozitív félhullámokra és a negatív félhullámokra. Ebben az esetben nem fordul elő, hogy minden bit egyszerre változik. A kevésbites D/A-átalakítóknál nincs nullátmenet-torzítás.

A több-bites átalakítók két módszert használnak a kimeneti jelalak helyreállítására. Az első módszernél hagyományos átalakítót találunk a meghajtóban, meredek aluláteresztő szűrővel. A meredek szűrőre azért van szükség, mert a kimeneti jelben a mintavételi frekvenciához ké-

pest tükörfrekvencia-tartományok vannak, és az alsó tükör 24 kHz környékén kezdődik. Ezt a jelet a szűrőnek már nem szabad átengednie. Az a gond ezekkel a szűrőkkel, hogy frekvenciafüggő késleltetést, berezgéseket és magas frekvencián csúnya fázistolást okoznak, melynek hallható következményei is vannak.

A **súlyozott ellenállásokból** álló D/A-átalakítóban minden bit egy ellenállást kapcsol egy visszacsatolt műveleti erősítőre. Az ellenállások értéke kettő hatványai szerint, azaz a bit súlyának megfelelően nő. Ha egy bit magas szintű, a súlyának megfelelő feszültséget adja a kimenő jelhez. Gyakorlatban ezzel az átalakítóval nem találkozhatunk, mivel az ellenállások nem gyárthatók megfelelő pontossággal és stabilitással. Gondoljuk meg, hogy ha a legkisebb ellenállás 100 ohm, a legnagyobb ellenállásnak 6,5 Mohm-nak kell lennie.

Az **ellenálláslétra** D/A-átalakító jobban megvalósítható, mivel összesen két ellenállásméretet használ R és 2R értékben. A létra minden bithez két ellenállást tartalmaz, és a bit a súlyának megfelelő ellenálláslánc végén kapcsolja a hozzá tartozó ellenállást.

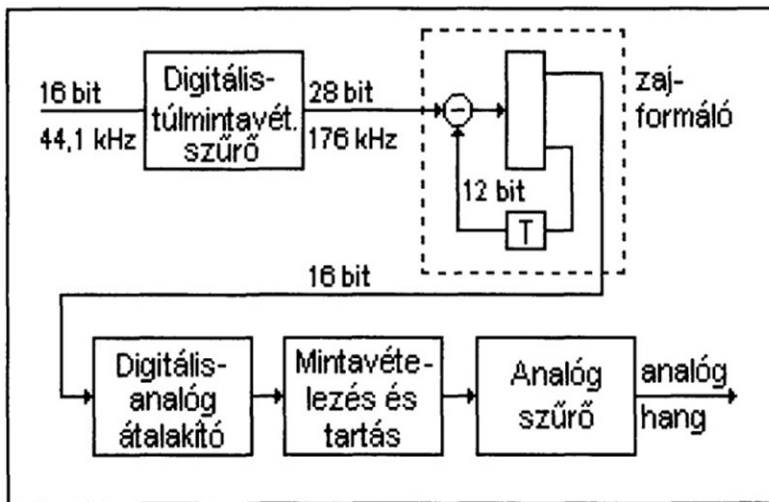
Az integráló típusú D/A-átalakítók közé tartozik a **kettős meredekségű integráló** konverter. Az integráló átalakítók pontosabbak, mint a korábban említettek, mert nem tartalmaznak ellenálláslétrát. Az áramkör 16 bites adatot fogad, melyet alsó és felső 8 bitre oszt meg, és külön konvertálja őket. A kimeneti erősítő összegzi a két integrátor jelét.

A kimeneti jelalak helyreállítására a több-bites átalakítók másik módszerénél a D/A-átalakító előtt túlmintavételező digitális szűrőt találunk, utána pedig egy egyszerű analóg aluláteresztő szűrőt. Az egyszerű analóg szűrő vágásának nem kell meredeknek lennie, mert a digitális szűrő miatt a tükörtartományok több száz kHz-es frekvencián keletkeznek. Fontos viszont, hogy kiváló legyen a fázislinearitása. A túlmintavételezés, azaz a szükséges mintavételezési frekvencia többszörösével történő mintavételezés olyan sok előnnyel jár, hogy a hagyományos közvetlen D/A-átalakítás és meredek aluláteresztő szűrő kombinációt teljesen kiszorította a CD-meghajtókból. A túlmintavételezés a következő kellemes tulajdonságokkal rendelkezik:

- digitális szűrő alkalmazható,
- kisebb kvantálási egység,

- magas frekvenciás tükörkép,
- kevésbites D/A-átalakító használható.

A hangvisszaadás túlmintavételezéssel történő megoldására a 2-17. ábrán látunk példát. A bejövő digitális jel 44,1 kHz sebességgel mintavételezett 16 bites adatok sorozatából áll. A digitális szűrő újra mintavételezi az adatokat, és pl. négyszeres túlmintavételezésnél 176,4 kHz sebességgel szolgáltatja az adatokat. Ha a szűrőt 28 bites adatkimenetre választjuk, a zajformáló fokozat az egy mintával (T) késleltetett jel alsó 12 bitjét kivonja a 28 bites adatból, és az eredményt 16 bitre kerekíti. A D/A-átalakítóra jutó jel így ismét 16 bites felbontású, de négyszeres túlmintavételezéssel és kisebb zajszinttel. A D/A-átalakító kedvezőbb környezetben, nagyobb frekvencián és kisebb változásokkal dolgozik. A kimeneti jelben a tükörtartomány a 176 kHz-es mintavételező frekvencia körül alakul ki, melyet az aluláteresztő szűrő könnyedén ki tud vágni. A digitális szűrő a 24–156 kHz-es frekvenciatartományban elnyomja a jeleket.



2-17. ábra. Hangvisszaadás túlmintavételezéssel

A **digitális szűrő** olyan áramkör (és algoritmus), mely hangminta-vételi értékeket fogad, végrehajtja rajtuk a szűrési feladatot és hangminta-vételi értékeket ad ki. A művelet során ideális aluláteresztő funkciót lát el a digitális tartományban a D/A-átalakító előtt. A D/A-átalakítás után egyszerű analóg szűrőt használhatunk. A digitális szűrők többnyire FIR (Finite Impulse Response, véges impulzus válaszu) típu-

sú szűrőt és túlmintavételezési technikát használnak. A kimeneti mintavételezési sebesség nagyobb, mint a bemeneti.

A túlmintavételező szűrők a bejövő adatot újra mintavételezik. Ennek első lépéseként megnövelik a mintavételezés sebességét, és az eredeti mintavételek közé nulla értékű mintákat tételeznek fel. Ha például nyolcszorosra növelik a mintavételi sebességet, két eredeti érték közé hét nulla mintát szúrnak be, és az eredeti 44,1 kHz-es sebesség 352,8 kHz-re nő. Ezt az adatsorozatot digitális aluláteresztő szűrőre vezetik, mely az eredeti mintavétel félértékén (22 050 Hz) vág. A szűrő kimenetén megjelenő jelben a nullának vett pótlólagos mintavételi értékek interpolációval számított értéket kapnak. A számítás különböző algoritmussal történhet. Az algoritmust késleltetések, szorzók és összeadók hajtják végre. A közbenső pontok számítása azt eredményezi, hogy a kimeneti felbontás nagyobb, mint az eredeti volt (pl. 16 bitről 28 bitre nő, ha 12 bites szorzót használunk az algoritmusban).

### *Kevésbites D/A-átalakítók*

Bár a több-bites D/A-átalakítók hibái csökkenthetők, a PCM korlátai serkentőleg hatottak a kevés-bites (low-bit) átalakítók fejlesztésére. Ezeket a rendszereket az igen magas mintavételezési frekvencia, a zajformálás és a néhány bites szóhossz jellemzi. Két fejlesztési irány alakult ki, az első a Matsushita, a második a Philips cég nevéhez fűződik. A kevésbites átalakítók soros működéséhez jól használhatók a ma már rendelkezésre álló nagy teljesítményű jelfeldolgozó processzorok.

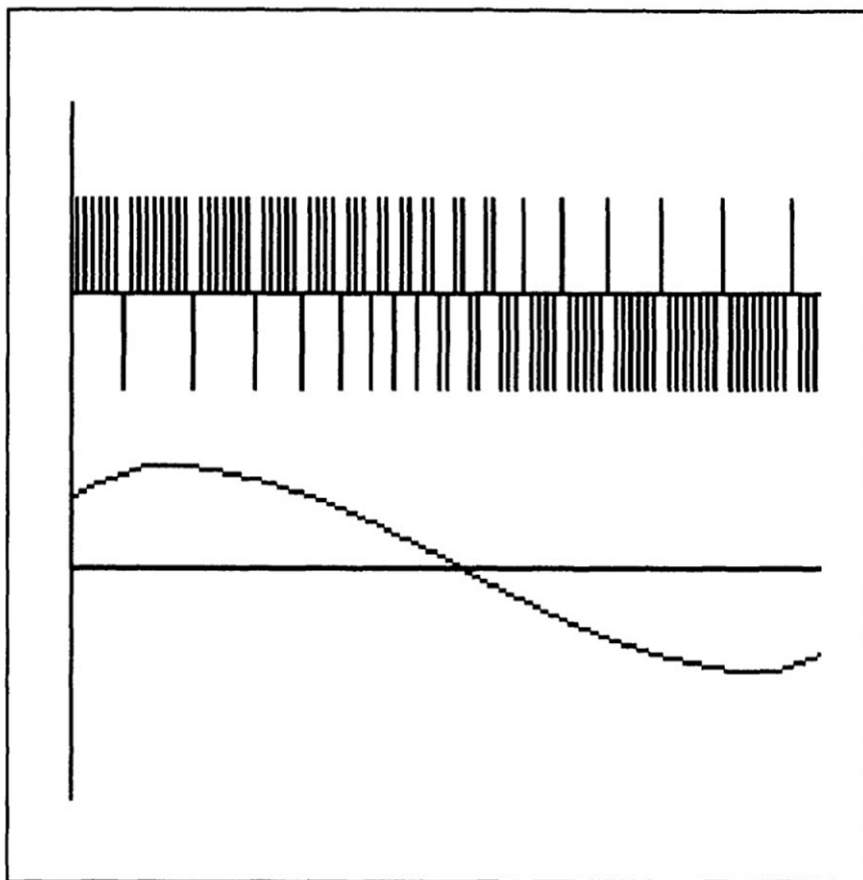
Egy hasonlatot használva talán könnyebb megérteni a 16 és az 1 bites átalakító működését. Ha egy teremben 16 különböző teljesítményű izzó van, és mindegyik külön kapcsolható, akkor 65 536 különböző fényerő állítható be a kapcsolók be- illetve kikapcsolásával. Ha valamelyik izzó fényereje megváltozik, vagy valamelyik kapcsoló hibázik, nem a kívánt fényerőt kapjuk. Hasonlóan működnek és hibáznak a 16 bites átalakítók.

Ha a teremben csak egy izzót használunk, mindössze két fényerőt állíthatunk be (teljes fény és sötét). Ha elég gyorsan váltjuk azonban a kapcsolót, és egyforma ideig van be- és kikapcsolva, a teremben fél fényerő lesz. Ha a bekapcsolás idejét megnöveljük, nő a fény a terem-



ben. A beállítható fényerők száma nagyobb, mint 16 lámpa esetén, hiszen a bekapcsolási idő növelése mellett a kikapcsolt állapot idejének csökkentésével is növelhető a fény. Az 1 bites átalakítók hasonlóan formálnak meg egy hanghullámot. Fontos, hogy a bekapcsolt (logikai 1) és kikapcsolt (logikai 0) állapotok igen gyorsan váltsák egymást, és nagyon pontos legyen az időzítés.

A Philips kevésbites átalakítója **impulzussűrűség modulációs** (PDM, Pulse-Density Modulation) vagy bitfolyam (Bitstream) átalakító néven vált ismertté. Ebben a technikában az impulzusok sűrűsége hordozza az eredeti 16 bites adat információját, mint ez a 2-18. ábra egyszerűsített rajzán is látható. A PDM igazi egybites átalakító.



2-18. ábra. PDM egybites konverzió

A Philips egybites átalakítója pozitív és negatív jelet ad ki, melyek értékét másodpercenként 11 milliószor módosíthatja a bitfolyamnak megfelelően. A csupa egyesből álló bitfolyam pozitív, a csupa nullás pedig negatív csúcsértéket állít elő. Ha a bitfolyamban egyetlenes váltakoznak az egyes és nullás bitek, a kimenőjel nulla lesz.

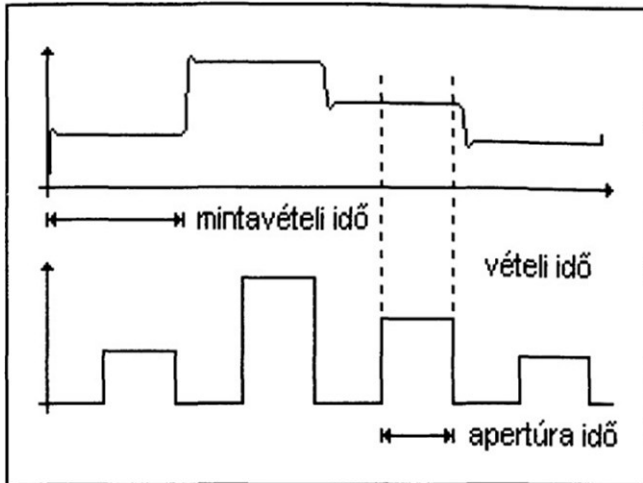
A Matsushita módszer impulzusszélesség moduláción (PWM, Pulse Width Modulation) alapszik. Ebben a rendszerben az adat információját az impulzusok szélessége hordozza. Az impulzusszélesség pontos tartása, és az időbeli elcsúszás (jitter) megakadályozása elég nehéz feladat. A rendszer elterjedt rövidítése MASH (Multi-stAge noise SHaping, többfokozatú zajformálás). A MASH átalakító a 16 bites és 44,1 kHz-es mintavételi adatokból 768-szorosan túlmintavételezett (33,868 MHz) 18 bites adatokat állít elő, melyekből a PWM-konverter 11 lépéses kvantált formát készít. Az egybites felbontást a szükséges sebesség igen magas volta korlátozza (2,98 GHz), ezért a MASH-átalakítót a 11 lépés miatt gyakran 3,5 bites konverternek nevezik.

### 2.3.3. Kimeneti mintavételezés és szűrés

A legtöbb digitális audiórendszer két mintavételező áramkört tartalmaz: az egyik a hangrögzítés oldalán a bemeneti analóg jelet mintavételezi és tartja az értéket, amíg az A/D-átalakító befejezi feladatát, a másik pedig a hangvisszaadás folyamán a D/A-átalakító után mintavételezi az adatokat. Ez utóbbi fokozat feladata a D/A-átalakító kapcsolóinak pontatlan működéséből származó hiba csökkentése. Tekintve, hogy az áramkör az apertúrahibának nevezett frekvencia-menetbenli hibákat is kompenzálja, gyakran apertúraáramkörnek is nevezik.

A több-bites átalakítókra jellemző, hogy a kapcsolói nem egyszerre váltanak át, és emiatt a kimenőjelben apró tüskék (glitch) keletkeznek. Ha például az összes bemeneti bit megváltozik (0111 1111-ről 1000 0000-ra), és a legnagyobb helyiértékű bit váltása kicsit késik, a D/A-átalakító rövid időre maximális kimenőjelet képez (1111 1111). Ha a keletkező tüskéket nem szűrjük ki, a kimenőjelben torzítást kapunk.

A tüskék kiszűrésének legjobb módja, ha a D/A-átalakító jelet mintavételező és tartó áramkörrel újból mintavételezzük. A mintavételező csak akkor veszi át a D/A kimenőjelet, ha az már állandósult, és ezt tartja a következő D/A-jel képzéséig. Az így előálló impulzusamplitúdó-modulált (PAM, Pulse Amplitude Modulation) jel már mentes a káros jelektől (l. 2-19. ábra).



2-19. ábra. A mintavevő áramkör javítja a jelet

Hardverszempontról a kimeneti mintavevő és tartó hasonlóan épül fel, mint az A/D-átalakító mintavevője. A kimeneti áramkörnél különös figyelmet kell szentelni a tartási időnek és a mintáról mintára váltás sebességének.

A mintavevő áramkör másik feladata az apertúrahiba javítása. Apertúrahibának a D/A-átalakító kimeneti jelében a magas frekvenciás jelek osztását nevezzük, nagysága a kimeneti impulzusok szélességétől függ. Ha keskenyebb az impulzus, kisebb az apertúrahiba is. A mintavevő áramkör azáltal csökkenti az apertúrahibát, hogy kimeneti impulzusai keskenyebbek, mint a mintavételi periódus, azaz a D/A-átalakító kimeneti jelei (l. 2-19. ábra). Az apertúrahiba elleni védekezés előkompenzálással is történhet.

A leggyakrabban a mintavevő és tartó áramkör a D/A-átalakító integrált áramkörrel közös tokba kerül. A mintavevő és tartó áramkör PAM kimeneti jele a kimeneti szűrőre kerül, és a jelvisszaállítás ezzel befejeződik.

### *Kimeneti aluláteresztő szűrő*

A hangdigitalizáló rendszerek első és utolsó fokozata aluláteresztő szűrő. Bár hardverfelépítésük nagyon hasonló, feladatuk különbözik. A kimeneti aluláteresztő hagyományos „téglafal” áteresztésű szűrőjét egyre jobban kiszorítják a túlminta-vételezési technikát használó digitális szűrők.

A kimeneti szűrő feladata a mintavételezési frekvencia felénél nagyobb frekvenciájú jelek kiszűrése, és ezzel a hamis jelek kialakulásának megakadályozása. A szűrő bemenetére impulzusamplitúdó-modulált (PAM) jel érkezik, a kimeneten pedig sima, egyenletes, tiszta analóg hangot kapunk.

### 2.3.4. Időalap korrekció

A lemezre felírt adatbitek saját magukat szinkronizálják, azaz visszanyerhető belőlük az órajel. Az olvasás minőségét korlátozza a visszanyert órajel pontossága és stabilitása. Az időelcsúszásból származó hibát szinkronizációs, időzítési hibának (jitter) nevezik. Az adatok sikeres olvasásához a lehető legkisebb értékre kell csökkenteni az adathor-dozóban az átvitelkor vagy az olvasás és konvertálás során keletkező időalap-elcsúszást.

Különbséget kell tennünk az interfész időzítési hibája és a mintavételezés időzítési hibája között. Az interfészhiba az adatot kísérő órajelben jön létre, amikor két eszköz között adatot viszünk át. Ez a hiba általában nem okoz gondot, mert nem vált ki javíthatatlan hibát. Az átvitt adatok a vevő oldalon nyomon követhetők hibaellenőrző áramkörökkel.

A mintavételezés időzítési hibája a mintavételezés órajelében keletkezik, és az olvasott adatok minőségére van káros hatással. Ha a mintavételező órajel-ütemezése nem elég pontos, vagy zavarjel kerül a vezérlőjelekre, akkor nem a kívánt pillanatban vesszük a mintát, illetve az olvasás pillanata időben változik, és ez zajként vagy rossz esetben torzításként jelentkezik a hangban. Gyakran fáziszárt hurkot (PLL) használnak, hogy az olvasóegységet a csatornabitek órajele újra szinkronizálhassa. Ha a PLL áramkör zárt, a bejövő jelben lévő kis elcsúszások nem zavarják meg a hurkot, és a kimenő órajel mentes a vibrálástól.

Az A/D-átalakító oldalán lévő apró elcsúszás az órajelben rossz mintát eredményez rossz időben. Ha ezek a minták stabil órajelű D/A-átalakítóba kerülnek, a kimenőjelben rossz mintákat kapunk helyes időben.

Néhány CD-meghajtó gyártó komoly erőfeszítéseket tesz, hogy csökkentse a vibrálás veszélyét (motor fordulatszám stabilizátor, lágyan fel-



függesztett és csillapított mechanika stb.). Ezek hasznos megoldások, de az időalap elcsúszása ellen a legjobb módszer az olvasott adatok közbenső tárolása. Ha a pufferben elegendő adat gyűlik össze, egy kristályvezérelt oszcillátor jelével olvashatjuk ki belőle. Ily módon az adatok ütemezése függetlenné válik az olvasás és az átvitel folyamataitól.

Többféle pufferfelépítés is létezik. A gyűrűs felépítésű pufferben a beírás és kiolvasás független egymástól, és az adatok kiolvasását vezérlő órajel el van választva a beíró órajeltől. A gyűrűs puffer RAM áramkörökből épül fel, a rekeszek logikailag zárt gyűrűt képeznek. A memóriát két regiszter címzi. Akkor üres a puffer, ha a beíró és olvasó regiszter azonos címet tartalmaz. Adat írásakor a bemeneti címregiszter tartalmát növeljük, kiolvasáskor pedig a kimeneti címregisztert. A pufferben lévő szabad helyek mennyiségével szervórendszert vezérelhetünk, mely a lemez fordulatszámát változtatva a puffer félig feltöltött állapotát tartja. Ezzel biztosíthatjuk, hogy a puffer ne tudjon túlcserélődni, illetve mindig legyen benne adat, ha olvasni akarjuk.

## 2.4. CD-DA olvasó



A kompaktlemez lejátszó a stúdiókban felvett és lemezre rögzített hangjelet eredeti formában játssza vissza. Ha a lejátszó követi az elméleti irányelveket, a hallott hang a kvantálási hibától eltekintve úgy szól, mint a felvételkor a stúdióban.

Az audió CD logikailag sávokra van osztva. A lemezen legalább 1, legfeljebb 99 sáv lehet. A sávszám korlátozása problémát okozhat (pl. rövid hangklipet tartalmazó lemeznél). A sáv hossza nem lehet 4 másodpercnél (300 szektor) rövidebb. Minden sáv egy összefüggő hanganyagot (pl. zeneszám) tartalmaz. A sávok között 2 másodperc szünet lehet, de ez nem kötelező. A CD-lemezen történő keresés szempontjából a sáv indexekre tagolható. A sáv szokás szerint két indexből áll. A 0. index jelenti a szám előtti szünetet, az 1. index pedig a zeneszám fő részét. További indexpontok is megjelölhetők legfeljebb 99 indexig. Az indexinformáció az alcsatornában található meg.

A lemez mindhárom tartománya (bevezetés, program, kivezetés) szektorokra tagolódik. A szektorban tárolt hasznos adat mennyisége 2352 bájt. Az egyszeres sebességű lemezolvasáskor másodpercenként 75 szektort olvas a lézerfej. Ha a lemezre 74 perc 33 másodpercnyi anyagot vettek fel, a lemezen

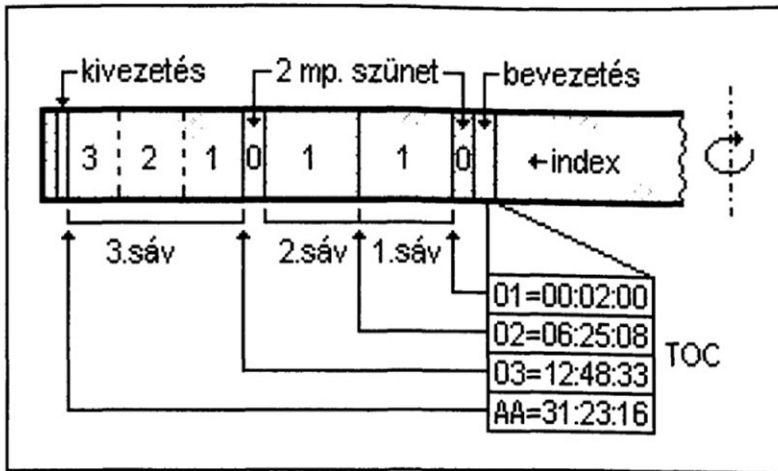
$$(74 \times 60 + 33) \times 75 \times 2352 = 789\,037\,200 \text{ bájt, azaz } 752,48 \text{ Mbájt}$$

digitális hanginformáció van tárolva.

A lemez legkisebb címezhető egysége a szektor. Címzésre időadatokat használnak. Az abszolút címzés a lemez elejétől mért időbeli távolságot jelenti, a sávrelatív címzéssel a sáv elejéhez képesti idő adható meg. Az idő megadása perc:másodperc:keret paraméterekkel történik, és az értékeket mindkét címzési módhoz alkódcsatorna tárolja.

Az adatvédelem miatt a lemezre írt és onnan olvasott információegység kisebb a szektornál. A blokknak nevezett adategység 24 adatbájtot tartalmaz. Egy szektorban 98 blokk található. A blokk már nem címezhető logikailag.

Minden blokk tartalmaz egy alkódbájtot a 24 adatbájt mellett. Az alkódbájt bitenként van értelmezve, az azonos pozícióban lévő bitek egy alcsatornát képeznek. Az alcsatornákat P és W közötti betű jelöli, a P alcsatorna például az alkódbájtok 0. bitjeiből tevődik össze. Az audió CD csak a P és Q alcsatornában tárol információt, a többi alcsatorna szabadon alkalmazható egyéb célokra. A Q alcsatorna adatmezőjének jelentése a bevezetésben (lead-in) tartalomjegyzék-táblázat (TOC, Table of Contents). A TOC-ban a sávok kezdetének abszolút idejét (perc:másodperc:keret) találjuk meg. Ennek alapján nagyon gyorsan kiválasztható bármelyik zeneszám a lemezen. A 2-20. ábra példájában a lemezen csak három zeneszám van. A TOC minden bejegyzéshez két mezőt tart fenn. A sávszámmező a zeneszám sorszámát, az időmező pedig a hozzá tartozó kezdő időket tartalmazza. A táblázat utolsó bejegyzésében a sávszám értéke 0AAh, ami a lemez végét (kivezetés) jelöli. Minden idő az adattartomány elejéhez képest értendő. A zeneszámon belül megjelölt pontok a Q alcsatornában az index mezőben található bejegyzésekkel azonosíthatók.



2-20. ábra. Sáv, index és TOC

A CD-lemez fejlesztésekor minden időadatot pontosan kiszámítanak, hogy az alcsatornák feltölthetők legyenek információ tartalommal. A bevezetésnek elég hosszúnak kell lennie, hogy elférjen benne 99 sáv tartalomjegyzék-táblája. Ügyelni kell arra is, hogy a programtartomány az 50 mm átmérőjű gyűrűnél el kell kezdődnie.

A CD-DA-lemezek olvasására külön lejátszó szolgál, mellyel a Hifitorony egy fiókjaként, hordozható készülékként vagy gépkocsiba építve találkozunk. Az újabb CD-szabványok kidolgozásakor ügyeltek a CD-DA-kompatibilitásra, így ma már több eszközzel (köztük CD-ROM-meghajtóval is) olvashatók a CD-DA-lemezek. A CD-DA-olvasó működési elveire vonatkozó részletekkel (olvasás, sávkövetés, sávon tartás) a következő fejezetben, a CD-ROM-meghajtóval kapcsolatban ismerkedünk meg.

A minőségi hang előállítása mellett a CD-lejátszók az alkódbájtok alapján különféle információk kijelzésére is képesek a sávokról, az indexekről, az eltelt és hátralevő időről. Különféle szempontok szerint kereshetünk és programozhatjuk a lejátszást, megjelölt részek ismételtelhetők, és a zeneszámok véletlen sorrendben történő lejátszására is van lehetőség.

A CD-lejátszó és a kazettás magnetofon közötti kapcsolat magasabb fokon megvalósítható, ha közös Hifi-készletbe kapcsolják őket. A CD automatikusan másolható ilyenkor kazettára. A felvétel szinkronizálásával a magnetofon akkor indul, ha a CD-zene elkezdődik. A szerkesztő (Edit) rendszerben a kazetta hosszának megadása után magunk is összeállíthatjuk a kazettára másolandó számokat, de a vá-

logatást rábízhatjuk a CD elektronikájára is. Az elektronika olyan hosszú zeneszámokat válogat össze, amelyek a kazettaoldalt teljesen kitöltik. A kazetta egyik oldalának betelte után a másolás felfüggesztődik, míg megfordítjuk a kazettát.

A másolandó számok kiválasztására gyors keresési funkció (Music Scan) áll rendelkezésre, a felvétel hangerejét pedig a lehangosabb rész keresése után optimálisan állíthatjuk be (Peak Search).

Komolyabb igények kielégítésére CD-váltó rendszereket használhatunk, melyekkel többórás zenei programok állíthatók össze akár gépkocsiban is. A gépkocsi rezgéseket a CD-váltó csökkenti, de készítenek rezgésvédett CD-lejátszókat kifejezetten gépkocsiban történő alkalmazásra is.

A CD-lejátszók általában analóg hangkimenettel rendelkeznek. A jobb CD-lejátszóknál digitális kimenetet is találunk, melyen át digitális magnetofonra (DAT) vagy digitális kazettás magnetofonra (DCC) is készíthetünk felvételeket. A CD-gyártók megkövetelik, hogy felvételeik másolás ellen védettek legyenek, ezért a DAT kazettáról nem készíthető további másolat. A CD digitális kimenete kiváló minőségű erősítőre is köthető, ha tartalmaz beépített D/A-átalakítót. Néhány CD-lejátszó a kimeneten optikai csatolót használ, így a CD és az erősítő galvanikusan elválasztható egymástól.

## 2.5. CD-DA továbbfejlesztések

A korábbiakban említettük, hogy CD-alcsatornáknál is tárolható információ. A nyolc alcsatornából csak a P és Q alcsatornát használja a CD-DA, a többi nem tartalmaz adatot. Az alcsatornák kihasználatlan szabad kapacitása korán megmozgatta a tervezők fantáziáját, és a hanganyaghoz tartozó vagy attól független grafikus, zenei vagy szöveg információval bővítették a hang CD tartalmát.



A CD-DA-lemeznek két továbbfejlesztett változata is létezik: CD+G (CD+Graphics, CD Plus) és CD TEXT. Ezek a lemezek kiegészítő (grafikus és szöveg) adatokat tartalmaznak azokban az alcsatornáknál, melyek a szabványos CD-DA-lemezen üresen maradnak.



### 2.5.1. CD+G

A Vörös Könyv nemcsak azt határozza meg, hogyan kerüljön hangadat a CD-re, hanem azt is, hogyan lehet grafikus információval bővíteni a lemezt.

A CD+G és CD+MIDI formátum grafikus, illetve MIDI programokat tárol a CD-n a zenei anyag mellett. A programok visszanyeréséhez különleges meghajtó szükséges. Mint már említettük, a 8 alcsatornában tárolt információt 98 blokkon (azaz egy kereten) keresztül gyűjti az olvasóelektronika, és másodpercenként 75 keretnyi (7350 bit) alcsatorna-információ keletkezik a lemez olvasásakor. Az első két bit szinkronizációs célokra szolgál, így egy keretből 96 bit használható minden alcsatornához. A 96 alkódbájtból álló adatmennyiséget csomagnak (packet), míg ennek negyedét (24 alkód bájtból) kötegnek (pack) nevezik. A nyolc alcsatornából a P és Q foglalt a hangvezérlő információ számára, az R–W alcsatornában azonban a teljes lemezfelületet tekintve kb. 20 Mbájttal információ tárolható. A CD+G és CD+MIDI- lemezek ezt a tartományt használják kiegészítő adatok számára. A CD-meghajtó a grafikus vagy MIDI adatokat a zenei anyagtól függetlenül külön dekódolja.



A kötegszerkezetben öt különböző 3 bites mód/tétel meghatározása van rögzítve. A mód1/tétel TV grafikus információt, a mód3/tétel MIDI információt jelent. További utasítások határozzák meg az adatmező felépítését, és a hang CD adatok CIRC eljárásától független P és Q hibajavító kódokat.

A TV grafikus mód képpontokból felépített grafika vagy szöveg megjelenítésére alkalmas, ahol a szöveg megjelenítése belsőleg meghatározott fontok képpontjaival történik. A karakterek  $6 \times 12$  képpontból épülnek fel. A teljes képernyő 18 soros és soronként 50 oszlopos szöveg kiírását teszi lehetővé, de ebből két sort és két oszlopot a kiírt szöveg görgetésére tartanak fenn. A képernyőn látható összes képpont ennek megfelelően egy  $288 \times 192$ -es mátrixba ( $48 \times 6$  és  $16 \times 12$ ) van elrendezve. A megjelenítés három üzemmódban történhet: vonalas grafika, TV grafika és bővített TV grafika (l. a 2-5. táblázatban). A bővített TV grafika a CD+G továbbfejlesztése, csak a megfelelő emblémával jelölt meghajtók képesek erre az üzemmódra.

2-5. táblázat. CD+G megjelenítési módok

Üzem mód	Vízszintes	Függőleges	Szín
Vonalgrafika	288	24	2
TV grafika	288	192	16
Bővített TV grafika	288	192	256



A fontadatok csatornákhöz vannak rendelve (0–15), és minden csatorna saját képet tárolhat. Például a 0. csatorna az éppen lejátszott zeneszám angol nyelvű szövegét, az 1. csatorna pedig a francia nyelvű szövegét tartalmazhatja. Minden képernyő 16 színt használhat egy 4096 színből álló palettáról a közbelső színindex-tábla segítségével. A megjelenített kép származhat videokamerától vagy számítógéppel is elkészíthető, de az ilyen jellegű adatok nagy mennyisége miatt csak erősen korlátozott felbontás használható.

CD+G-lemezek érdekes alkalmazása a karaoke zenélés. A CD zenei anyaga tartalmazza a kísérő zenét, a CD+G alcsatornában pedig a szöveg látható, így mindenki saját énekével készíthet zenei felvételeket.



A CD+MIDI-lemezek a CD+G-lemezekkel szemben digitális zenei információt tartalmaznak kiegészítésként. A hangszerek digitális felülete (MIDI, Musical Instrument Digital Interface) elektronikus hangszerek egymással illetve számítógéppel történő összekötésére szolgál. Hardveroldalról egy áramhurkos aszinkron soros felületről van szó, melyen 31,25 kBaud sebességgel mindkét irányban üzenetek vihetők át. Az átviteli protokoll egy startbitet, 8 adatbitet és egy stopbitet határoz meg, azaz 320  $\mu$ sec alatt megtörténik egy 10 bites soros bájtvitel. A kapcsolat több bájtos üzenet átvitelére valósul meg, melyben egy parancs- vagy állapotbájtvitel, és egy vagy két adatbájtvitel található meg. A parancsbájtvitel meghatározhatja például egy leütött (vagy felengedett) billentyű sorszámát, a leütés erejét vagy a hangmagasság állítását. A MIDI üzenetek 16 csatorna valamelyikéhez vannak rendelve.

A MIDI digitális felület, ezért nem jelent különösebb problémát a zenei CD alcsatornáiban MIDI üzenetek tárolása. A zeneszámmal együtt az alcsatornákból visszanyert MIDI üzenetek a zenével szink-

ronban vezérelhetnek pl. egy szintetizátort, mellyel új lehetőséget teremtünk a hangzás kibővítésére. A MIDI adatok tárolását az alcsatornában a CD+G adatokkal egyező szerkezetben valósították meg. A 24 bájtos kötegben 0–12 MIDI adatbájt helyezhető el. A MIDI szabványban meghatározott átviteli sebesség korlátozása miatt 12 egymás utáni kötegben nem lehet több, mint 125 MIDI bájt. A MIDI adatok mellett az alcsatornába grafikus információ is elhelyezhető, így akár a zeneszám kottáját is láthatóvá tehetjük egy televízión.

A CD+G- és CD+MIDI-lemezek kompatibilisek ugyan a CD-DA-lemezekkel, de a kiegészítő információ csak olyan CD-meghajtóval nyerhető vissza, mely ezt a technikát támogatja (pl. CD-I, Commodore CDTV-meghajtó, Sega Mega CD konzol). Tekintve, hogy az adatok tárolása digitálisan történik, a képi információ TV-rendszer független, és akár NTSC, akár PAL/SECAM-rendszerben is megjeleníthető.

## 2.5.2. CD TEXT

1996 végén a digitális audió CD területén hosszú idő után ismét új fejlesztést jelentett be a Sony és Philips cég. Az általuk CD TEXT-nek nevezett rendszer szöveges információ felírását teszi lehetővé a hang CD adatok melletti alcsatornába. Ha a CD-lejátszót egy egyszerű dekóderrel és kijelzővel bővítjük, az éppen hallható (vagy az összes) dal címe, szerzője, előadója stb. azonnal láthatóvá válik.



Valójában szöveges információ tárolására a CD-n korábban is volt lehetőség a CD+G rendszerben, de a szöveg képpontokból épült fel, és a megjelenítéshez külső televíziót használtak. A szöveg átviteléhez minden karaktert bittérképes képként kellett kódolni, és ez a kódolási mód nem gazdaságos. A CD+G alkalmazási területét ez erősen korlátozta, ma szinte csak karaoke lemezek dalszöveg megjelenítésére használják.

Sokkal hatásosabb, ha szöveg kódolására karakterkészlet táblákat alkalmazunk. Minden karaktert a kódja azonosít, és csak ezt a kódot kell a lemezre felírni. A legtöbb európai nyelv karakterei egy 256 kódból álló táblába beleférnek, így elég egy 8 bites kód. Ha a japán és kínai karakterekre is szükség van, két bájtból álló kódot kell választanunk (Unicode), mely 65 536 különböző karakter kódolásához elegendő.

A CD TEXT legtöbb alkalmazása támogatja a 21 soros, soronként 40 karakteres színes megjelenítést. Ezenkívül két- vagy egysoros kijelzés is lehetséges. A karaktereken túl lehetőség van bittérképes kijelzésre is (pl. CD-gyártó embléma), sőt a későbbi tervekben JPEG tömörítésű fényképek is szerepelnek. A szöveginformáció kiválasztása egy egyszerű menüszerkezettel történik. A főmenü a választható tételeket tartalmazza (pl. album neve, számok címe, előadók neve stb.) Ha valamelyik tételt kiválasztjuk, a hozzá tartozó információ megjelenik, és különböző csatolásokon keresztül további adatokat kérhetünk le. Ha az információ több nyelven is rendelkezésre áll, természetesen először a nyelvet kell meghatározunk. Sokkal hatásosabb a CD TEXT, ha interaktív módban használjuk. Ilyenkor választhatunk egy zeneszámot a lemezről, melyet hallgatni szeretnénk, sőt egy külön létrehozott adatbázis segítségével kiválaszthatjuk a lemezről az összes rock-and-roll számot, vagy egy szerző összes művét.

A CD TEXT előírások tartalmazznak egy kereső funkciót is. A legtöbb CD-lejátszó beépített képessége, hogy a lemezen lévő számok elejébe néhány másodpercig behallgathatunk (music scan). A számokból lejátszott idő rövidege miatt, nem mindig tudjuk eldönteni, hogy ezt a dalt keressük-e. A CD TEXT lehetővé teszi, hogy jelzőket helyezünk el a dalok jellemző részleteihez (pl. kórus), így a kereső funkcióval biztosabban találjuk meg a hallgatni kívánt számot.

Várhatóan a CD TEXT első nagy alkalmazói az autóba épített CD-lejátszók gyártói lesznek. Az európai Rádiós Adat Rendszer (RDS, Radio Data System) minden autóba épített rádió/magnetofon/CD-lejátszókészülékbe alfanumerikus kijelző beépítését tervezi. Ez a kijelző az RDS-szolgáltatások részeként a rádión sugárzott zeneszámok szöveges információval történő bővítésére szolgál. Kevés ráfordítással ezek a készülékek alkalmassá tehetők arra is, hogy a CD-lejátszóba tett lemezen lévő CD TEXT információt kijelezzék.



# 3. CD-ROM

---

Nem sokkal a CD-DA lemez definíciója után a szakemberek rájöttek, hogy ez az adathordozó nagy mennyiségű számítógépes adat tárolására is alkalmas. A fejlesztés eredményeként 1984-ben a Philips és a Sony cégek a Sárga Könyvben adták ki a Compact Disc Read-Only Memory (CD-ROM) előírásokat. A könyv meghatározza azokat a bővítéseket, melyekkel a Vörös Könyv előírásai számítógépes adatok tárolására alkalmassá tehetők. Az audió CD a kompaktlemez technológia egyedi alkalmazása: a PCM hang lemezre rögzítését valósítja meg szabványosan. A CD-ROM ezzel szemben általános célú adattárolási rendszer, mely nincs semmilyen különleges alkalmazáshoz kötve.

CD-ROM-on hatékonyan tárolhatunk különböző típusú állományokat (számítógépes alkalmazói program, operációs rendszer, on-line adatbázis, szótár, enciklopédia stb.), melyek megváltoztatására nincs szükség. A CD-ROM elterjedésének mértéke megdöbbentő, ma már CD-ROM-on kapunk a hangkártyához telepítőszoftvert, különböző reklámanyagokat, újság- és könyvmellékleteket, felhasználói programok telepíthető változatát. Az írható CD előállításának olcsóbbá válásával a rendszeres mentéseket is CD-ROM-ra végzik, sőt sokan saját merevlemezük tartalmát is CD-re írják át.

A fizikai jellemzők a Vörös és Sárga Könyvben leírt lemezre vonatkozóan egyformák, de a lemezen lévő adatok használata eltérő. Az audió CD csak egyszeres sebességgel játszható le, a CD-ROM sebessége viszont igen gyorsan elérte a 8–12-szeres értéket. A nagyobb sebesség a lemeztányér gyorsabb fordulátát, és az adatok gyorsabb elérését jelenti.

A CD-ROM a hang CD-hez hasonlóan csak olvasni tudja az előre felvett adatokat. Az adatok elérése gyorsabb, mint a mágnesszalagos tárolónál, de lassabb a merevlemeznél. A CD-ROM és az audió CD között alapvetően két különbség van:

- Mindkét rendszer szektorokra osztja a lemez felületét. Hang CD esetén nincs jelentősége a szektor tartalmának. CD-ROM-nál a szektorban felhasználói és egyéb (vezérlő és hibajavító) adatok találhatóak.
- Az audió CD sáv (zeneszám) szervezésű, a CD-ROM-on az adatok állományokba szervezettek. Minden CD-ROM olvasásához szükség van állománykezelő rendszerre.

A felhasználónak nem kell ismernie a szektorszerkezetet, de az állományszerkezettel illik tisztában lennie.

### 3.1. CD-ROM adathordozó



A CD-ROM-lemez fizikai tulajdonságait az ISO/IEC 10149 szabvány határozza meg. Nézzük, melyek azok a jellemzők, melyeket a CD-ROM átvett a hang CD-től:

- lemezre vonatkozó előírások (fizikai méretek, bevezetés, program és kivezetés tartomány)
- az optikai rendszer és vezérlése (lézer hullámhossz, lyukméretek)
- modulációs rendszer (EFM) és a hibajavítás 1. szintje (CIRC)
- alcsatornák rendszere.

A hang CD-hez képest a CD-ROM fizikai felépítése két pontban változott meg:

- CD-ROM-nál a szektor felépítése meghatározott. Többféle szektortagolást értenek
- a hang CD adatjavító képessége a CD-ROM számára kevés, ezért a hibajavítás második szintjét is megvalósították a CD-ROM-ban.

A CD-ROM lemez alacsony szintű kódolása megegyezik az audió CD formátummal. Az adatok legkisebb egysége a blokk, melyben 24

adatbájt található. 98 adatblokk alkot egy szektort, melyben összesen 2352 adatbájt fér el. Minden lemez legfeljebb 333 000 szektort tartalmazhat. Ha a szektor összes bájtját adattárolásra használnánk, a CD kapacitása 747 Mbájt, játékidéje 74 perc lenne. Ne felejtsük el, hogy 1 Mbájt 1 048 576 bájtból áll! A CD-ROM azonban nem használhatja a szektor minden bájtját adattárolásra. A szektorban lévő 2352 bájt tagolása a választott módtól függően különböző. Az audió CD minden bájtot hangadat tárolására használ, a CD-ROM lehetővé teszi – a nagyobb megbízhatóságú adatok érdekében – a hibajavítás második szintjét. A CD-ROM három módot határoz meg a szektor felosztására vonatkozóan (l. 3-1. ábra). A 0. mód nem terjedt el, az 1. módot számítógépes adatok tárolására, a 2. módot tömörített hang- vagy videoanyag tárolására ajánlják.

1	szinkron	fejléc (4)			felhasználói adat	külső adat (288)			
		keret cím		1. mód		EDC	üres	ECC	
		perc	mperc		keret			P par	Q par
		12	1	1	1	1	2048	4	8
2	szinkron	fejléc (4)			felhasználói adat				
		keret cím		2. mód					
		perc	mperc		keret				
		12	1	1	1	1	2336		

3-1. ábra. CD-ROM szektormódok

A szektorban lévő első 12 bájt a szektorok elválasztására szolgáló szinkronizációs mintát tartalmaz. Az első bájt 00h, a következő tíz 0FFh, az utolsó ismét 00h tartalmú. Tekintve, hogy a szinkronminta a felhasználói adatok között is előfordulhat, a szektor azonosítása a szinkronmintával és a szektor hosszával közösen történik. A következő négy bájt fejléceket alkot, melyből 3 bájt időadatot, az utolsó szektormódot határoz meg. A fejlécben lévő információ lehetővé teszi a számítógép számára, hogy azonosítsa az olvasott szektort. Az időadat perc:másod-

perc:keret formátumnak felel meg, de a perc mezőhöz 0A0h állandót adnak. Például az A6h 30h 26h címzés azt jelenti, hogy ez a szektor a 6. perc 30. másodpercben a 26. szektor. Az egyszeres sebességű CD-ROM másodpercenként 75 szektort olvas be. Az időadatok a kerethez tartozó Q alcsatornában is megtalálhatók. A szektor további felosztása a választott módtól függ.

A nullás mód nem túl érdekes, mert nulla adatok tárolására szolgál. Ezt az adatot is CIRC ellenőrzés figyeli (3-1. táblázat). Az 1. mód jelenti az igazi CD-ROM módot, mert bővített hibajavítást biztosít. Az adatterület 2048 bájt (azaz 2 kbájt) tárolására elegendő. Az 1. mód egyenként címezhető 2 kbájtos szektorai a CD-ROM-ot nagyon egyszerűen kezelhetővé teszi a többi háttértároló eszközhöz képest. Ha a CD-lemez 74 percnyi adatot tartalmaz, az 1. módú szektorokkal elérhető kapacitás 650 Mbájt.

Az adatokhoz 4 hibaérzékelő (EDC, Error Detection Code), és 276 hibajavító (ECC, Error Correction Code) bájt tartozik. Az EDC és ECC mező között 8 bájt üresen marad a szektorban. Tekintve, hogy az EDC/ECC mező alapján a CIRC hibajavítástól függetlenül javíthatók hibák, a CD-ROM megbízhatósága több nagyságrenddel jobb, mint a hang CD megbízhatósága. Az 1. módú CD-ROM szektor olvasásakor jellemzően csak minden  $10^{15}$  bit hibáját nem lehet javítani. A számítógép sokkal érzékenyebb, mint az emberi fül. A számítógépes programban egy hiányzó bit a program összeomlását okozhatja, míg a zenében egy hiányzó bitet valószínűleg nem is hallunk.

A szektor logikai blokkokra tagolható. Különböző méretű logikai blokkot használhatunk 512 és 2048 bájt között. Ha a logikai blokk kisebb 2048 bájtnál, a címzett blokk logikai száma (LBN, Logical Block Number) az időadatok, és szektorbeli helye alapján határozható meg. Az első fizikai szektor időcíme 00:02:00. Ez a szektor jelenti az első logikai blokkot (LBN 0). Ha például a blokk mérete 512 bájt, egy percen 18 000 logikai blokk, egy másodpercben 300, és egy szektorban 4 logikai blokk található. A logikai blokk száma igen egyszerű algoritmussal számítható. A számításnál ne felejtünk el 600 blokkot levonni, mert az első két másodpercben 600 blokk fér el.

A 2. módú szektor nem tartalmaz hibaérzékelő és javító bájtokat, ezért a szektorból maradó részt adattárolásra használhatjuk. Ennek



megfelelően 2336 adatbájt tárolható, 14%-kal több, mint az 1. módú szektorban. A 2. módú szektor igazi értelmét a CD-ROM/XA-lemezeknél kapta meg. A közönséges CD-ROM-meghajtó képes a 2. módú szektorok olvasására, de különleges meghajtóprogram szükséges hozzá. Az MS-DOS kezelőprogramja (MSCDEX.EXE) nem támogatja a 2. módú szektorok olvasását.

A CD-ROM szektorban lévő hasznos adatok mennyisége a választott módtól függ. A CD sebessége viszont nem függ a módtól, ezért a módtól függően különböző adatátviteli sebességeket kapunk. A sokszor emlegetett 150 kbájt/sec sebesség az egyszeres CD-ROM-meghajtóval 1. módú szektort olvasva igaz, a többi módban (2. mód, audió CD) az átviteli sebesség arányosan magasabb (171 és 172 kbájt/sec).

3-1. táblázat. CD-ROM szektormódok

Bájteltolás	0. mód	1. mód	2. mód
0	00h	00h	00h
1-10	0FFh	0FFh	0FFh
11	00h	00h	00h
12	Perc (<75)	Perc (<75)	Perc (<75)
13	Másodperc (<60)	Másodperc (<60)	Másodperc (<60)
14	Keret (<75)	Keret (<75)	Keret (<75)
15	00h (mód)	01h (mód)	02h (mód)
16-2063	00h	Adat	Adat
2064-2067	00h	EDC	Adat
2068-2075	00h	00h	Adat
2076-2247	00h	P paritás	Adat
2248-2351	00h	Q paritás	Adat

### 3.1.1. Alcsatornák

Minden lemezről olvasott blokkból egy alkódbájtot nyerünk. Az alkódbájt minden bitje egy alcsatornához tartozik, melyeket P és W közötti betűvel jelölünk. Az alkódbájtokat 98 blokkból álló keret folyamán gyűjti az elektronika. Az így keletkezett 98 bájt vagy 8 alcsatorna 98 bitje nyolc alcsatorna csomagot alkot. Pontosabban csak 96 bit tar-

tozik a csomaghoz, mert az első két szinkronbit nem hordoz információt.

A P alcsatorna azonos a hang CD P alcsatornájával, az információs sávok kezdetét és végét jelzi. Az adatmező nullával van feltöltve, a startjelző az adatok kezdete előtt 2-3 másodpercig magas szintű. A lemez végén (kivezetés) a startjelző 2 Hz sebességgel váltakozik 0 és 1 között.

A Q alcsatorna is hasonlít az audió CD Q alcsatornájához (3-2. táblázat). A 98 bites csomag címmezője az adatmező értelmezési módját határozza meg. A 3. módot (ISRC azonosító) csak az audió CD használja. Az 1. módú adat a bevezetés, program és kivezetés tartományban, illetve a 2. módú adat értelmezése megegyezik az audió CD-nél megismerttel (l. 2-3. táblázat).

3-2. táblázat. Az alcsatornacsomag értelmezése

Bájteltolás	Tartalom
0-1	Szinkronbitek
2-5	Vezérlés: 1xxx = négy csatorna (audió) x1xx = digitális adat xx1x = másolás engedélyezve xxx1 = előkiemelés (audió)
6-9	Cím: 0001 = 1. mód 0010 = 2. mód 0011 = 3. mód
10-81	Adatok
82-97	CRC kód

### 3.1.2. A hibajavítás 2. szintje

A hangadatok nem javítható hibája jellemzően egy rövid, szinte alig hallható kattanásként jelentkezik. Ezzel szemben az adat CD nem javítható hibája (pl. egy programkódban) az egész lemezt használhatat-

lanná teszi. Ennek elkerülésére a CD-ROM a hibaérzékelés és -javítás (EDC/ECC) második szintjét is használja. Az EDC/ECC információk az 1. módú szektor külső adatmezőjének nagy részét elfoglalják.

A külön hibajavító szintnek köszönhetően a CD-ROM sokkal megbízhatóbb, mint a hang CD. A hibajavítás végrehajtása komoly processzor-erőforrást köt le, ezért gyakran önálló processzor végzi ezt a feladatot a meghajtóban. Néhány audió CD gyártó CD-ROM kompatibilisként reklámozza gyártmányát. Ez csak abban az esetben igaz, ha a meghajtó képes a 2. szintű hibajavításra is.

A hibaérzékelés (EDC) 32 bites ciklikus ellenőrző kóddal (CRC) történik a szinkron, a fejléc és az adatmezőn (0-2063 bájt). A CRC a külső adatmező első négy bájtját foglalja el, és igen nagy valószínűséggel érzékeli a hibát. A hibajavítás gyakorlatilag megegyezik az 1. szintű hibajavításnál leírtakkal (CIRC, Reed-Solomon kódolás). A hibajavító bájtok a külső adatmező utolsó 276 bájtját alkotják. Az algoritmus során 172 P és 104 Q hibajavító keletkezik. A hibajavítás 1. szintjénél a blokkra vonatkozó CIRC algoritmus 4 P és 4 Q hibajavító bájtot képzett.

A szektor szinkronbájtjai utáni adatokat (12-2351 bájt) bitenkénti spektrumterítésnek (scramble) vetjük alá. Ennek oka, hogy a csatornabájtok közötti 3 összekötő bit gyakran nem elegendő az egyenáramú összetevő megszüntetésére. Emlékeztetőül: az egyenáramú (és alacsony frekvenciás) összetevő nagysága az adatokban lévő 0 és 1 bitek számának különbségétől függ. A spektrumterítés során a bemenő adatokból bitfolyamot állítunk elő, és megfelelő algoritmussal a soros biteket megváltoztatjuk.

Minden szektor egymás utáni blokkok sorozatából áll. A blokkok az audió CD-nél megismert felépítésűek (24 bájt), de a szektor kezdőpontja nem szükségszerűen jelenti a blokk kezdőpontját. A szektor 0. bájtja a  $4n$ . blokkba kerül, ahol  $n$  értéke 0–5 között lehet. A többi szektorbájt a blokkban követi a nulladikat. A leképezés azt jelenti, hogy a szektor egy blokk 0., 4., 8., 12., 16. vagy 20. bájtján kezdődik. Ezután a páros és páratlan bájtokat egymás között felcseréljük. Az eredeti 0, 1, 2, 3, 4, 5 sorrend eszerint 1, 0, 3, 2, 5, 4 sorrendre változik, és az eredeti szektor nulladik bájtja a blokk  $4n + 1$ . helyére kerül.

Minden 24 bájtos blokk most is CIRC eljárás alá kerül. Ez az eljárás pontosan megegyezik az audió CD-nél megismerttel. A CIRC a 24 bájt-

tos bemeneti adatokhoz 8 hibajavító bájtot képez. A 32 bájtos adatblokk elé beszúrunk egy alkódbájtot, és EFM-átalakítással 14 bites csatornabájtokká alakítjuk az egészet. Végül a blokk elé 24 bites szinkronkarakter kerül (801002h), és a szimbólumok közé 3 összekötő bitet szúrunk. Ezzel kész a felírandó blokk, melyben 588 csatornabit található (3-3. táblázat).

3-3. táblázat. Blokkfelépítés

Biteltolás	Tartalom	Hossz
0-23	Szinkronkarakter	24+3
27-43	Alkódbájt	14+3
44-247	12 adatbájt	12×(14+3)
248-315	4 hibajavító bájt	4×(14+3)
316-519	12 adatbájt	12×(14+3)
520-587	4 hibajavító	4×(14+3)

Ámbár a CD-ROM-lejátszó hibaérzékelő és javító rendszere nagyon erős, a CD-lemez gyártóknak komoly figyelmet kell fordítaniuk a lemez minőségére, hogy a keletkező hibák ne haladják meg a hibajavító rendszer teljesítőképességét. A tipikus CD hibajavító rendszer kétszer két jelet ad ki a hibákkal kapcsolatban. A négy jelzőbit összefüggésben van a CIRC C1 és C2 fokozatával. A bitkombinációk jelentése:

3-4. táblázat. CIRC hibajelek

C1			C2		
F1	F2		F1	F2	
0	0	Nincs C1 hiba	0	0	Nincs C2 hiba
1	0	1 hiba javítva	1	0	1 hiba javítva
0	1	2 hiba javítva	0	1	2 hiba javítva
1	1	Több, mint 2 hiba (C2 folytatja)	1	1	Több, mint 2 hiba



### 3.1.3. Kevert módú lemez

A kevert módú lemezen több típusú sávot helyeznek el. A legegyszerűbb kevert módú lemez CD-ROM sávot és CD hangsávo(k)a)t is tartalmaz. A kompaktlemezen blokkok, szektorok és sávok vannak. Az igaz, hogy CD-ROM esetén egy sávban nem lehetnek különböző szektorok, de a CD tartalmazhat eltérő formátumú sávokat. A sávok száma azonban nem lehet több 99-nél. A CD-DA-lejátszó csak a hangsávot tudja elolvasni, de a PC-ben lévő CD-ROM-olvasó mindkét sávhoz hozzáfér. Néhány régi CD-DA-lejátszó megpróbálja a számítógépes adatokat is elolvasni, amiből számos akusztikus kellemetlenség támadhat.

Általában a kevert módú CD-ROM első sávja 1. módú szektorokat tartalmaz, a második sáv hang CD sáv. Nézzük példaként, hogyan épül fel a Beethoven 9. szimfóniáját tartalmazó CD-ROM (3-5. táblázat). A lemezen 6 sávot alakítottak ki, az első CD-ROM sáv, a többi 5 CD audió sáv. A Vörös Könyv előírásoknak megfelelő 2–5. sávok pontosan olyanok, mint egy hang CD Kilencedik Szimfóniáján. A 6. sávba az 1. sávban található játékhoz néhány megjegyzést írtak fel. Az 1. sávban a játék mellett néhány MIDI állományt helyeztek el külön alkatalógusban.

3-5. táblázat. Kevert módú CD-ROM példa

Sáv	Tartalom	Abszolút idő	Sávrelatív idő
1. CD-ROM	Adat	00:00:00–01:06:00	00:00:00–01:06:00
2. Hang	Allegro	01:06:00 -17:43:00	00:00:00–16:37:00
3. Hang	Molto vivace	17:43:00–27:53:00	00:00:00–10:10:00
4. Hang	Adagio	27:53:00–43:45:00	00:00:00–15:52:00
5. Hang	Presto	43:45:00–69:29:00	00:00:00–25:44:00
6. Hang	Megjegyzés	69:29:00–70:37:00	00:00:00–01:08:00

A kevert módú CD-ROM-mal egyetlen komoly gond van. Nevezetesen az, hogy a CD-ROM-meghajtó egyszerre csak egy sávot tud olvasni. Ha az audió sávot olvassuk, az adatsáv nem elérhető, ezért a számítógépes alkalmazás csak szakaszos üzemben használhatja a kevert módot. A probléma megoldására két megoldás is kínálkozik. Az első

módszernél a CD-ROM-olvasót hang CD-lejátszóként használjuk. A felhasználói programot és adatokat előtte beolvassuk a merevlemezre, és a hang lejátszása ezután folyamatos lehet. A megoldáshoz elegendő kapacitású merevlemez és operatív tár szükséges. A Beethoven-lemez-nél is ezt a módszert választották.

A második módszernél a programot és az adatokat közvetlenül az operatív tárba olvassuk, és elkezdjük a zene lejátszását. Ez a módszer zavarja a zenét, mert meg kell szakítani, ha az adatok következő részét akarja beolvasni a felhasználói program. A kevert módú lejátszás korlátját a CD-ROM/XA lemezek használata oldja fel véglegesen.

### 3.1.4. CD-ROM/XA

A CD-ROM/XA (eXtended Architecture) kiterjesztésének létrehozásában a Philips, Microsoft és Sony cégek működtek együtt. Az XA előírások első változata 1989-ben került kiadásra, de az akkor véglegesnek mondott változat csak 1991-ben jelent meg. Az XA átlapolt állományai valós idejű adatlejátszást tesznek lehetővé. A számítógépes adatok és az adaptív különbségi impulzuskód modulációval (ADPCM) előállított hangadatok közös sávban lehetnek. A számítógépes adatok és az ADPCM hang/videoadatok külön formátumú szektorokban helyezkednek el. A különböző formátumú szektorok átlapolásával a CD-ROM/XA-olvasó hang, kép és számítógépes adatokat tud lejátszani, illetve olvasni majdnem valós időben. A CD-ROM/XA-lemez multimédiaként vonult be a köztudatba, mivel valamennyi médiatípus képességeit ötvözi, és megfelel a Multimedia PC iránt támasztott követelményeknek (pontosabban az MPC-előírásokat később határozták meg, mint a CD-ROM/XA-lemez megjelenése).

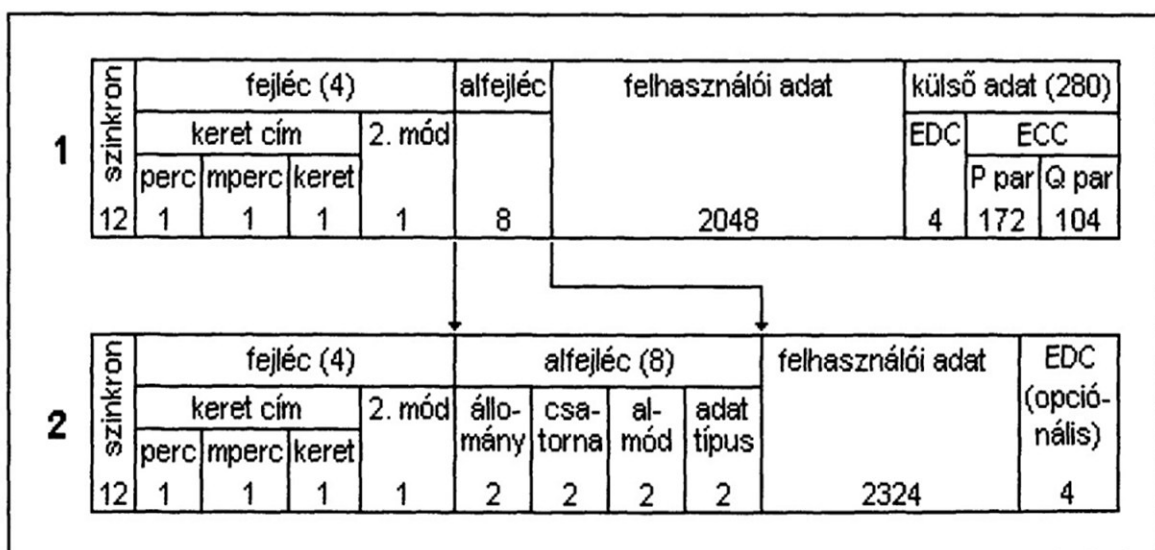
A CD-ROM/XA a CD-ROM és a CD-I közös gyermeke. Rendelkezik a CD-I lemez minden képességével, de míg a CD-I szabványt a fogyasztói piac számára hozták létre ennek megfelelő szoftver- és hardverkörnyezettel, a CD-ROM/XA a számítógéppiac számára készült. Emiatt a CD-ROM/XA-lemez hidat képez a számítógépes ipar és a fogyasztói ipar termékei között. A Zöld Könyvből (CD-I) átvették az átszótt (interleaved) hang ötletét. Korábban az audiósávokat sorban egymás után lehetett lejátszani. Az átszótt hang azt jelenti, hogy a hangtartal-

mat feldarabolják, és egyéb tartalommal keverik. A CD-ROM/XA előnyére példa a videón látható és hallható beszéd, amikor a hang- és a szájmozgás szinkron fut.

A CD-ROM/XA- és CD-I-lemezeknél használt ADPCM kódolás tömöríti a hangadatokat (l. 2.2.5. fejezet). A hatásos tömörítés révén 4–8-szor több hang fér el a lemezen, mint a Vörös Könyvnek megfelelő CD-DA-lemezen. A hang minősége azonban nem éri el a CD-DA minőségét. Az ADPCM-ben több tömörítési szintet állapítottak meg. A C szint beszédre szolgál, 18,9 kHz mintavételezési sebességgel 4 bites minták keletkeznek. A B szintet zenei alkalmazásokhoz használják, a 4 bites minták 38,9 kHz sebességgel állnak elő. A hangadatok tömörítésére szükség is van, hogy a szektorszerkezetben az adatok mellett elférjen a szinkron-, fejléc- és alfejlécmező is.

Az XA sáv olvasásához kiegészítő hardverre van szükség, mely szétválasztja az ADPCM hangot a számítógépes adatoktól. A hardveren futó program a szétválasztáson kívül kicsomagolja a tömörített hangot, és lejátszja a fejhallgató aljzatba dugott eszközön. A hanglejátszás és a számítógépes adatok továbbítása olyan gyorsan történik, hogy a felhasználó párhuzamosan futó folyamatoknak észleli.

A CD-ROM/XA szektorfelépítésénél a CD-ROM 2. módú formátumból indultak ki. A szinkron- és fejlécmező változatlanul megmaradt, az XA szektorban azonban új mezőt hoztak létre, melyet alfejlécnek (subheader) neveznek. Ez a mező határozza meg a szektorban lévő ada-



3-2. ábra. CD-ROM/XA szektormódok

tok típusát, és ezáltal válik lehetővé, hogy különböző szektorok lehessenek egymás után a sávban. A tárolandó adatok típusának megfelelően a 2. módú szektorból két formátumot határoztak meg. Az 1. formátumú szektorban számítógépes adatok, a 2. módú szektorban egyéb adatok (hang, kép, grafika) helyezhetők el.

Az alfejléc négy információt hordoz, melyet a biztonság kedvéért a bájtban kétszer őriznek meg. Tekintve, hogy a különböző szektorokban különböző tartalom lehet, az alfejléc első bájtja (állományszám) azonosítja az ugyanahhoz az állományhoz tartozó átlapolt szektorokat. A csatornabájtban lévő számra azért van szükség, mert az átlapolt állomány különböző információs darabokat tartalmazhat, melyek kombinálva vagy egyenként lejátszhatók. A csatornaszám ennek az információnak a valós idejű kiválasztásában segít. Az ADPCM hangszektoroknál a csatornaszám 0 és 15, video vagy adatszektoroknál 0 és 31 közötti érték lehet.

A következő bájt általános szektorattribútumot határoz meg, és almódbájtnek nevezik. Minden bitet külön értelmeznek az információ fajtájának jelzésére (video, ADPCM hang, adat, az állomány (EOF) vagy a rekord (EOR) utolsó szektora). A jelzőbitek valós idejű módban íródnak be. A valós idejű szektorok használata azt jelenti, hogy az adatok olvasásának időzítése fontosabb, mint az adatok épsége. A hibás adatok javítása ezért csak addig tarthat, míg nincs szükség a következő adatra. Képzeljük el, hogy zene hallgatása közben azért szakad meg a zene, mert a hibajavítás nem fejeződött be. A megszakítás biztosan hallható lesz, míg a hibás bitek esetleg a zenében észre sem vehetők.

Az alfejléc utolsó bájtja az adat típusát határozza meg. A szektorban lévő adatokhoz kiegészítő információt adhatunk meg ebben a bájtban. Ilyen kiegészítő információ például a hang sztereó vagy mono volta, a video felbontása, kódolási módja stb.

A 2. mód 1. formátumú szektor további felépítése megegyezik az 1. módú CD-ROM szektor felépítésével (2048 adatbájt, EDC és ECC bájtok). Az egyetlen különbség, hogy az EDC–ECC közötti nyolc bájt most hiányzik, hiszen alfejléc lett belőle. A 2. mód 2. formátumú szektor adatait nem javítják ECC bájtok, az EDC bájtok számára azonban 4 bájtot meghagytak. Ha nem használunk hibaérzékelést, a helyükre nulla adatot kell írni. A 2. formátumú szektor 2324 adatbájt tárolására ké-

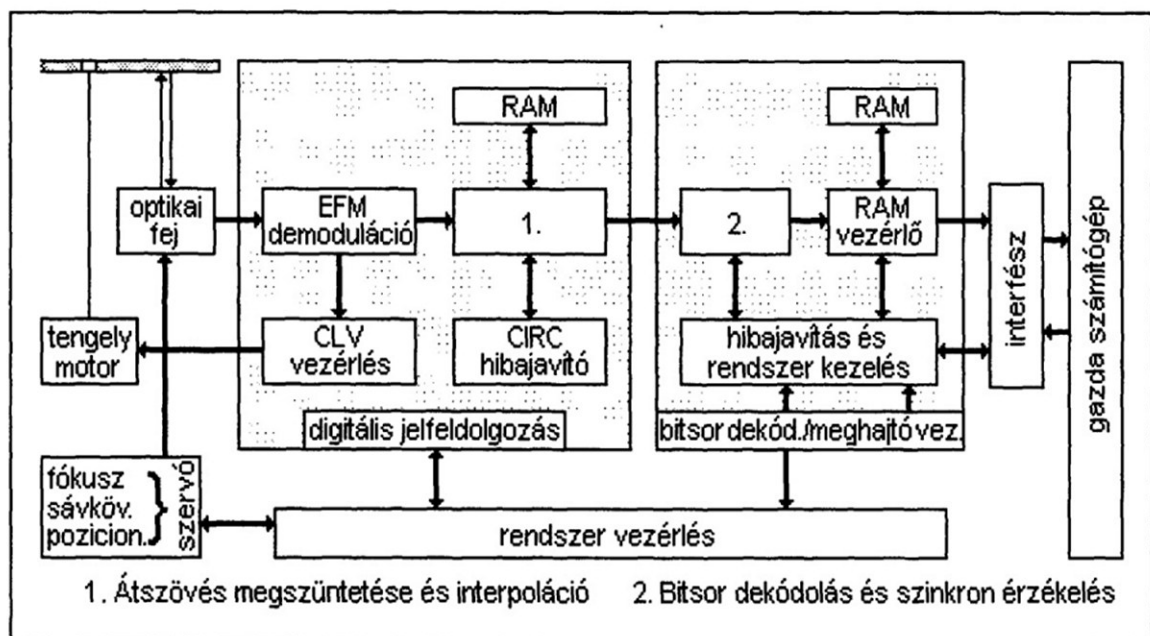


pes, mely kicsit kevesebb a CD-ROM 2. módú szektoránál, viszont megegyezik a CD-I-lemez szektorában tárolható adatmennyiséggel.

Nem minden CD-ROM-meghajtó képes az XA-lemezek olvasására. Néhány esetben különleges interfészkártya segít a helyzetben. A CD-I-olvasók azonban lejátsszák az XA lemezeket. A CD-ROM/XA sávok keverhetők 1. módú CD-ROM sávokkal, vagy hang CD-sávokkal. Ebben az esetben az 1. módú számítógépes adatsávnak kell elől lennie, melyet CD-ROM/XA és CD-DA sáv követ.

## 3.2. CD-ROM-meghajtó

A merevlemez-meghajtóhoz hasonlóan a CD-meghajtó is mérnöki mestermunka. A CD-meghajtónak különböző forrásból származó szabványos méretű lemezeket kell fogadnia (szükség esetén akár álló helyzetben is), majd a lemezeket meg kell forgatnia állandó lineáris sebességgel (CLV). Ha a fej a lemez szélén olvas, a forgási sebesség kisebb, mint a lemez belső felületének olvasásakor. A meghajtó lézerfejét fókuszálni kell a lemezre (a lemez síkjára merőleges mozgás), és a fejnek nagy pontossággal ( $1\ \mu\text{m}$ -en belül) kell követnie a lemezre írt spirális sávot (sugárirányú mozgás). A meghajtóelektronika feladata az olvasott adatok felismerése, a sorosan érkező csatornabitek összeállítása és

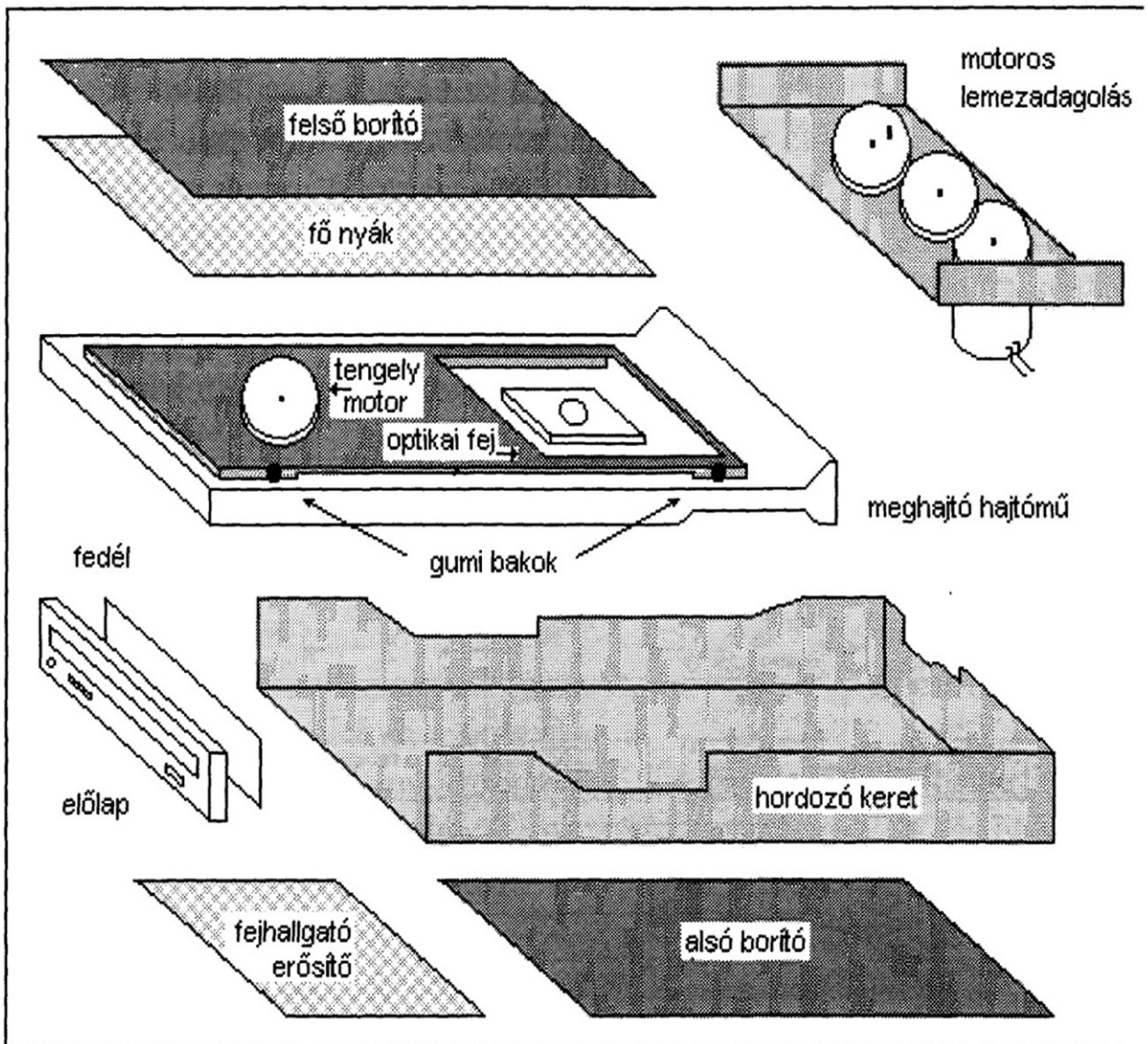


3-3. ábra. CD-ROM-meghajtó vázlatos rajza

visszakódolása bájtokra, az előforduló olvasási hibák észlelése és javítása, az olvasott bájtok átadása az interfész felületen a CD-vezérlőnek, valamint a hang CD-k jelének felerősítése fejhallgató kimenetre. Mind ezen feladatokat a meghajtónak elfogadható áron, és hosszú időn keresztül kell biztosítania. Egy általános CD-ROM-meghajtó vázlatos rajza a 3-3. ábrán látható.

### 3.2.1. Mechanikus felépítés

Ha valaki szedett már szét CD-meghajtót, bizonyára elcsodálkozott, hogy ez az egyszerű szerkezet hogyan tud egyáltalán működni. A CD-meghajtóval történő ismerkedést kezdjük a 3-4. ábrán látható robban-



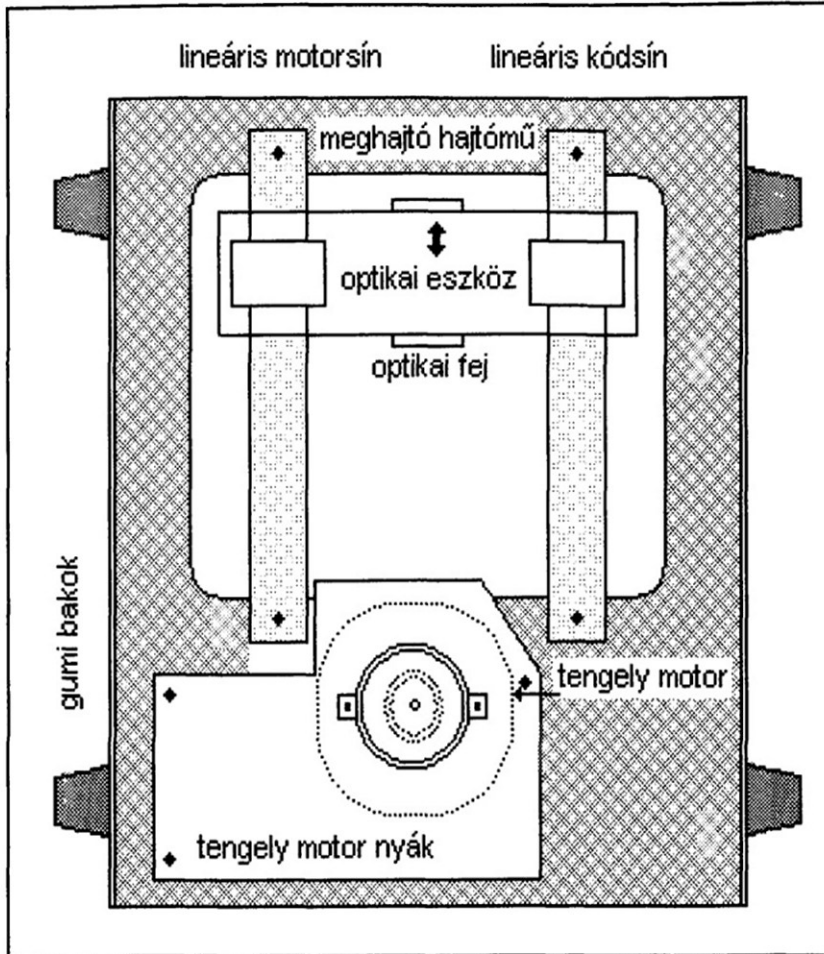
3-4. ábra. CD-ROM-meghajtó felülnézetben

tott rajz tanulmányozásával. A meghajtó közepén alumíniumöntvény vagy merev rozsdamentes acélból készült hordozókeret található. Hasonlóan más meghajtókhoz ez a keret is a többi mechanikus és elektronikus szerelvény hordozására szolgál. A zárt meghajtóegység elején a kezelőszervek találhatóak meg (hangerőszabályzó, lemezkidobó/behúzó gomb, fejhallgató-csatlakozó, üzemmódjelző LED, esetleg lejátszó és megállító gomb), hátoldalán pedig a rendszercsatlakozók láthatók (tápfeszültség, interfész, hangkimenet, cím- vagy mester-szolga beállítás átkötései). A CD-ROM-meghajtó több szerelvényét csak néhány cég állítja elő, ezért a különböző gyártmányú meghajtók között sokban azonos szerelvényekkel találkozhatunk.

A lemezt a legtöbb készüléknél egy önállóan mozgatható lemeztálca húzza be a meghajtóba az optikai rendszer fölé, illetve csere vagy kivétel esetén kiadja. A lemeztálca mozgását a drágább meghajtókban külön motor végzi. A meghajtók zöménél az előlapon látható apró lyukon keresztül a számítógép kikapcsolt állapotában is kitolhatjuk a tálcát, ha bennfelejtettünk egy lemezt. Elterjedt lemezadagolási módszer még a caddynek nevezett kazettás rendszer. Ennél a lemezt saját kazettában kell betennünk a meghajtóba. A kazettás rendszer jobban védi a lemezeket (elsősorban az ujjlenyomatoktól), de drágább is a kazetta miatt. Néhány meghajtónál az adagolás kombinált, a teljes mechanikus szerelvény kicsúszik a dobozból, és egy felhajtható fedél alá kell betenni a lemezt. A lemeztálca lágy felfüggesztésű az apróbb ütések, rezgések elleni védelem érdekében.

A lemezek adagolásánál meg kell említenünk a CD adagolórendszereket. Különböző típusú és kapacitású jukeboxok léteznek (néhány és több száz lemez között). Az adott felhasználáshoz vagy telepítéshez összegyűjtött lemezek közül bármelyiket kiválaszthatjuk menet közben kézi beavatkozás nélkül. Némely automatikus adagolórendszerben több CD-meghajtó is található, így egyszerre több CD olvasása is lehetséges. Léteznek olyan egyedi meghajtók is, melyek egyszerre több (általában négy) lemez fogadására képesek.

Külön motor szolgál a lemeztányér megfelelő sebességű forgatására. A motor lágyan indul, felpörgés után a sebesség folyamatos szabályozását szervorendszer végzi. A szervó a referenciajelet az olvasott adatok sebességéből nyeri.

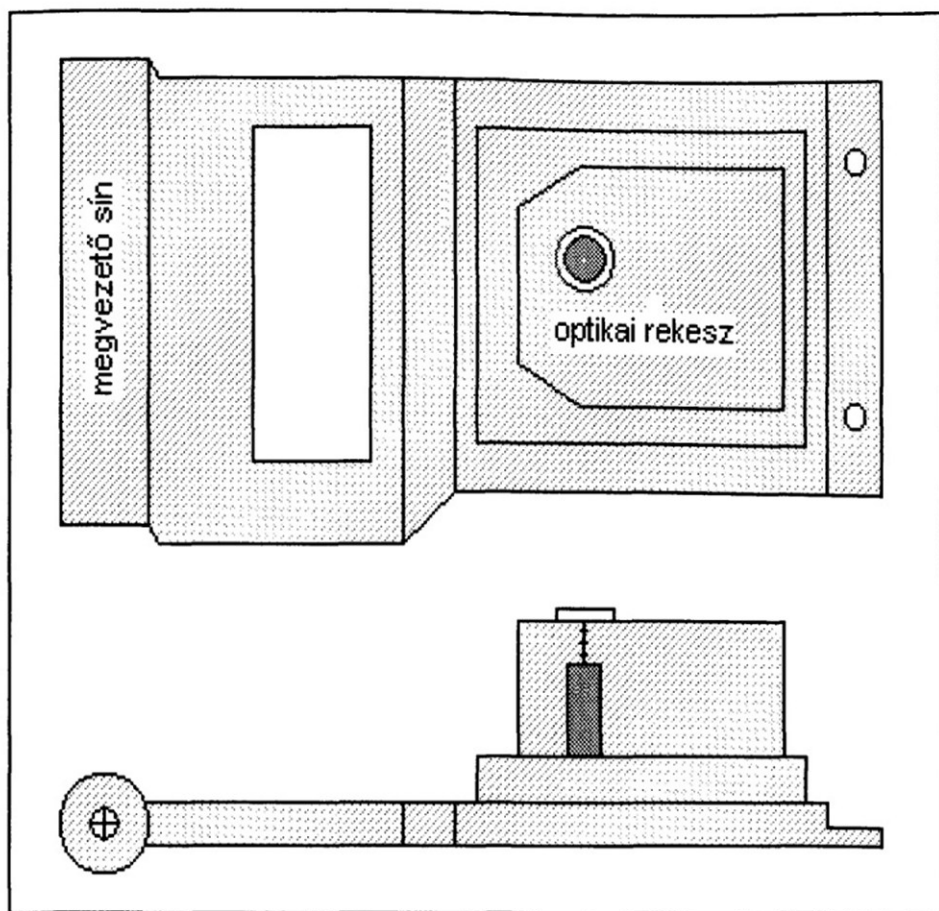


3-5. ábra. CD-ROM-meghajtó alulnézetben

A CD olvasás egyik legnehezebb feladata az olvasófej pozicionálása, azaz a spirális sáv nyomkövetése. A hajlékonylemez léptető motorjával szemben a CD fejpozicionálása lineáris motorral történik. Néhány meghajtóban találunk léptetőmotort is, mely mikrolépésekre képes. A sávkövetéssel részletesebben foglalkozunk az optikai rendszer ismertetésekor.

Ha beteszünk egy lemezt a meghajtóba, felpörög a tengelymotor, és a lemez egy állandó mágnessel vonzott fémlappal rögzítve a tengellyel együtt forogni kezd. Az optikai rendszer megpróbálja a lemezt olvasni. Ehhez az olvasófejet a vezérlőrendszer a lemez belső gyűrűjére pozicionálja, és megpróbál a lemezre fókuszálni. A pozicionáláshoz szükséges mozgást lineáris motor végzi a lineáris kódsínben lévő apró lyukakból nyert adatokat felhasználva. A fókuszálást végző tárgylencse egy mágneses térben álló lengőtekercsbe van rögzítve. Ha változtatjuk a tekercsen átfolyó áramot, a lencse közelebb illetve távolabb kerül a lemezfelülethez képest.





3-6. ábra. CD optikai szerelvény

A meghajtó elektronikája többnyire két-három nyomtatott áramköri lapra van szétbontva. Az alaplapon lévő elektronika vezérli a meghajtót és az illesztőfelületet. A fejhallgató erősítője külön lapkára került az előlap közelében, és külön szerelvény tartalmazza a lemezadagoló elektronikát.

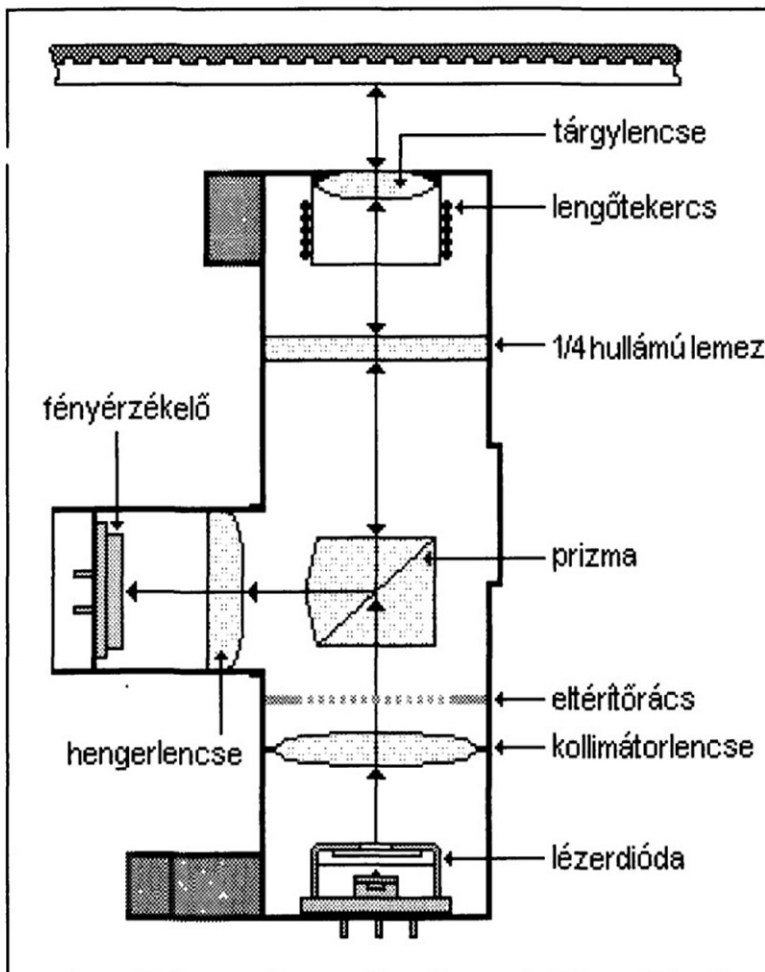
### 3.2.2. Optikai rendszer

Minden CD optikai rendszere lézersugarat használ a lemezen lévő információ leolvasásához. Az olvasás folyamata minden kompaktlemeznél (CD-DA, CD-ROM stb.) azonos, az eltérés az olvasott elektromos jelek értelmezésében van. Az optikai rendszer két fő feladatot lát el. Elsődleges feladata a CD-n tárolt lyuk-információ digitális jelekké alakítása (olvasás). Legalább ennyire fontos, hogy a fej a spirálisan kanyarodó felírást pontosan kövesse. Mind az olvasást, mind a sávon tartást az optikai rendszerből sugárzott, és a lemeztől a fejbe visszaverődő lézersugárral oldották meg. A teljes optikai rendszernek (lézerdióda, len-

cserendszer, érzékelő diódák) elég könnyűnek kell lenni, hogy gyorsan mozgatható legyen.

A sugarat általában egy kis gallium-alumínium-arszenid félvezető lézerdíóda állítja elő 780 nm hullámhosszal kb. 600  $\mu$ W teljesítménnyel. A lézersugár tulajdonsága, hogy a sugarak hullámhossza azonos, és fázisuk egyezik. A lézerdíóda „fényerejét” a lézerdíódat meghajtó tranzisztoron keresztül vezérelhetjük. A kibocsátott teljesítményt állandó szinten kell tartani, ezért a lézer közelébe egy ellenőrző fényérzékelőt helyeznek el. A fényérzékelő vezérli a tranzisztort, és ezen keresztül a lézer fényenergiáját állandó szinten tartja.

A lézerdíódeból kijövő szórt fény nem alkalmas közvetlenül a lemez olvasására. A sugarat előbb párhuzamos nyalábkba kell fogni, majd a lemez felületére fókuszálni. A legtöbb optikai rendszer három sugarat használ. A lézerdíóda jelét egy eltérítőrácstra vezetve a fősugár mellett első-, másod- stb. rendű sugarak keletkeznek mindkét oldalirányban.



3-7. ábra. CD optikai rendszer

A első- és másodrendű sugarak különböző szögben hajlanak el a függőlegetől, és a teljesítményük csökken a rendűséggel. A rácsosztás a lézer hullámhosszához van méretezve. A fősugarat használja a CD-meghajtó a tárgylencse fókuszálására és a lemez olvasására, a két viszonylag nagy teljesítményű elsőrendű sugarat pedig az olvasófej sávkövetésére.

A kollimátorlencse feladata a sugarak párhuzamosítása. Ez a lencse esetenként nem a prizma előtt, hanem utána található. A polarizációs prizma átengedi a sugarakat a lemez felé, de a visszavert sugarakat a fényérzékelő felé téríti, mert ezek polarizációs síkja eltér a kimenő sugár síkjától. A prizma valójában két félprizmából áll, melyek között dielektromos membrán található. A negyedhullámú lemez mind a bejövő, mind a visszavert sugarak polarizációs síkját 45 fokkal elforgatja. Ez a két forgatás teszi lehetővé, hogy a prizma a visszavert sugarakat eltérítse.

Az objektív lencse numerikus apertúrája (a lézersugár kúpszögének szinuszja) 0,45. Az objektív lencse lemeztől mért távolságának változtatásával fókuszálhatunk a lemez felületére. A lencsét egy állandó mágnesből és két lengőtekercsből álló szerkezetbe építik, mely vízszintes és függőleges mozgást is biztosít. Függőleges mozgással fókuszálunk a lemezre, a vízszintes mozgás (sugárirányú) pedig a sávkövetést teszi lehetővé. A fókuszálás az ép lemezfelületre történik, nem pedig az apró lyukakra (pit). A kibocsátott fény a lemezen lévő apró lyukakról az interferencia miatt alig verődik vissza, míg a lyukak közötti ép felületről jelentős mértékben. A visszavert fény keresztülhalad a tárgylencsén, és a prizmán 90 fokos szögben megtörve jut a fényérzékelőre. A fényérzékelőben hat fotódióda található, melyből négy a fókuszálást vezérli, kettőt pedig sávkövetésre használnak. Az ép felületről visszavert lézersugárra erős jelet ad ki a fényérzékelő. A lyukakról visszavert fény gyenge jelet képez vagy egyáltalán nincs kimenő jel. Az optikai rendszer mechanikája véd a külső por vagy egyéb szemét bejutása ellen, mert ezek a fény útját zavarják.

### Fókuszálás

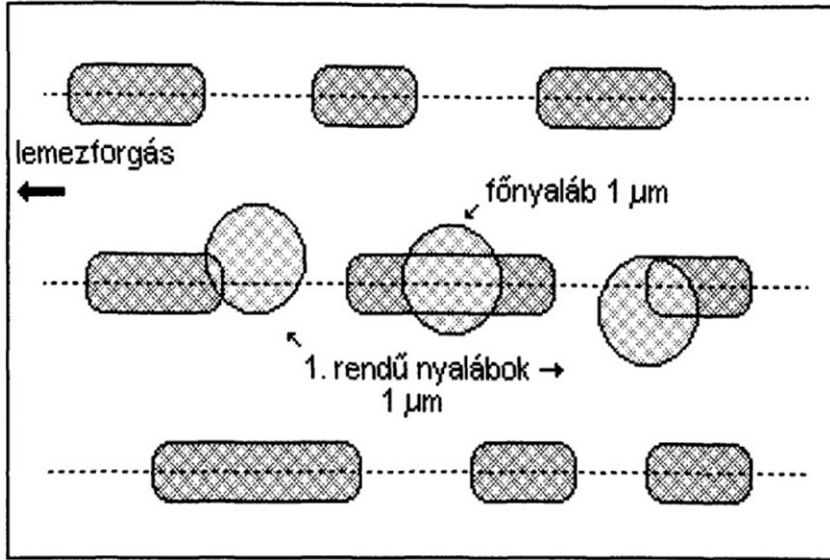
A lyukak és az ép felület megkülönböztetésére a lyukakról (az optikai rendszer felől nézve apró kiemelkedésekről) visszavert sugárnak félhullámnyi úttal kevesebbet kell megtennie. A lyukakról visszavert fényt ekkor oltja ki a bejövő fény (interferencia). A sugár fókuszálása a lemez felületére kritikus ( $\pm 0,5 \mu\text{m}$ -en belül), ha nem fókuszálunk pontosan, nem jön létre az interferencia. A lemezforgás közben megengedett hullámossága  $\pm 0,4 \text{ mm}$ -en belül van, melyet a tárgylencse fókuszálásának folyamatosan követnie kell.

Az automatikus fókuszálást egy négy fotódiódából álló négyzetes blokk (kvadráns) kimenőjele vezérli. A lézerfőnyaláb visszavert képét a hengerlencse a dióda blokk felületére vetíti. Ha a tárgylencse fókuszban áll, a hengerlencse kör alakú foltot rajzol a dióda blokkra, melynek kimenőjele ilyenkor nulla. Ha a lemez távolodik vagy közeledik a tárgylencséhez, a kör balra vagy jobbra dőlő ellipszissé változik, és csak két átlós dióda kap fényt. A négy dióda jelét  $(1 + 3) - (2 + 4)$  művelet szerint összegzik, ahol az 1–3 (és 2–4) jelű diódák átlósan szemben helyezkednek el. A dióda blokk pozitív vagy negatív kimenő feszültségét a fókuszállító lengőtekercs áramának megváltoztatására használja a szervorendszer, így a tárgylencse visszaáll fókuszba. A négy dióda  $(1 + 2 + 3 + 4)$  összegét a lyukinformáció olvasására használják.

### Sávkövetés

Könnyű a hanglemezelejátszónak a felvétel spirális sávját követni, hiszen a hangszedő kart a lemez barázdái megvezetik. A kompaktlemeznél a „hangszedő” nem ér hozzá a lemez felületéhez, így fizikai megvezetés szóba sem jöhet. Az angol szakirodalom egyébként mind a két hangszedőt „pick-up”-nek nevezi. A CD felületét csak a lézersugár éri, így az olvasófej spirális sávon tartását is a lézersugárral kell megoldani. A spirális sávok távolsága  $1,6 \mu\text{m}$ , a lemez külső szélén viszont  $100 \mu\text{m}$  feletti ütést (excentricitást) enged meg a szabvány. Ehhez képest a sávok  $\pm 0,1 \mu\text{m}$  tűrésen belüli követését mechanikus rendszerrel nem is lehetne megoldani. A sávkövetésre két módszer alakult ki, az egyik három lézernyalábot használ, a másik csak egyet.



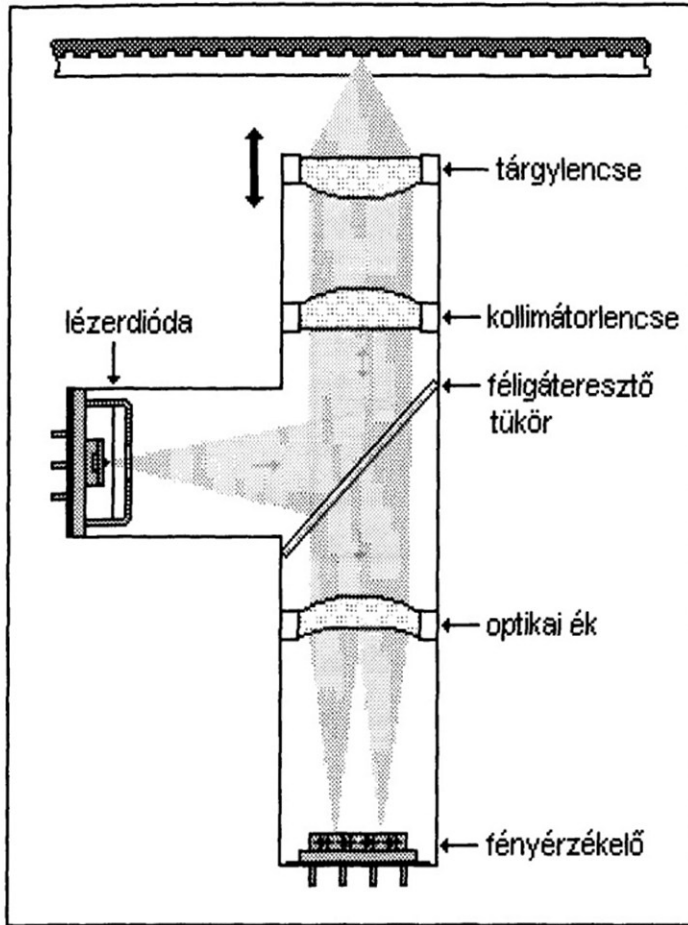


3-8. ábra. Háromsugaras letapogatás

A háromsugaras letapogatás a két elsőrendű sugárral végzi a sávkövetést. A fősugarat a lemez ép felületére fókuszálják, a két elsőrendű sugarat pedig a kiemelkedésekre (lyukakra), mivel az oldalsugarak feladata a kiemelkedések érzékelése. A lemezről visszaverődő sugarak a fényérzékelőbe jutnak. A fősugár négy fotódiódából álló blokkra, a két oldalsugár pedig a diódadoblok két szélén lévő fotódiódákra vetít fényfoltot.

Ha a fősugár az olvasott sáv közepéről visszavert fényből ered, mindkét oldalsugár azonosan kevés fényt kap a kiemelkedésekről. Ha a fősugár valamelyik irányban letér a sávról, az egyik fotódióda több visszavert fényt kap, mert csak ép felületről verődik vissza az oldalsugár, a másik viszont kevesebbet, mint korábban, mert a fényfolt nagyobb felülete éri a kiemelkedéseket. A vezérlőelektronika a két fotódióda különbségi jelét kapja. Ha az optikai fej a sáv felett áll, nincs vezérlőjel. A pozitív vagy negatív kimenő feszültséget a sávállító lengőtekerecs áramának megváltoztatására használja a szervorendszer, így a tárgylencse visszaáll az olvasott sávra.

Az egysugaras letapogatás egyetlen lézersugárral végzi a fókuszálást, sávkövetést és olvasást. A lézerdióda fénynyalábját egy féligáteresztő tükör a lemez felületére vetíti a már megismert módon. A visszavert fény áthalad a tükrön, és az optikai ékre jut. Az optikai ék a sugarat kettévágja, és fókuszálja a fényérzékelő négy egymás mellett álló fotódiódájára (l. 3-9. ábra). A négy dióda kimenőjelének összege ( $1 + 2 + 3$



3-9. ábra. Egysugaras letapogatás

+ 4) az adatok olvasását és a lézer szervorendszerének vezérlését szolgálja.

A sávkövetést két-két egymás mellett álló fotodióda összegének különbsége ( $[1 + 2] - [3 + 4]$ ) vezérli. Ha a lézerfolt az olvasott sáv közepére esik, a visszavert fényt szétosztva két egyenlő intenzitású nyalábot kapunk. A diódák eredő feszültsége ilyenkor nulla. Ha a lézersugár letér a sávról, az interferencia miatt a visszavert és a kettéosztott nyalábban is fényerőkülönbség keletkezik. A sávról lecsúszott sugár egyik fele több kiemelkedésre vetítődik, míg a másik fele több ép felületet talál el. A kiemelkedésekről visszavert fényt kioltja a bejövő fényből ráeső rész, míg az ép felületről szinte teljesen visszaverődik a fény. A diódák eredő feszültsége a lecsúszás irányától függően pozitív vagy negatív lesz, melyet a háromsugaras módszernél elmondottak szerint a szervorendszer a hiba javítására használ.

Fókuszáláshoz a négy dióda jeléből másképp képeznek kimenő feszültséget. Ha a lemez fókuszban van, a két visszavert fénysugár az

egymás mellett álló diódapárok közé vetít foltot. Ha a CD-lemez távolodik az optikai rendszertől, a két folt közelebb kerül egymáshoz, és a D2 – D3 fotódiódák nagyobb jelet szolgáltatnak. Ha a lemez túl közel van, a két folt távolodik egymástól, és a D1 – D4 diódák adnak nagyobb kimenő feszültséget. Ha képezzük a  $(D1 + D4) - (D2 + D3)$  eredő jelet, akkor a túl messze lévő lemez negatív, a túl közel lévő pedig pozitív kimenő feszültséget eredményez. A tárgylencse helyes értékre állítását a szervorendszer ezzel a vezérlőjellel végzi.

Háromsugaras rendszerrel az olvasófej szánra szerelve mozog a lemez felett sugárirányban. A pozicionálást lineáris motor végzi a kívánt sáv fölé, amíg a sávkövetés benntartási tartományát el nem éri. Az egysugaras rendszerben az olvasófej elfordítható karra van szerelve, mely a lemez felett ívet ír le pozicionálás közben. Az elfordítható kar sokkal gyorsabb keresést tesz lehetővé. A mikroprocesszoros rendszer a nagyobb fejmozgásokat gyorsabb mozgással hajtja végre. Amikor a fej a keresett sáv közelébe ér, a léptetés normál sebességre csökken, majd a sávon tartást a szervovezérlés veszi át.

### 3.2.3. Sebesség

Az optikai háttértárolók a lemeztányér sebessége szempontjából alapvetően két technikával írhatók és olvashatók, melyeket különböző célra lehet használni.

Az állandó szögsebességgel (Constant Angular Velocity, CAV) forgó videolemeznél a fordulatszám állandó (NTSC rendszerekben 1800 ford/perc, PAL és SECAM rendszerekben 1500 ford/perc). A CAV sávok a merevlemezhez hasonlóan koncentrikus köröket képeznek, melyek mérete a lemez széle felé haladva nő. Minden sávon egy videokép tárolható. A videolemezre analóg jelek vannak rögzítve, a CD-ROM teljesen digitális rögzítésével szemben. A CAV videolemezt interaktív alkalmazások (pl. számítógéppel segített oktatás, CBT) használják.

Az állandó kerületi sebesség (Constant Linear Velocity, CLV) azt jelenti, hogy a lézerolvasó állandó sebességgel olvassa a lemezt. Az állandó olvasási sebesség (1,2 vagy 1,4 m/sec) azt jelenti, hogy az olvasófej egy adott időegység alatt ugyanakkora ívhosszt fut be a lemez tetszőleges

pontján. Ehhez az szükséges, hogy a lemez fordulatszáma az olvasófej középről kifelé haladása során fokozatosan csökkenjen.

Kezdetben minden kompaktlemez-meghajtó CLV-technikával dolgozott. A fordulatszám a külső íven 200, a belső íven pedig 530 ford/perc. A CD átlagos elérési ideje a merevlemezhez képest lassú a fordulatszám szabályozása miatt. A CD-ROM-készülékek átlagos elérési ideje 280-300 msec.

A fenti fordulatszám értékek az eredeti CD-ROM és az audió CD sebességének felelnek meg. A CD-ROM teljesítménye az adatátvitel sebességétől függ, az adatátviteli sebességet pedig a fordulatszám határozza meg. Az eredeti (később egyszeres sebességűnek elnevezett) CD-ROM másodpercenként 150 kb-át adatot szolgáltat. Már a multimédia PC-re vonatkozó újabb előírások (MPC 2, 1993) is kétszeres sebességű CD-ROM-meghajtót írnak elő (300 kb-át/sec), mivel a multimédia-programok számára az egyszeres sebesség kevés. A kétszeres sebesség azt jelenti, hogy a lemez 400–1060 ford/perc sebességgel forog, és ennek megfelelően az adatok 300 kb-át/sec sebességgel nyerhetők le róla.

A kétszeres sebesség problémát okoz viszont a hang CD lejátszásánál, mert a hang CD digitál/analóg átalakítóját 150 kb-át/sec sebességre tervezték. A megoldás igen egyszerű: a meghajtó elektronika felismeri, ha hang CD-t teszünk a meghajtóba, és automatikusan lecsökkenti a lemez fordulatszámát egyszeres sebességre. Meg kell jegyezni, hogy néhány CD-meghajtó beépített puffere a tényleges fordulatszámnál gyorsabb átvitelt biztosít.

A fejlődés nem állt meg a kétszeres sebességű CD-ROM-meghajtó megjelenésével. A CD-gyártók egymásra licitálva igyekeztek mind gyorsabb és gyorsabb meghajtókat piacra dobni. A CLV-technika mai állása mellett a 12-szeres CD-ROM jelenti a csúcst, ami 1800 kb-át/sec átviteli sebességet jelent a lemez közepén 6360 ford/perc mellett. Ez a sebesség megegyezik a merevlemez sebességével, és a CD sebességhatárát is jelenti. A 12-szeres sebességű CD-lemezeknél már egyensúlyozási problémák léphetnek fel pl. egy öntapadós címke felragasztása miatt. A sebesség tényleges kihasználásához azonban az is szükséges, hogy az alkalmazói programok ilyen sebességgel igényeljék az adatokat.

Az egyszeres sebességű meghajtóban az olvasott jel frekvenciája így 196 kHz és 720 kHz között változik. Tízszeres sebességű CD meghaj-

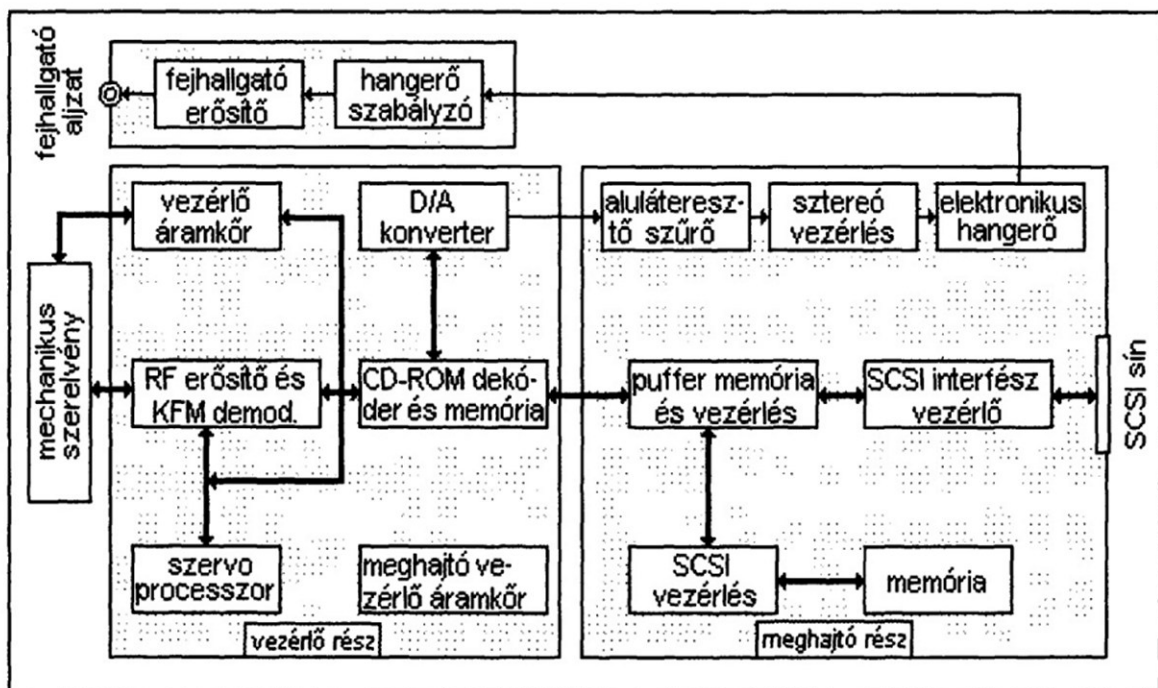


tónál az olvasott jel frekvenciája kb. 2 és 7 MHz közötti értékre nő, ami az olvasó elektronika iránt fokozott követelményt támaszt.

Megtévesztő a jelenleg kapható 24–32-szeres CD-meghajtók reklámja. Ezek a meghajtók ugyanis nem folyamatosan változtatják a lemez fordulatszámát, hanem úgynevezett részlegesen állandó szögsebességet (P-CAV) tartanak. Ennek eredményeképp a lemez szélén még 16-szoros sebességű meghajtó a lemez közepén már csak 8-szoros sebességgel (4240 ford/perc) szolgáltatja az adatokat. Az átlagos sebesség kb. megfelel a 12-szeres sebességű meghajtónak, de akkor miért drágább annál?

### 3.2.4. Meghajtó elektronika

A CD-meghajtó elektronika egyszerűsített rajza a 3-10. ábrán látható. Az ábrán látható megoldás csak egy a lehetséges megoldások közül. A különböző gyártók elektronikája sok helyen eltér az ábrától, de az elv minden esetben ugyanaz marad. Az elektronika a hajlékonylemez meghajtóhoz képest bonyolultabb, és alapvetően két részre tagolható. A vezérlő rész feladata az olvasáshoz szükséges összes művelet vezérlése. A meghajtó rész tevékenységének zöme pedig az interfész kezeléséből áll. Az ábrán SCSI felületű meghajtó látható, az ATAPI



3-10. ábra. CD-ROM-elektronika vázlatos rajza

CD-meghajtók elektronikája egyszerűbb. Mindkét esetben az intelligencia magán a CD-meghajtón található. Elég csak a meghajtót a rendszerinterfész-felületre csatlakoztatni, a címet vagy szintet (mester-szolga) beállítani, és a CD máris használható. A rendszerszintű meghajtók sok időpocsékoló műveletet átvesznek a számítógép mikroprocesszorától.

A CD-elektronika vezérlő része a meghajtó fizikai műveleteit felügyeli. Ebbe beletartozik a fényérzékelő dióda jelének EFM-bitekké alakítása, a csatornabitek dekódolása és hibajavítása (CIRC). A meghajtó vezérlő IC és a szervoprocesszor feladata a lézersugár fókuszálása, a sávkövetés vezérlése, a tengelymotor fordulatszámának szabályozása, és a lemezbetöltő és -kiadó motor vezérlése.

### 3.2.5. Meghajtó interfész

A CD-meghajtót – a többi perifériához hasonlóan – ritkán használják önállóan. Valamilyen mikroprocesszoros rendszertől kapja a végrehajtandó parancsokat, illetve a rendszer számára adatokat és állapot információkat ad vissza. A gazdaszámítógép és a CD-meghajtó közötti információcsere fizikai csatolófelületen, meghajtó interfészen valósul meg. Számos csatolófelület létezik, melyek közül most csak a CD-ROM-meghajtók illesztését végzőkkel foglalkozunk.

A CD-ROM illesztés lényegében három kategóriába tartozó felülettel végezhető, két szabványos (ATAPI és SCSI) és egy gyártófüggő meghajtó interfész közül választhatunk. CD-ROM vásárlásánál a csatolási módról is döntenünk kell. A döntést a meglévő hardver, sebességigényünk és pénztárcánk vastagsága befolyásolja.

Ha a számítógépben egy merevlemez van, illetve az alaplap négy EIDE/ATAPI eszköz kezelésére képes, célszerű az ATAPI-t (AT Attachment Packet Interface) választanunk, mert ez a legegyszerűbb és legolcsóbb. A CD-meghajtó a mester/szolga üzemmód beállítása után azonnal csatlakoztatható az interfészre, és a meghajtó szoftver telepítése után a CD-ROM már használható is a rendszerben.

Az ATAPI hardver legfontosabb előnye, hogy olcsó, és minden IDE vagy EIDE adapterrel együttműködik. Az ATAPI CD-ROM a merevlemez interfészt használja, de szoftveroldalról, a merevlemeztől számottevően különbözik. A merevlemez nyolc regiszterrel programoz-

ható, melyek a végrehajtandó parancsot és az összes hozzátartozó paramétert és állapotot tartalmazzák. Az ATAPI CD-ROM számára azonban a nyolc regiszter kevés, ezért az ATAPI eszköz a normál ATA (IDE) protokoll mellett csomag (Packet) módú parancsokat is használ. Az ATAPI programozásával ebben a fejezetben külön foglalkozunk. Az SCSI (Small Computer Systems Interface) rendszerszintű meghajtó interfész, mely számos periféria kezelésére képes (merevlemez, CD-ROM, nyomtató, szalagos meghajtó stb.). A szabványos SCSI felületre nyolc eszköz köthető, melyek közül az egyik vezérlő funkciót lát el. Ez többnyire az alaplapba helyezett SCSI vezérlő kártya. Az SCSI előnye sebességében és rugalmasságában rejlik. Az adatok az SCSI felületen igen gyorsan átvihetők, és több eszköz is osztozhat ugyanazon a sínen. Hátrányként mind a vezérlőkártya, mind a CD-ROM viszonylag magas árát kell megemlítenünk.

SCSI illesztést három ok miatt érdemes választanunk. Az első ok, ha gyors CD-ROM illesztésre vágyunk (a gyors CD-meghajtók először SCSI felülettel jelennek meg). A második ok, ha már egyébként is rendelkezünk SCSI vezérlőkártyával. Az SCSI interfészt ajánljuk akkor is, ha nem DOS vagy Windows 95 alapú számítógéphez (OS/2, Windows NT, Unix) veszünk CD-meghajtót. Megjegyezzük, hogy a CD meghajtók nem lesznek gyorsabbak pusztán csak azért, mert pl. ATAPI felület helyett SCSI felületre csatlakoztatjuk őket.

Az SCSI-2 változat ismeri a CD-ROM hangparancsait. A „play” (lejátszás) parancsot minden SCSI-2 interfészre kötött CD-ROM-meghajtó megérti, így nincs szükség az adott meghajtót illesztő egyedi programra. Az SCSI-2 felülről kompatibilis az eredeti SCSI interfésszel (SCSI-1), azaz az SCSI-2 interfészre szabadon köthető egy SCSI-1 felületet használó meghajtó.

A CD-ROM harmadik illesztési módja a meghajtóhoz saját készítésű csatolót használ. Néhány cég (pl. Mitsumi, Sony, Panasonic) saját interfészkártyát és összekötő kábelt hozott létre, melyek csak saját CD-ROM-meghajtóihoz használhatók. A csatoló kártya a CD-ROM jeleit átalakítja a számítógép rendszersíne által igényelt jelekre. A CD-ROM árában a csatoló kártya, az összekötő kábel és a kezelőszoftver ára is benne van. A megoldás előnye, hogy nagyon olcsó. Sokszor a csatoló alig kerül többbe, mint a rajta lévő áramkörök ára. Ennek ellenére nem

3-6. táblázat. Saját csatoló lábkiosztása (Mitsumi és Panasonic)

	Mitsumi		Panasonic	
1	HA0	0. címbit	GND	Föld
2	GND	Föld	RESET	Alapállapotba helyezés
3	HA1	1. címbit	GND	Föld
4	GND	Föld	GND	Föld
5	nc	Szabad	GND	Föld
6	GND	Föld	MODE0	Műveleti mód 0.bit
7	nc	Szabad	GND	Föld
8	GND	Föld	MODE1	Műveleti mód 1.bit
9	nc	Szabad	GND	Föld
10	GND	Föld	WRITE	Írás
11	nc	Szabad	GND	Föld
12	GND	Föld	READ	Olvasás
13	IRQ	Megszakításkérés	GND	Föld
14	GND	Föld	ST0	0. állapotbit
15	DRQ	DMA adatkérés	GND	Föld
16	GND	Föld	nc	Szabad
17	nDACK	DMA nyugtázás	GND	Föld
18	GND	Föld	nc	Szabad
19	nIOR	Perifériaolvasás	GND	Föld
20	GND	Föld	ST1	1. állapotbit
21	nIOW	Perifériaírás	GND	Föld
22	GND	Föld	EN	Adatengedély
23	nEN	Sín engedély	GND	Föld
24	GND	Föld	ST2	2. állapotbit
25	D0	0. adatbit	GND	Föld
26	GND	Föld	S/DE	Állapot/adat engedély
27	D1	1. adatbit	GND	Föld
28	GND	Föld	ST3	3. állapotbit
29	D2	2. adatbit	GND	Föld
30	GND	Föld	GND	Föld
31	D3	3. adatbit	D7	7. adatbit
32	GND	Föld	D6	6. adatbit
33	D4	4. adatbit	GND	Föld
34	GND	Föld	D5	5. adatbit
35	D5	5. adatbit	D4	4. adatbit
36	GND	Föld	D3	3. adatbit
37	D6	6. adatbit	GND	Föld
38	GND	Föld	D2	2. adatbit
39	D7	7. adatbit	D1	1. adatbit
40	GND	Föld	D0	0. adatbit



3-7. táblázat. Saját csatoló lábkiosztása (Pinnacle és Sony)

	Pinnacle (PCD-100)		Sony	
1	HA0	0. címbit	RESET	Alapállapotba helyezés
2	GND	Föld	GND	Föld
3	HA1	1. címbit	D7	7. adatbit
4	GND	Föld	GND	Föld
5	nc	Szabad	D6	6. adatbit
6	GND	Föld	GND	Föld
7	nc	Szabad	D5	5. adatbit
8	GND	Föld	GND	Föld
9	nc	Szabad	D4	4. adatbit
10	GND	Föld	GND	Föld
11	nc	Szabad	D3	3. adatbit
12	GND	Föld	GND	Föld
13	IRQ	Megszakításkérés	D2	2. adatbit
14	GND	Föld	GND	Föld
15	DRQ	DMA adatkérés	D1	1. adatbit
16	GND	Föld	GND	Föld
17	nDACK	DMA nyugtázás	D0	0. adatbit
18	GND	Föld	GND	Föld
19	nIOR	Perifériaolvasás	nIOW	Perifériaírás
20	GND	Föld	GND	Föld
21	nIOW	Perifériaírás	nIOR	Perifériaolvasás
22	GND	Föld	GND	Föld
23	nENA	Sín engedély	nDACK	DMA nyugtázás
24	GND	Föld	GND	Föld
25	D0	0. adatbit	DRQ	DMA adatkérés
26	GND	Föld	GND	Föld
27	D1	1. adatbit	IRQ	Megszakítás
28	GND	Föld	GND	Föld
29	D2	2. adatbit	HA1	1. címbit
30	GND	Föld	GND	Föld
31	D3	3. adatbit	HA0	0. címbit
32	GND	Föld	GND	Föld
33	D4	4. adatbit	EN	Sín engedély
34	GND	Föld	GND	Föld
35	D5	5. adatbit		
36	GND	Föld		
37	D6	6. adatbit		
38	GND	Föld		
39	D7	7. adatbit		
40	GND	Föld		

ajánlott ez az illesztés, mert elkötelezzük magunkat az adott gyártóhoz, és esetleg az adott típushoz is. A saját csatolóval működő meghajtó sem ATAPI, sem SCSI felületre nem köthető. A gyári szabadalommal kihozott meghajtók és csatolók száma egyre csökken, ami szintén a saját csatoló ellen szól. A 3-6. és 3-7. táblázatban a Mitsumi, Panasonic, Sony és Pinnacle Micro CD-ROM saját csatolójának lábkiosztása látható. A 3-8. táblázat ugyanezen gyártók meghajtóinak sztereó hangkimeneti csatlakozóját mutatják.

3-8. táblázat. Sztereó hangkimeneti csatlakozók

	Mitsumi	Panasonic	Pinnacle	Sony
Föld	2, 4	1, 3	2, 4	2, 3
Bal	3	2	3	4
Jobb	1	4	1	1

Az önálló CD-illesztők általában a 300h, 310h, 320h és 330h bázis portcímek valamelyikét használják. Az adatátvitel 8 bites DMA-val folyik az 1., 2. vagy 3. csatornán. A 8 bites kártyák IRQ3, IRQ4, IRQ5 vagy IRQ9 megszakítási szintre állíthatók be, a 16 bites kártyáknál még az IRQ10 és IRQ11 is választható.

Néhány gyártó olyan csatolót árul termékéhez, mely az SCSI felületű meghajtók adatátviteli képességét jobban kihasználja, mint az SCSI vezérlőkártya.

A multimédia PC egyszerűbb felépítése érdekében több hangkártyagyártó cég is elhelyez CD-ROM interfészt a hangáramkörök mellé a kártyára. Ezek zöme másodlagos vagy harmadlagos EIDE felület, tehát ATAPI CD-ROM köthető rá. A Creative Labs, Inc. cég Multi-CD kártyája az EIDE felület mellett Sony, Mitsumi és Panasonic CD-k néhány típusának illesztésére is alkalmas.

Korábban találkozhattunk olyan (elsősorban külső) CD-ROM-meghajtókkal, melyek a párhuzamos portra kötve dolgoztak. Kerüljük ezt a típust, mert rendkívül lassan működnek.

## 3.3. Logikai felépítés

A CD-ROM fizikai tulajdonságai és szektorszerkezete alapot biztosít a számítógépes adatok olvasására, de nem foglalkozik az adatok állományba és az állományok katalógusba szervezésével. Ha az operációs rendszer szeretne beolvasni egy állományt, tudnia kell, hogy hol találja meg a lemezen. Az állományok egyedi névvel rendelkeznek, és az állományszerkezet valamelyik szintjéhez vannak rendelve (katalógus vagy mappa). Az állományoknak ezenkívül tulajdonságaik is lehetnek (rendszer, csak olvasható stb.).

Az állománykezelő rendszernek mindezeket ismernie kell, hogy valamilyen adathordozón tárolni és visszakeresni tudja az állományokat. A szabványosítás előtt a fejlesztők saját állományszerkezeteket hoztak létre, mely mind a fejlesztőnek, mind a felhasználónak zavart és gondokat okozott. A gondok megoldására az ipari vezetők egy csoportja (Microsoft, Apple, DEC, 3M, Hitachi stb.) 1985-ben a nevadai High Sierra Szállodában tartott megbeszélésén javaslatot tett a CD-ROM adathordozón történő egységes állománytárolásra. A High Sierra-csoportról (HSG) elnevezett ajánlást a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO) kisebb módosításokkal 1988-ban elfogadta, és ezzel megszületett az ISO 9660 szabvány.

### 3.3.1. ISO 9660

Az ISO 9660 szabvány eredeti neve: Volume and File Structure of CD-ROM for Information Interchange (CD-ROM kötet és állományszerkezet az információ cseréjéhez). Az ISO 9660 meghatározza CD-ROM lemezen lévő számítógépes állományok tárolási szerkezetét. A szerkezet nem függ egyetlen platformtól sem, így különböző számítógépek különböző operációs rendszerei alatt olvashatók a lemezek. Az IBM PC gépeken a merevlemezt és hajlékonylemezt is kezelő MS-DOS operációs rendszert alkalmassá kellett tenni a CD-ROM olvasására, az Apple Macintosh gépeken a HFS operációs rendszer eleve képes erre. Az eltérő operációs rendszerek különböző követelményeinek az ISO 9660 három szintje felel meg.

Az ISO 9660 szabványosítja a katalógus-, alkatalógus- és útvonal-rendszert, az állomány nevének hosszát és a névben használható karaktereket. Az egész kicsit MS-DOS ízű, mivel a Microsoft jelentős részt fejlesztett az ISO-szabványban. Az ISO 9660 egyik nagy előnye, hogy ugyanaz a CD-lemez különböző rendszerekben is használható. Természetesen a különböző operációs rendszerekhez különböző futtatóprogram tartozik a lemezen (például egy Unix, Apple és MS-DOS-program). Ha ezek a programok futnak, ugyanaz az adatállomány mind-egyik rendszerből a többi rendszertől függetlenül olvasható.

### 3.3.1.1. Bővítések

Több operációsrendszer-készítő hozzáadta saját bővítéseit az ISO-szabványhoz. A Microsoft CD-ROM bővítés (MSCDEX.EXE) a FAT állománykezelő rendszert teszi képessé CD-ROM olvasására MS-DOS/Windows operációs rendszer alatt. Az ISO 9660 DOS alatti megvalósításával a következő pontban foglalkozunk.

A **Unix** rendszerben Rock Ridge bővítésnek nevezik az ISO 9660-szabvány támogatását. Az RRIP (Rock Ridge Interchange Protocol) lemezek teljesen kompatibilisek az ISO 9660-szabvánnyal. A Unix típusú állománynevekhez, szimbolikus csatolásokhoz, jogosultsághoz és a mélyebb szintű tartalomjegyzék-táblázatokhoz néhány mezőt használ, melyet az ISO 9660 nem határoz meg.

Az **Apple** hierarchikus állománykezelő rendszere (HFS) független az ISO-tól. A Macintosh CD-ROM-lemezek zöme HFS-rendszerben készül, mivel a HFS támogatja a Macintosh erőforrásokat, adatelágazásokat és állományinformációkat. A HFS is katalógusokba szervezi a logikailag összetartozó állományokat, csak ezt mappának (folder) nevezi.

A HFS-állomány- és kötetnévben a kettőspont kivételével bármilyen karakter szerepelhet, és az állománynévhez nem tartozik kiterjesztés. A névben nincs különbség a kis- és nagybetű között. A kötet neve legfeljebb 27, az állomány neve pedig 31 karakterből állhat. A HFS-állományhoz két elágazás (fork) tartozik: erőforrás- és adatelágazás. Az erőforrás-elágazás Macintosh erőforrásokat tartalmaz. Az állomány erőforrás-elágazásainak elérését az operációs rendszerhez tartozó



erőforrás-kezelőtől (Resource Manager) kell kérni. Az adatelágazások szerkezet nélküli információkat tartalmaznak (például egy dokumentum szövege).

A **Joliet** az ISO 9660-szabvány Microsoft által fejlesztett kibővítése. Lehetővé teszi hosszú állománynevek és az Unicode karakterkészlet használatát CD-íráshoz. Az állománynév hossza 64 karakter lehet (szóköz is megengedett). A hosszú név mellett egy DOS-szabványos név (8+3) is a lemezre kerül, hogy a DOS vagy korábbi Windows is felismerje az állományokat. A jelenlegi Joliet-lemezek két állománykezelő rendszert tartalmaznak. Az egyik ISO 9660 kompatibilis, hogy egyéb rendszerek is használhassák a lemezt. A másik Joliet rendszerű, melyet a Windows 95 képes olvasni.

### 3.3.1.2. Szintek

Az ISO 9660-szabványban három szint (Interchange Levels) létezik az állományok CD-re írására és elnevezésére. A három szint egymásba ágyazott, és lefelé kompatibilis.

Legszigorúbb az **első szint**, melyben az állományokat egyetlen folytonos bájtsorozatban kell a lemezre írni, nem lehet széttöredezés vagy átlapolás. Az állomány neve legfeljebb 8, a kiterjesztés pedig 3 d-karakterből állhat (nagybetű A-tól Z-ig, számok 0-tól 9-ig és az aláhúzás jel). A katalógus neve is csak 8 karakteres lehet, kiterjesztés nincs megengedve. A katalógusok egymásba ágyazási szintje nem lehet nyolcnál több (egy gyökér, hét alkatalógus). Ez a szint MS-DOS kompatibilis.

Létezik egy állomány változat szám (File Version Number), mely 1 és 32767 között lehet. Néhány operációs rendszer megengedi, hogy ugyanabból az állományból több változatot őrizhessünk meg. A változat számot az állomány neve után pontosvesszővel kell elválasztani (pl. ADATAIM.TXT;1).

A **második szint** hosszú állomány- és katalógusnevek használatát engedi meg (32 karakter), de a többi korlátozás megmarad. A **harmadik szinten** nincs semmilyen korlátozás. A második és harmadik szintet nagyon ritkán használják a rendszerek.

Tekintve, hogy néhány operációs rendszer nem tartalmazza ezeket a szinteket, az ISO 9660 két megvalósítási szintet (Implementa-

tion Levels) is meghatároz. Az 1. megvalósítási szint megengedi a korlátozásokat a megvalósításban, a 2. szint viszont előírja, hogy minden ISO 9660 szint tulajdonságot és képességet el kell fogadni. Az MSCDEX.EXE csak az 1. megvalósítási szintet támogatja.

Az ISO 9660-lemezen az adatok 00:02:16 sávidőben, azaz az első sáv 166. szektorában kezdődnek. Az első 150 szektor szünetet tartalmaz, az utána következő 16 szektor üres. Az ISO 9660 adatok után következhetnek a felhasználói adatok.

Az utóbbi időben több operációs rendszer alatt is használható multimédia alkalmazások jelentek meg. Néhány Macintosh fejlesztő **hibrid** lemezein HFS és ISO 9660 partíció is van. Ezt a lemezt a DOS ISO 9660-as lemeznek, a Macintosh HFS lemeznek látja. Azokat az adatállományokat, melyeket mindkét rendszer értelmez, csak egyszer kell felírni a lemezre (pl. TIFF, JPEG, MPEG), és az operációs rendszerek alkalmazásai megosztoznak rajtuk.

A CD-ROM állománykezelő rendszerek is fejlődnek. Az ISO 13490-szabvány például írható CD-nél az új képességeket támogatja (növekményes írás, csomag írás stb.). Másrészt a hardver és BIOS fejlődésében eljutottunk odáig, hogy operációs rendszert lehet CD-ROM-ról betölteni. A betölthető CD-ROM formátum ajánlásait 1995-ben El Torito néven tették közzé.

### 3.3.2. ISO 9660/ DOS és Windows

A CD-ROM állományai a FAT-tól eltérő rendszerben tárolódnak, melyet az ISO 9660 szabvány rögzít. Az alábbiakban ennek egyszerűsített változatáról lesz szó, melyet a DOS CD-ROM bővítése (MSCDEX) 2.10 változattól támogat.

A CD-ROM katalógusszerkezete nagyon hasonlít a DOS hajlékony- és merevlemez katalógusára. A DOS alkalmazások ugyanúgy olvashatják a CD-ROM-állományokat, mint a hajlékony- és merevlemez állományokat. Az alábbiakban a különbségeket foglaljuk össze:

- A főkatalógus is tartalmazza az egy pont (.) és a két pont (..) bejegyzést.

- A főkatalógus bejegyzéseinek számát csak a lemez kapacitása korlátozza.
- A katalógusok egymásba ágyazása 8 szintre korlátozott (1 gyökér és 7 alkatalógus).
- Ha DOS alatt olvassuk a CD-ROM tartalmát, az állománynevek hossza 8 (név) + 3 (kiterjesztés) karakterre korlátozódik.
- Az ISO 9660 csak nagybetűt, számot és az aláhúzásjelet engedi meg nevekben, DOS-ban egyéb karakterek is használhatók. Az MSCDEX támogatja a kanji (japán) karaktereket is.
- Az ISO 9660 megengedi, hogy az állománynévnek csak kiterjesztése legyen, a DOS nem.
- A DOS megengedi, hogy a katalógusnévnek kiterjesztése legyen, az ISO 9660 nem.
- A CD-ROM katalógusok mindig rendezettek (a leírást l. később).

Természetesen sem a DOS, sem a UNIX vagy más operációs rendszer nem írhat állományokat a CD-ROM-ra. Ehhez különleges hardver, szoftver és írható CD-lemez szükséges.

### 3.3.2.1. Alapfogalmak

A CD-ROM információ szektorokra osztódik. A szektorok száma nullától indul és folyamatosan növekszik. Minden szektorban 2048 bájt van. Az ISO 9660 ettől eltérő méretű szektorokat is megenged, de a 2048-as méret terjedt el. Ha a CD-ROM-ról több szektor kell, ezeket növekvő szám szerint olvassuk, mert így gyorsabb. A szektorban lévő bájtok természetes sorrendben következnek, azaz a következő bájt olvasódik a nagyobb című memóriába.

Az ISO 9660 rendezett katalógusokat tartalmaz. A rendezés a név ASCII kódja szerint történik. Két név összehasonlítása az alábbiak szerint zajlik le:

- A rövidebb nevet szóközzel (20h) egészítjük ki, hogy a két név egyforma hosszú legyen.
- Balról kezdve az első nem-egyforma karaktert találva a kisebb karakterkódú név van a sorban előbb.

A 255-nél nagyobb számok csak több bájtban tárolhatók. A tárolás sorrendjében két kategóriát különböztetünk meg. Az Intel szerint a kisebb helyiértékű bájt van alacsonyabb címen, a nagyobb bájt utána következik. Ezt a tárolási módot **kis endian**-nak is nevezik. A Motorola fordítva tárolja a számokat, előbb a nagyobb, aztán a kisebb helyiértékű számot helyezi a memóriába. Ezt az ábrázolást **nagy endian**-nak nevezik. A 16 bites számok (szó) ábrázolásához a CD-ROM három formát is használ:

- kis endian szó (pl. a hexa 1234h számot 34h és 12h sorrendben találjuk)
- nagy endian szó (pl. a hexa 1234h számot 12h és 34h sorrendben találjuk)
- mindkét endian szó. Ehhez négy egymást követő bájt kell, előbb a kis, aztán a nagy endian alak számára (pl. az 1234h számot 34h,12h,12h,34h sorrendben találjuk).

A 32 bites számok (duplaszó) ábrázolásához a CD-ROM szintén három formát használ:

- kis endian duplaszó (pl. az 12345678h számot 78h, 56h, 34h és 12h sorrendben találjuk)
- nagy endian duplaszó (pl. az 12345678h számot 12h, 34h, 56h és 78h sorrendben találjuk)
- mindkét endian duplaszó. Ehhez nyolc egymást követő bájt kell, előbb a kis, aztán a nagy endian alak számára.

### 3.3.2.2. Szerkezetek

Mint már említettük, az ISO 9660-lemezen az adatok 00:02:16 időnél (2 másodperc, 16. szektor) kezdődnek. Az első 2 másodperc (150 szektor) szünetet tartalmaz. Az egyszerűség kedvéért a szektorok számozását a szünet utáni első szektorral kezdjük, azaz a lemez 151. szektorát 0. szektornak nevezzük. A két másodperces különbséget később majd korrigáljuk.



A 0–15. számú szektor csak nullákat tartalmaz. Az ISO 9660 nem határozza meg ezen szektorok tartalmát, a DOS többnyire nullát ír ide. Ez a terület az operációs rendszer CD-ROM-ról történő betöltése számára van fenntartva. A következőkben három szerkezet (kötetleíró, útvonal tábla, katalógus), és ezen keresztül a CD felépítését nézzük át.

### *Kötetleíró (Volume Descriptor)*

A kötet az ISO 9660-szabvány szerint egy CD-ROM-lemez. Ha az adatok vagy a program nem fér el egy lemezre, kötet készletről beszélünk, de az MSCDEX nem támogatja ezt a formát. A kötetleíró alapvető információkat tartalmaz a CD-ről és a CD olvasási módjáról.

A 16. és azt követő néhány szektor kötetleírókat tartalmaz. Különböző célú kötetleírók léteznek, de a DOS normálisan csak kettőt használ. Minden leíró pontosan egyszektornyit (2 kb-ot) foglal el. A készlet utolsó leírói ún. kötetleíró-készlet lezárások (Volume Descriptor Set Terminators). Ezek első hét bájtja a következő tartalmú: 0FFh, 43h, 44h, 30h, 30h, 31h, 01h. A maradék 2041 bájtban nulla van. Az első hét bájtban a "CD001" szöveg látszik. Ez az egyik DOS-ban használt leíró.

A másik kötetleíró sokkal érdekesebb. Ennek neve elsődleges kötetleíró (Primary Volume Descriptor), és csak egy ilyen lehet a lemezen. Néhány CD-ROM ennek ellenére több azonos elsődleges kötetleíróval rendelkezik. Az elsődleges kötetleíró felépítése a 3-9. táblázatban látható.

A kötetazonosító első 11 karakterét adják vissza a DOS rendszerhívások és segédprogramok kötetazonosítóként. A DOS több azonosítót nem használ, ezek szóközzel (20h) vannak feltöltve. A dátum és idő tárolási módját a 3-10. táblázatban láthatjuk.

Ha nincs megadva dátum és idő, az első 16 bájt ASCII nulla ("0"), az utolsó pedig 00. Az egyéb célú kötetleírók megkülönböztetése az első bájtval történik. Ezekben a leírókban az első bájt nem lehet 0 vagy 0FFh, a következő hat karakter pedig megegyezik az előbbi leírókkal ("CD001" és 01). A szektor maradék 2041 bájtja nincs meghatározva. Nézzük példaként a Microsoft Encarta 97 CD elsődleges kötetleíróját. (3-11. táblázat)

3-9. táblázat. Elsődleges kötetleíró

Eltolás	Hossz	Tartalom
000h	1	01h
001h	6	43h, 44h, 30h, 30h, 31h, 01h ("CD 001")
007h	1	00h
008h	32	Rendszerazonosító
028h	32	Kötetazonosító
048h	8	Nulla
050h	8	Az összes szektor száma (mindkét endian duplaszó)
058h	32	Nulla
078h	4	1 (kötetkészlet mérete, mindkét endian szó)
07Ch	4	1 (kötetsorszám, mindkét endian szó)
080h	4	2048 (szektorméret, mindkét endian szó)
084h	8	Az útvonaltábla hossza (mindkét endian duplaszó)
08Ch	4	Az első kis endian útvonaltábla első szektorának száma (kis endian duplaszó)
090h	4	A második kis endian útvonaltábla első szektorának száma (0, ha nincs ilyen, kis endian duplaszó)
094h	4	Az első nagy endian útvonaltábla első szektorának száma (nagy endian duplaszó)
098h	4	A második nagy endian útvonaltábla első szektorának száma (0, ha nincs ilyen, nagy endian duplaszó)
09Ch	34	Főkatalógus rekord (l. később)
0BEh	128	Kötetkészlet-azonosító (Volume Set Identifier)
13Eh	128	Kiadóazonosító (Publisher Identifier)
1BEh	128	Adatelőkészítő-azonosító (Data Preparer Identifier)
23Eh	128	Alkalmazás-azonosító (Application Identifier)
2BEh	37	Jogvédelmi állomány azonosító (Copyright File Identifier)
2E3h	37	Absztrakt állomány azonosító (Abstract File Identifier)
308h	37	Bibliográf állomány azonosító (Bibliographical File Identifier)
32Dh	17	A kötet létrehozási dátuma és ideje
33Eh	17	A legutolsó módosítás dátuma és ideje
34Fh	17	A kötet lejárási dátuma és ideje
360h	17	A kötet hatásosságának dátuma és ideje
371h	1	1
372h	1	0
373h	512	Fenntartva az alkalmazás számára (többnyire nulla)
573h	653	Nulla (573h+28Dh = 800h)

3-10. táblázat. Dátum és idő tárolása

Eltolás	Hossz	Tartalom
00h	4	Év (négy ASCII szám)
04h	2	Hónap (2 ASCII szám, 01=január, 12=december)
06h	2	Nap (2 ASCII szám 01 és 31 között)
08h	2	Óra (2 ASCII szám 00 és 23 között)
0Ah	2	Perc (2 ASCII szám 00 és 59 között)
0Ch	2	Másodperc (2 ASCII szám 00 és 59 között)
0Eh	2	Századmásodperc (2 ASCII szám 00 és 99 között)
10h	1	GMT eltérés 15 perces közökben kettes komplement alakban (a pozitív szám Greenwich-től keletet jelent)

3-11. táblázat. Elsődleges kötetleíró példa

Eltolás	Hossz	Tartalom
000h	1	01h
001h	6	"CD 001", 01h
007h	1	00h
008h	32	"MS-DOS/WINDOWS 3.1/WINDOWS 95/WI"
028h	32	"Z97ENCENCYC "
048h	8	00h 00h ... 00h 00h
050h	8	7Eh 12h 05h 00h 00h 05h 12h 7Eh = 332414
058h	32	00h 00h ... 00h 00h
078h	4	01h 00h 00h 01h = 1
07Ch	4	01h 00h 00h 01h = 1
080h	4	00h 08h 08h 00h = 2048
084h	8	EAh 00h 00h 00h 00h 00h 00h EAh = 234
08Ch	4	12h 00h 00h 00h = 18
090h	4	00h 00h 00h 00h
094h	4	13h 00h 00h 13h = 19
098h	4	00h 00h 00h 00h
09Ch	34	22h 00h 14h 00h 00h 00h 00h 00h 00h 14h 00h 08h 00h 00h 00h 00h 08h 00h 60h 09h 06h 0Bh 1Eh 30h 00h 02h 00h 00h 01h 00h 00h 01h 01h 00h (l. később)
0BEh	128	"MICROSOFT_ENCARTA97_ENCYCLOPEDIA "
13Eh	128	"MICROSOFT CORPORATION "
1BEh	128	"MICROSOFT CORPORATION "
23Eh	128	"SETUPEXE "

3-11. táblázat. (Folytatás)

Eltolás	Hossz	Tartalom
2BEh	37	00h, 00h ... 00h, 00h
2E3h	37	00h, 00h ... 00h, 00h
308h	37	00h, 00h ... 00h, 00h
32Dh	17	"1996090612000000"+E0h
33Eh	17	"1996090612000000"+E0h
34Fh	17	00h, 00h ... 00h, 00h
360h	17	00h, 00h ... 00h, 00h
371h	1	01h
372h	1	00h
373h	512	00h, 00h ... 00h, 00h
573h	653	"PDSC IS 2.0IS20919693Microsoft"+00h, 00h ... 00h, 00h

3-12. táblázat. Útvonaltábla-bejegyzés

Eltolás	Hossz	Tartalom
00	1	N (a név hossza, főkatalógusnál = 1)
01	1	00h (kiterj. attribútumú bejegyzésben lévő szektorok száma)
02	4	A katalógushoz tartozó első szektor száma
06	2	Szülő katalógus bejegyzés száma (főkatalógus = 1), az első bejegyzés száma = 1, a másodiké = 2 stb.
08	N	Név (főkatalógusnál = 0)
08+N	0/1	A név hosszát párosra kiegészítő bájtt (=00).

### Útvonaltábla (Path Table)

Az útvonaltáblák többnyire a kötetleírók után következnek. Az ISO 9660 előírja, hogy helyüket az elsődleges kötetleíró tábla tartalmazza. Az útvonaltáblák tulajdonképpen feleslegesek, mert a bennük tárolt információ a CD más helyein is megtalálható. Egyetlen céljuk a katalóguskeresés gyorsítása. Kétféle útvonaltábla van, a kis endian útvonaltábla (kis endian számokkal) és a nagy endian tábla (nagy endian számokkal). Tartalmuk egyébként egyforma. Az útvonaltábla minden katalógushoz egy bejegyzést tartalmaz a CD-ROM-on (beleértve a főkatalógust is). A bejegyzés felépítését a 3-12. táblázatban láthatjuk.



A 3-13. táblázat példaként a Microsoft Encarta 97 CD első kis endian útvonaltáblájából (18. szektor) az első három rekordot mutatja be.

Az ISO 9660 előírásnak megfelelően a név legalább 1, de legfeljebb 31 karaktert (betű, szám, aláhúzás) tartalmaz. A DOS az első nyolc karaktert használja. Az útvonal annyi egymást követő szektorból áll, ahány az összes bejegyzés tárolásához szükséges. Az első bejegyzés mindig az első szektor első bájtján kezdődik. A névben említett töltő bájtól eltekintve a rekordok között nincs elválasztás. A szektor utolsó bejegyzése a következő szektorban folytatódik, ha kell. Az utolsó bejegyzés utáni tartalom nullával töltődik.

Az útvonaltábla bejegyzései pontosan meghatározott sorrendben követik egymást. Ebből a célból minden katalógushoz tartozik egy ún. szintszám. A főkatalógus szintje 1. A többi katalógushoz tartozó szint mindig eggyel nagyobb, mint a szülő szintje. Mint már említettük, az

3-13. táblázat. Útvonaltábla-bejegyzés részlet

Offset	Hossz	Tartalom
00h	1	01h (főkatalógus)
01h	1	00h
02h	4	14h 00h 00h 00h = 20 (a katalógus első szektora)
06h	2	0001h (szülő katalógus bejegyzés száma, főkatalógus)
08h	1	00h név (főkatalógus)
09h	1	00h (a név hosszát párosra kiegészítő bájt).
0Ah	1	07h (a név hossza)
0Bh	1	00h
0Ch	4	15h 00h 00h 00h = 21 (a katalógus első szektora)
10h	2	0001h = 1 (szülő katalógus bejegyzés száma)
12h	7	"AAMSSTP" (név)
19H	1	00h (a név hosszát párosra kiegészítő bájt).
1Ah	1	07h (a név hossza)
1Bh	1	00h
1Ch	4	17h 00h 00h 00h = 23 (a katalógus első szektora)
20h	2	0001h = 1 (szülő katalógus bejegyzés száma)
22h	7	"ENCYC97" (név)
29h	1	00h (a név hosszát párosra kiegészítő bájt).

ISO 9660 8 szintet engedélyez. Két bejegyzés egymáshoz viszonyított pozícióját a következők szerint határozzuk meg:

- Ha a szintjük különböző, a kisebb szinttel rendelkező kerül előbbre. Ez biztosítja azt, hogy az első rekord a főkatalógushoz tartozik, mert csak neki lehet 1-es szintje.
- Ha a szintjük egyforma, de különböző szülőkhöz tartoznak, a sorrend megegyezik a szülők sorrendjével.
- Ha a szintjük és szüleik is azonosak, a sorrend nevük rendezése szerint történik.

### *Katalógus (Directory)*

A katalógus is bejegyzésekből áll egy vagy több folyamatos szektorban. Az útvonalbejegyzésekkel szemben azonban a katalógusbejegyzések nem osztódnak meg két szektor között, így a szektorok végén nulla töltőkarakterek lehetnek. Minden katalógusbejegyzés egy állományt vagy alkatalógust képvisel (3-14. táblázat).

Nézzük példaként a Microsoft Encarta 97 CD főkatalógus bejegyzését, mely az elsődleges kötetleíróban található (3-15. táblázat).

A katalógus hossza nem használt területet is tartalmazhat a szektor végén, de mindenféleképp 2048 többszöröse. Minden katalógus (még ha névleg üres is), legalább két rekordot tartalmaz, ezért a katalógus hossza sohasem nulla. Az első rekord (egy pontnak is nevezik) minden mezője magára a katalógusra hivatkozik, kivéve, hogy az azonosító hossza 1, és az azonosító neve 00h. Az elsődleges kötetleíróban lévő főkatalógus rekordja ezt a formát követi.

A második rekord (két pontnak is nevezik) a szülő katalógusra hivatkozik, kivéve, hogy az azonosító hossza 1, és az azonosító neve 01h. A főkatalógusban lévő második rekord magára a főkatalógusra hivatkozik.

Az alkatalógus azonosítója maga a név. Az állományazonosító a következő mezőkből áll a felsorolás sorrendjében:

- Név: legalább 1, de legfeljebb 8 ASCII karakter (nagybetű, szám, aláhúzás).

3-14. táblázat. Katalógusbejegyzés

Offset	Hossz	Tartalom
00h	1	R (katalógusbejegyzés hossza, páros szám)
01h	1	00h (kiterj. attribútumú bejegyzésben lévő szektorok száma)
02h	8	Az adatállomány vagy katalógus első szektorának száma (nulla, ha üres az állomány, mindkét endian duplaszó)
0Ah	8	Állomány vagy katalógus hossza kivéve a kiterjesztett attribútumú rekordot (mindkét endian duplaszó)
12h	1	Év (az 1900 óta eltelt évek száma)
13h	1	Hónap (1 = január, 12 = december)
14h	1	Nap (1 és 31 között)
15h	1	Óra (0 és 23 között)
16h	1	Perc (0 és 59 között)
17h	1	Másodperc (0 és 59 között, DOS-ban ez páros szám)
18h	1	Időzóna (2-es komplement, a pozitív szám Greenwich-től keletet jelent. A DOS nem használja. HSG-ben jelzőbitek)
19h	1	Jelzőbitek (l. a táblázat végén)
1Ah	1	Átlapolás mérete (egymás után tárolt szektorok száma)
1Bh	1	Átlapolás ugrási tényező: porciók között szektorok száma
1Ch	4	1 (kötetkészlet sorrendszám, mindkét endian szó)
20h	1	N (állomány- vagy katalógusnév hossza)
21h	N	Állomány- vagy katalógus neve
21h+N	P	Töltő bájtt (ha az N páros, az értéke nulla, egyébként nincs)
21h+N+P		Nem meghatározott mező R bájttig
<b>Jelzőbitek</b>		
0 = 0 normál, 1 rejtett állományhoz	4 = 0, 1 engedélymeghatározás	
1 = 0 állomány, 1 katalógus	5 = 0	
2 = 0, 1 kapcsolt állomány	6 = 0	
3 = 0 1 bejegyzés meghatározás	7 = 0, 1 nem az utolsó bejegyzés	

3-15. táblázat. Katalógusbejegyzés példa

Eltolás	Hossz	Tartalom
00h	1	22h = 34 (bejegyzés hossza)
01h	1	00h
02h	8	14h 00h 00h 00h 00h 00h 14h = 20 (első szektor)
0Ah	8	00h 08h 00h 00h 00h 00h 08h 00h = 128 (katal. hossz)
12h	1	60h = 96 (1900 óta eltelt évek)
13h	1	09h = 9 (hónap)
14h	1	06h = 6 (nap)
15h	1	0Bh = 11 (óra)
16h	1	1Eh = 30 (perc)
17h	1	30h = 48 (másodperc)
18h	1	00h = 2 (GMT eltérés)
19h	1	02h (jelzőbitek: 1. bit = katalógus)
1Ah	1	00h
1Bh	1	00h
1Ch	4	01h 00h 00h 01h (kötet sorrendszám)
20h	1	01h (az azonosító hossza)
21h	1	00h (azonosító)

- Egy pont, ha van kiterjesztés (2Eh), egyébként elmarad.
- Kiterjesztés: legfeljebb 3 karakter, ha van egyáltalán.
- Pontosvessző (3Bh)
- "1" (31h). Egyéb rendszerekben itt a változatszám áll (számsor)

Nézzük a katalógusbejegyzések példájaként a főkatalógus (20. szektor) harmadik bejegyzését (3-16. táblázat). Az első bejegyzés (egy pont) megegyezik az elsődleges kötetleíróban található főkatalógus rekorddal. A második bejegyzés (két pont) csak az utolsó bájttban tér el az elsőtől, az azonosító kód 00h helyett 01h.

Néhány DOS megvalósításban elmarad a két utolsó mező, mások a név és kiterjesztés között más elválasztó karaktert használnak.

A katalógusrekordok sorrendjét az első két rekord után az alábbiak szerint határozhatjuk meg:



3-16. táblázat. Főkatalógus-bejegyzés példa

Eltolás	Hossz	Tartalom
44h	1	28h = 40 (rekordhossz)
45h	1	00h
46h	8	15h 00h 00h 00h 00h 00h 15h = 21 (első szektor)
4Eh	8	00h 08h 00h 00h 00h 00h 08h 00h = 128 (állom. hossz)
56h	1	60h = 96 (1900 óta eltelt évek)
57h	1	09h = 9 (hónap)
58h	1	06h = 6 (nap)
59h	1	0Bh = 11 (óra)
5Ah	1	1Eh = 30 (perc)
5Bh	1	30h = 48 (másodperc)
5Ch	1	00h = 2 (GMT eltérés)
5Dh	1	02h (jelzőbitek: 1. bit = 1 (katalógus))
5Eh	1	00h
5Fh	1	00h
60h	4	01h 00h 00h 01h (kötet sorrendszám)
64h	1	07h (az azonosító hossza)
65h	7	"AAMSSTP" (azonosító)
6Ch	1	2Eh = 46 (a következő bejegyzés rekordhossza)

- A rekordok nevük szerinti sorrendben vannak.
- Az azonos nevű rekordokon belül kiterjesztés szerinti rendezés van. A kiterjesztés nélküli állományok szóközzel egészülnek ki.
- Egyéb rendszerekben az egyforma nevű és kiterjesztésű rekordok között a változatszám tesz különbséget.
- Egyéb rendszerekben, két rekord egyforma névvel, kiterjesztéssel és változatszámmal akkor engedélyezett, ha az első rekord kapcsolt állomány.

Az ISO 9660 30 karakterben korlátozza a név és kiterjesztés együttes hosszát. Az ISO-szabvány megengedi, hogy két vagy több egymás utáni rekord ugyanahhoz az állományhoz tartozzon. A 7. jelzőbit minden rekordban magas, kivéve az utolsót. Úgy tűnik ezt a technikát nem alkalmazzák, és az MSCDEX sem támogatja. A másik nem támogatott technika az átlapolás (interleaving).

### *A katalógus és adatszektorok elrendezése*

Az ISO 9660 nem határozza meg a katalógus vagy állományszektorok sorrendjét. Csupán az szükséges, hogy minden katalógus vagy állomány első szektora a megfelelő rekordban rögzített helyen legyen, valamint a katalógusok és a nem átlapolt állományok szektorai folytonosan legyenek tárolva.

A legtöbb alkalmazás úgy rendezi a katalógusokat, hogy minden katalógus követi a szülőjét, és a katalógus összes állományához tartozó adatszektorok közvetlenül a katalógus után és a következő katalógus előtt helyezkednek el. Néhány alkalmazás egy lépéssel tovább megy, és a katalógusokat olyan sorrendbe rendezi, mint a megfelelő útvonalrekorodokat.

Példaként nézzük meg a már többször említett Encarta'97 CD kezdő sektorkiosztását, a 3-17. táblázatban a CD főkatalógusa látható:

3-17. táblázat. Sektorkiosztás példa

Szektor	Hossz	Tartalom
0-15.		Üres, nem használt
16.	1	Elsődleges kötetleíró
17.	1	Kötetleíró készlet lezárás
18.	1	Első kis endian útvonaltábla (több nincs is)
19.	1	Első nagy endian útvonaltábla (több nincs is)
20.	1	Főkatalógus
21.	1	AAMSSTP alkatalógus
22.	1	AUTORUN.INF állomány (98 bájt)
23.	1	ENCYC97 alkatalógus /ENC97.CD1 állomány (0 bájt)
24.	44	README.HLP állomány (89806 bájt)
68.	52	SETUP.EXE állomány (105841 bájt)
120.	4	SWAPFILE.HLP állomány (7461 bájt)

### *Kiterjesztett attribútumú rekordok*

A kiterjesztett attribútumú rekordokat nem DOS alapú operációs rendszerek használnak, melyekben hozzáférési engedélyezés és logikai rekordhossz létezik. DOS alapú CD-ROM írásakor normálisan nem ke-

rül a CD-re ilyen rekord. A korábbi MSCDEX változatok a kiterjesztett rekordokat félreértelmezték, a 2.10 utáni változatok egyszerűen átugorják őket.

## 3.4. CD-ROM programozás

A CD-ROM programozásával hasonló a helyzet, mint az egerrel. Sem a CD-ROM, sem az eger az eredeti PC konfigurációban nem volt benne, ezért a DOS rugalmasságát kihasználva utólag kell telepítenünk ezeket az eszközöket. Az új eszközök használatához a DOS-ban szükség van egy meghajtóprogramra, melyet a CONFIG.SYS-állomány DEVICE= sorába beírva, a legközelebbi rendszerindításkor a DOS ellenőriz, és tudomásul veszi az új eszközt. Az eszközmeghajtó programra ezután nevével vagy számával hivatkozhatunk. Az eszközmeghajtó program a hardvert illeszti a rendszerhez, ezért minden eszközhöz saját meghajtóprogram szükséges. Az alábbi sorban mintát láthatunk egy CD-ROM-meghajtóprogram telepítésére:

```
DEVICE=C:\DRV\CDROM.SYS /D:MSCD000
```

Az eszköz neve a példában MSCD000. Az eszközmeghajtó programok csak assembly nyelven (vagy assembly utasításokat elfogadó pl. C vagy Pascal nyelven) érhetők el. A programok működésének megértéséhez rövid összefoglalót adunk az eszközmeghajtó programokról.

### 3.4.1. Eszközmeghajtó program

A DOS karakter- és blokk-kezelő eszközmeghajtót különböztet meg. A CD-ROM eszközmeghajtó program karakterkezelő eszköz. A CD-ROM-eszközmeghajtó különleges, mert meghajtó neve van (pl. MSCD000), és a CD-ROM olvasónak az MSCDEX.EXE-program majd logikai nevet is ad (pl. E:). A karakterkezelő eszközök kétféle üzemmódban működhetnek: bináris (raw) és ASCII (cooked). ASCII módban a DOS felismeri és végrehajtja a vezérlő karaktereket, és csak a

maradék adatot adja át a kérő eszköznek. Bináris módban nincs DOS szűrés, az adatok közvetlenül a hívóprogram pufférébe kerülnek.

Az eszközmeghajtó programok három, egymástól jól elkülönülő részből állnak:

- fejléc,
- stratégiai rutin,
- megszakítási rutin.

A fejléc felépítése a 3-18. táblázatban látható. A DOS az eszközmeghajtó programokból láncot képez, és az eszköz keresésekor ezen a láncon fut végig. A lánc a fejléc első két bejegyzése alapján épül fel.

3-18. táblázat. Eszközmeghajtó fejléc felépítése

Eltolás	Hossz	Tartalom
00h	2	Következő meghajtó eltolási címe (0FFFFh utolsó)
02h	2	Következő meghajtó szegmenscíme
04h	2	Eszközmeghajtó jellemzői (attribútum)
06h	2	Stratégiai rutin eltolási címe
08h	2	Megszakítási rutin eltolási címe
0Ah	8	Az eszközmeghajtó neve (szóközzel kiegészítve)
12h	2	CD-ROM fenntartott (0000h)
14h	1	Első CD-ROM-meghajtó neve (MSCDEX tölti ki)
15h	1	CD-ROM egységek száma
16h	6	CD-ROM: "MSCD000" (000 változatszám)

Az eszközmeghajtó jellemzők 16 bitjéből most három bit érdekes. A 15. bit nulla értéke blokk-, egy értéke karakterkezelő meghajtót jelent. A 14. bit azt jelzi, hogy az eszközkezelő támogatja az IOCTL funkciókat (l. később). A 11. bit magas szintje az adathordozó cseréjének felismerését mutatja. A stratégiai és megszakítási rutin az eszközkezelő két belépési pontját jelenti, mindkettő a fejléccel azonos szegmensben van. A 14h eltoláson lévő meghajtó számot az MSCDEX tölti ki telepítés után. A meghajtó szám a meghajtó logikai neve, melyből a DOS logikai meghajtót csinál (pl. 5-ből E: lesz). A 15h eltoláson lévő bájtt a meghajtóban támogatott egységek számát hordozza, ez többnyire egy.



A stratégiai rutint a DOS a meghajtóprogram telepítésekor és az alkalmazói program adatátviteli kérésekor hívja meg. A hívás során a DOS az ES:BX regiszterekben egy igénybejelentő fejlécnek (request header) nevezett szerkezet címét adja át, melyet az eszközzel tárol, és visszaadja a vezérlést a DOS-nak. Ez a szerkezet a DOS és az eszközmeghajtó közös munkaterülete, ebben található meg pl. a végrehajtandó parancs, és ide íródik vissza a végrehajtásról keletkezett állapot is. Az adatátvitel végrehajtására a DOS a megszakítási rutint hívja meg, mely elvégzi a parancsban előírt műveletet.

Az igénybejelentő szerkezet felépítése a 3-19. táblázatban látható. A táblázat 2. eltolásán lévő parancskód határozza meg a fejléc felépítését. A végrehajtandó parancsoknak csak szűkített (CD-ROM-ra vonatkozó) felsorolása található a táblázatban.

3-19. táblázat. Igénybejelentő fejléc felépítése

Eltolás	Hossz	Tartalom
00h	1	Az igénybejelentő fejléc hossza
01h	1	Alegység az eszközmeghajtón belül
02h	1	Parancskód (ettől függ a fejléc további felépítése)
03h	2	Állapot (eszközmeghajtó tölti ki, l. 3-20. táblázat)
05h	8	Fenntartott

– 80h, 82h parancskód – hosszú olvasás és hosszú olvasás előkészítése

0Dh	1	Címzési mód (0 = High Sierra Group, 1 = Vörös Könyv)
0Eh	4	Adatátviteli terület címe (a 82h parancs nem használja)
12h	2	Olvasandó keretek száma
14h	4	Kezdő keretszám
18h	1	Adatolvasási mód
		00 ASCII (cooked) 2048 bájt/keret
		01 bináris (2352 bájt/keret EDC/ECC-vel együtt)
19h	1	Átlapolás mérete (egymás után tárolt szektorok száma)
1Ah	1	Átlapolásnál az átugrott szektorok száma

– 81 parancskód – átlapolás

3-19. táblázat. (Folytatás)

Eltolás	Hossz	Tartalom
0Dh	2	<b>Állomány handle száma</b>
0Eh	4	Csatorna kiválasztása
12h	4	Kezdő keretszám
16h	4	ADPCM beállítás táblázatának kezdőcíme
1Ah	4	Kiszolgáló rutin címe

– 83h parancskód – keresés (fejléptetés)

0Dh	1	Címzési mód (l. előbb)
0Eh	4	Átviteli cím (figyelmen kívül hagyva)
12h	2	Olvasandó keretek száma (figyelmen kívül hagyva)
14h	4	Kezdő keretszám, a fej kívánt helye (l. előbb)

– 84h parancskód – hang CD lejátszás

0Dh	1	Címzési mód (l. előbb)
0Eh	4	Kezdő keretszám (l. előbb)
12h	4	Lejátszandó keretek száma

– 85h (hang CD lejátszás megállítása), 88h (hang CD lejátszás folytatása) és 8Ah (átlapolt olvasás kikapcsolása) parancskód – nincs további mező, a 89h parancskód fenntartott későbbi fejlesztésekre.

– 86h, 87h parancskód – hosszú írás és hosszú írás ellenőrzéssel

0Dh	1	Címzési mód (l. előbb)
0Eh	4	Adatátviteli terület címe
12h	2	Felírandó keretek száma
14h	4	Kezdő keretszám (l. előbb)
18h	1	Írásmód 00h: 0. mód (minden nullát felír) 01h: 1. mód (2048 bájt/szektor) 02h: 2. mód 1. formátum (2048 bájt/szektor) 03h: 2. mód 2. formátum (2336 bájt/szektor)
19h	1	Átlapolás mérete (egymás után tárolt szektorok száma)
1Ah	1	Átlapolásnál az átugrott szektorok száma

Végül az eszközmeghajtó program a parancs befejezését követően kitölti a 3-19. táblázat 3. eltolásán lévő állapot rekeszt. A lehetséges állapotok a 3-20. táblázatban vannak összefoglalva.

3.20. táblázat. Eszközmeghajtó állapotok

Bit	Leírás
15.	Hiba, részletesen l. 7-0. biteket
14-10.	Fenntartott
09.	Foglalt, pl. hang CD lejátszás
08.	A parancs rendben végrehajtódott 7-0. bit kódok
00h	Írásvédelem megsértése
01h	Ismeretlen egység
02h	A meghajtó nem üzemkész
03h	Ismeretlen parancs
04h	CRC hiba
05h	Hibás igénybejelentő fejléc hossz
06h	Kereséshiba
07h	Ismeretlen adathordozó
08h	A szektor nem található
09h	Papír kifogyott (nyomtató)
0Ah	Íráshiba
0Bh	Olvasáshiba
0Ch	Általános hiba
0Dh	Fenntartott
0Eh	Nincs lemez a CD-meghajtóban
0Fh	Érvénytelen lemezcsere

Az **IOCTL** (Input/Output Control) funkció lehetővé teszi, hogy a felhasználói programból közvetlen kapcsolatot tarthassunk az eszközmeghajtóval. Erre természetesen csak azoknál a meghajtóprogramoknál van mód, melyek fejlécében a 14. jellemzők bit (IOCTL) magas szintű. Az IOCTL-funkció hívása a DOS INT 21h megszakításon (DOS funkcióhívás) keresztül történik. A funkció száma 44h, melyet mindig az AH regiszterben kell megadnunk, és számos alfunkciót (AL) foglal magába. A CD-ROM programozásához két alfunkciót használunk, ez a bevitel és kivitel.

*INT 21 – CD-ROM eszközmeghajtó – IOCTL-bevitel*

Be: AX = 4402h  
 BX = a CD-ROM karakteres eszköz handle száma  
 CX = olvasandó bájtok száma  
 DS:DX -> vezérlőblokk (l. 3-21. táblázat)

Vissza: CF=1 hiba: AX = hibakód (l. 3-23. táblázat)  
 CF=0 rendben: AX = beolvasott bájtok száma

Az IOCTL-bevitel előtt nyissuk meg az eszközmeghajtót olvasásra a nevével (pl. "MSCD000", 0 a DOS INT 21h/3Dh funkcióval), és töltjük be a visszakapott handle számot a BX regiszterbe. Hozzunk létre egy kívánt méretű adatterületet a vezérlőblokk számára. Írjuk be a blokk kezdőcímét a DS:DX regiszterekbe, a keresett adat kódját a blokk első rekeszébe, az olvasandó bájtok számát pedig a CX regiszterbe. A visszakapott adatok a vezérlőblokk első bájtjától függenek, a vezérlőblokk többi részét az eszközmeghajtó program tölti fel. Az olvasandó adatok kódját és a visszakapott adatokat a 3-21. táblázat tartalmazza.

*3-21. táblázat. IOCTL-bevitel vezérlőblokk felépítése*

Eltolás	Hossz	Tartalom
00h	1	Igényelt adatok (ettől függ a többi paraméter)

– 00h – eszközmeghajtó fejléc cím

01h	4	Eszközmeghajtó fejléc címe
-----	---	----------------------------

– 01h – fej pozíció

01h	1	Címzési mód (00h = HSG, 01 = Vörös Könyv)
02h	4	A fej pillanatnyi pozíciója: – logikai sektorszám HSG módban – keret/másodperc/perc/nulla Vörös Könyv módban (HSG szektor = perc * 4500 + mperc * 75 + keret – 150)

– 03 – hibastatisztika (02 kód fenntartott)



3-21. táblázat. (Folytatás)

Eltolás	Hossz	Tartalom
01h	?	Nincs meghatározva

– 04h – hangcsatorna információ

01h	1	0. kimeneti csatorna forrása (0-3 bemeneti csatorna)
02h	1	0. kimeneti csatorna hangerő (sztereóban bal)
03h	1	1. kimeneti csatorna forrása (0-3 bemeneti csatorna)
04h	1	1. kimeneti csatorna hangerő (sztereóban jobb)
05h	1	2. kimeneti csatorna forrása (0-3 bemeneti csatorna)
06h	1	2. kimeneti csatorna hangerő
07h	1	3. kimeneti csatorna forrása (0-3 bemeneti csatorna)
08h	1	3 kimeneti csatorna hangerő

*Megjegyzés: Alapértelmezésben a bemeneti csatornák hangereje nulla (00), a kimeneti hangerő maximális (OFFh), minden kimenetre az azonos számú bemenet kapcsolódik.*

– 05h – bináris meghajtó bájtok (nincs értelmezve, eszközfüggő)

01h	1	Beolvasott bájtok száma
02h	128	Puffer a meghajtó bájtok számára

– 06h – eszközállapot

01h	4	Visszakapott eszközparaméterek (l. 3-22. táblázat)
-----	---	--

– 07h – szektorméret

01h	1	Olvasási mód (0 = ASCII, 1 = bináris)
02h	2	Szektorméret bájtkban

– 08h – kötetméret

01h	4	Lemez méret szektorban
-----	---	------------------------

– 09h – adathordozó csere állapot

01h	1	Adathordozó csere állapot (CD-váltás) – 00h nem megállapítható – 01h történt / OFFh nem történt adathordozó csere
-----	---	---

– 0Ah – hang CD információ

3-21. táblázat. (Folytatás)

Eltolás	Hossz	Tartalom
01h	1	Első audió sáv száma
02h	1	Utolsó audió sáv száma
03h	4	Kivezetés (lead-out) kezdőcíme Vörös Könyv formában

– 0Bh – hang sáv információ

01h	1	Sáv száma (hívó tölti ki)
02h	4	Sáv kezdőpontja Vörös Könyv formában
06h	2	Sávtípus 7. bit: 0 = 2 csatorna, 1 = 4 csatorna (csak hang) 6. bit: 0 = hang, 1 = adatsáv 5. bit: 0 = digitális másolás tiltva, 1 = engedélyezve 4. bit: 0 = nincs, 1 = van előkiemelés (csak hang)

– 0Ch – hang Q csatorna információ (l. még a 2-3. táblázatot is.)

01h	1	Vezérlés + cím (ahogy vesszük a meghajtótól)
02h	1	Sávszám (TNO)
03h	1	Mutató vagy index (POINT/INDEX)
04h	1	Perc (MIN, relatív sávon belül)
05h	1	Másodperc (SEC)
06h	1	Keret (FRAME)
07h	1	Nulla
08h	1	Perc (AMIN vagy PMIN, abszolút lemezen belül)
09h	1	Másodperc (ASEC vagy PSEC)
0Ah	1	Keret (AFRAME vagy PFRAME)

– 0Dh – hang alcsatorna információ

01h	4	Kezdő keretcím Vörös Könyv formában
05h	4	Adatátviteli (puffer) cím
09h	4	Olvasandó keretek száma

Megjegyzés: 96 bájt alcsatorna információt másol a pufferbe keretenként.

## 3-21. táblázat. (Folytatás)

– 0Eh – UPC (általános gyártmánykód)

Eltolás	Hossz	Tartalom
01h	1	Vezérlés + cím
02h	7	UPC/EAN kód (13 BCD szám + 0)
09h	1	Nulla
0Ah	1	Abszolút keretszám (AFRAME)

– 0Fh – hang állapot információ

01h	2	Szünetállapot (0 = nincs szünet, 1 = szünet)
03h	4	Az utolsó audió lejátszás kezdőcíme
07h	4	Az utolsó audió lejátszás végcíme

– 10h – ADPCM információ

01h	4	(Nem áll rendelkezésre részletes információ)
-----	---	--

## 3-22. táblázat. IOCTL-meghajtó állapot

Bit	Magas szint jelentése
31.	Átlapolt olvasás folyamatban
13.-31.	Fenntartott
12.	R-W alcsatornák elérhetők
11.	Nincs lemez a meghajtóban
10.	Audió lejátszás folyik
9.	<b>HSG</b> és Vörös Könyv címezés is lehetséges
8.	A hangcsatornák konfigurálhatók
7.	Hosszú olvasás előkészítés lehetséges
6.	Fenntartott
5.	Átlapolt olvasás lehetséges
4.	Hang és video sávok is lejátszhatók
3.	A CD írható
2.	<b>ASCII</b> és bináris olvasás is lehetséges
1.	Az ajtó nyitva van
0.	A lemezadagoló kinn van

Az IOCTL-bevitel vezérlőblokkal eszközállapotot beolvasva (06h kód) a 3-22. táblázatban látható információkat kapjuk vissza. A lemezadagolásra vonatkozóan megkülönböztetjük az ajtó nyitott és zárt állapotát (nem lehet kinyitni az ajtót), illetve az adagoló kitolt (rátehetjük vagy levehetjük a lemezt) és behúzott állapotát.

Az IOCTL-bevitel funkció végrehajtása során is keletkezik állapot. Az átvitel jelzőbit magas szintje hibát jelez a műveletben. A 3-23. táblázatban látható hibakódok az AX regiszterbe kerülnek a funkcióból való visszatéréskor. Ez a hibajelzés nem az eszközmeghajtótól érkezik, hanem a kiterjesztett DOS hibakódok kategóriájába tartozik. A felsorolás nem teljes körű, csak a leggyakoribb eseteket tartalmazza.

3-23. táblázat. DOS kiterjesztett hibakódok (részlet)

00h	Nincs hiba
01h	Érvénytelen funkciószám
02h	Nem talált állományt
03h	Nem talált útvonalat
04h	Túl sok megnyitott állomány (nincs handle)
05h	A hozzáférés visszautasítva
06h	Érvénytelen handle
07h	A memória vezérlőblokk megsérült
08h	Kevés memória
09h	Memóriablokk címe érvénytelen
0Ah	Érvénytelen környezet (általában > 32K)
0Bh	Érvénytelen formátum
0Ch	Érvénytelen hozzáférési kód
0Dh	Érvénytelen adat
0Fh	Érvénytelen meghajtó
10h	Az aktuális katalógus eltávolítási kísérlete
11h	Nem ugyanaz az eszköz
12h	Nincs több állomány
65h	(MSCDEX) nem kész
67h	(MSCDEX) nem HSG vagy ISO-9660 forma
68h	(MSCDEX) a lemezadagoló kinn van



### INT 21 – CD-ROM eszközmeghajtó – IOCTL-kivitel

Be: AX = 4403h  
 BX = a CD-ROM karakteres eszköz handle száma  
 CX = írandó bájtok száma  
 DS:DX -> vezérlőblokk (l. 3-24. táblázat)  
 Vissza: CF = 1 hiba: AX = hibakód (l. 3-23. táblázat)  
 CF = 0 rendben: AX = felírt bájtok száma

Az IOCTL-kivitel előtt nyissuk meg az eszközmeghajtót írásra/olvasásra a nevével (DOS INT 21h/3Dh funkció), és töltjük be a vissza-

#### 3-24. táblázat. IOCTL-kivitel vezérlőblokk felépítése

Eltolás	Hossz	Tartalom
00h	1	Igényelt művelet (ettől függ a többi paraméter)

- 00h – lemezadagoló kitolása: nincs további paraméter
- 01h – ajtó zárás/nyitás

01h	1	0 = ajtó nyitás, 1 = ajtó zárás (lock)
-----	---	--

- 02h – meghajtó alapállapotba helyezése (reset): nincs további paraméter
- 03h – hangcsatorna vezérlés

01h	1	0. kimeneti csatorna forrása (0-3 bemeneti csatorna)
02h	1	0. kimeneti csatorna hangerő (sztereóban bal)
03h	1	1. kimeneti csatorna forrása (0-3 bemeneti csatorna)
04h	1	1. kimeneti csatorna hangerő (sztereóban jobb)
05h	1	2. kimeneti csatorna forrása (0-3 bemeneti csatorna)
06h	1	2. kimeneti csatorna hangerő (0 = kikapcsolt)
07h	1	3. kimeneti csatorna forrása (0-3 bemeneti csatorna)
08h	1	3. kimeneti csatorna hangerő

- 04h – eszközevezérlő füzér írása

01h	n	Közvetlen küldés a CD-ROM-hoz értelmezés nélkül
-----	---	---

- 05h – lemezadagoló behúzása: nincs további paraméter

kapott handle számot a BX regiszterbe. Hozzunk létre egy kívánt méretű adatterületet a vezérlőblokk számára. Töltsük ki a kívánt műveletnek megfelelően az adatterületet, az első rekeszbe a művelet kódját kell beírni. Írjuk be az írandó bájtok számát a CX regiszterbe, és a blokk kezdőcímét pedig a DS:DX regiszterekbe. A kivitel során nincsenek visszaadott adatok, csak állapot. Az írandó adatok típusát, és a műveletekhez tartozó paramétereket a 3-24. táblázat tartalmazza. A félreértések elkerülésére tisztázzuk, hogy most nem CD-re írást hajtunk végre, hanem vezérlés jellegű műveleteket, amint az a 3-24. táblázatból is kiderül.

### 3.4.2. MSCDEX.EXE

A CD-ROM használatához a Microsoft CD kiterjesztésre (MSCDEX, Microsoft CD-ROM Extension) van szükség, melyet az AUTOEXEC.BAT állományba érdemes beírni, hogy minden bekapcsoláskor végrehajtsódjon. Az MSCDEX segédprogram lehetővé teszi, hogy az ISO 9660 szabványnak megfelelő CD-ROM-ot a DOS saját kötetként kezelje (pl. D: meghajtóként). Az MSCDEX az eszközmeghajtót illeszti a rendszerhez, ezért minden CD-ROM ugyanazt a segédprogramot használhatja. Az alábbi sorban mintát láthatunk egy CD-ROM meghajtóprogram telepítésének második lépésére:

```
C:\DOS\MSCDEX.EXE /D:MSCD000
```

Az eszközmeghajtó neve a példában MSCD000. Az MSCDEX programozása csak assembly nyelven (vagy assembly utasításokat elfogadó pl. C vagy Pascal nyelven) végezhető az INT 2Fh megszakításon keresztül. Az INT 2Fh a multiplex megszakítások csoportját képezi.

Az MSCDEX megnyitja a CD-ROM eszközmeghajtót a nevével, majd lekérdezi az eszközmeghajtó fejléc kezdőcímét. A fejlécből kiolvassa, hogy hol kezdődik az eszközmeghajtó stratégiai és megszakítási rutinja. Ezután minden eszközmeghajtó-kérés az MSCDEX-től érkezik a meghajtóhoz, nem pedig a DOS-tól. A többszörös belépések elkerülésére és a lemezcsere MSCDEX általi nyomkövetésére minden alkalmazói programnak, mely közvetlenül akar a CD-ROM eszközmeghaj-

tó programhoz fordulni, az MSCDEX INT 2Fh megszakítás 1510h funkcióját kell használnia. Az MSCDEX és DOS együttműködésnek köszönhetően a hagyományos I/O kérések DOS INT 21h funkcióhívásokkal bonyolíthatók le, ugyanúgy, mint pl. a merevlemezénél. Nézzük az MSCDEX segédprogramhoz tartozó megszakítások listáját.

### *INT 2Fh – MSCDEX telepítés lekérdezése*

Be: AX = 1100h  
verem = 0DADAh

Vissza: AL = állapot (=0 : nincs telepítve, de lehet, verem nem változott)  
(=1 : nincs telepítve, nem lehet, verem nem változott)  
(0FFh : telepítve, veremben 0ADADh))  
CX = az első meghajtó neve (0=A:)

*Megjegyzés: a Lotus CD/Networker 0DADBh tartalmat tesz a verembe)*

### *INT 2Fh – CD-ROM telepítés lekérdezése*

Be: AX = 1500h  
BX = 0000h

Vissza: BX = CD-ROM meghajtó logikai nevek száma  
CX = az első meghajtó neve (0=A:)

*Megjegyzés: a telepítés-ellenőrzés nem követi más szoftverek formátumát és ütközik a DOS 4.00 GRAPHICS.COM paranccsal. A funkció hibás kezdő meghajtó logikai névvel térhet vissza, ha telepítve van az INTERLNK.*

### *INT 2Fh – CD-ROM meghajtók listájának lekérdezése*

Be: AX = 1501h  
ES:BX -> puffer a lista számára (5 bájttal logikai nevenként)

Vissza: a puffer minden logikai névhez feltöltődik öt bájttal:  
BAJT a meghajtó alegységeinek száma  
DWORD az eszközmeghajtó fejlécre mutató cím (l. 3-18. táblázat)

*INT 2Fh – Jogvédelmi (Copyright) állománynév lekérdezése*

Be: AX = 1502h  
 ES:BX -> 38 bájtos puffer a jogvédelmi állománynév számára  
 CX = meghajtó neve (0=A:)  
 Vissza: CF=1, hiba. AX = 0Fh (érvénytelen, nem CD-ROM-meghajtó)  
 CF=0, ha nincs hiba

*INT 2Fh – Absztrakt (Abstract) állománynév lekérdezése*

Be: AX = 1503h  
 ES:BX -> 38 bájtos puffer az absztrakt állománynév számára  
 CX = meghajtó neve (0=A:)  
 Vissza: CF=1, hiba. AX = 0Fh (érvénytelen, nem CD-ROM-meghajtó)  
 CF=0, ha nincs hiba

*INT 2Fh – Bibliográf (Bibliographic Doc) állománynév lekérdezése*

Be: AX = 1504h  
 ES:BX -> 38 bájtos puffer a bibliográf állománynév számára  
 CX = meghajtó neve (0=A:)  
 Vissza: CF=1, hiba. AX = 0Fh (érvénytelen, nem CD-ROM-meghajtó)  
 CF=0, ha nincs hiba

*INT 2Fh – Lemez tartalomjegyzék (VTOC) tételeinek lekérdezése*

Be: AX = 1505h  
 ES:BX -> 2048 bájtos puffer  
 CX = meghajtó neve (0=A:)  
 DX = szektor index (0= első kötetleíró, 1=második,...)  
 Vissza: CF=1, hiba. AX = 0Fh (érvénytelen meghajtó), 15h (nem kész)  
 CF=0, nincs hiba. AX = kötetleíró típus (1=szabványos, 0FFh=lezáró, 0=egyéb)



*INT 2Fh – Nyomkövetés engedélyezése*

Be: AX = 1506h  
BX = nyomkövető funkció (debugging) engedélyezve  
Megjegyzés: fejlesztésre fenntartva

*INT 2Fh – Nyomkövetés tiltása*

Be: AX = 1507h  
BX = nyomkövető funkció (debugging) tiltása  
Megjegyzés: fejlesztésre fenntartva

*INT 2Fh – Abszolút lemezolvasás*

Be: AX = 1508h  
ES:BX -> puffer  
CX = meghajtó neve (0=A:)  
SI:DI = kezdő szektor száma  
DX = olvasandó szektorok száma  
Vissza: CF=1, hiba. AX = 0Fh (érvénytelen meghajtó), 15h (nem kész)  
CF=0, ha nincs hiba.

*INT 2Fh – Abszolút lemezírás*

Be: AX = 1509h  
ES:BX -> puffer  
CX = meghajtó neve (0=A:)  
SI:DI = kezdő szektor száma  
DX = írandó szektorok száma  
Megjegyzés: csak CD-író eszközön használható.

*INT 2Fh – Fenntartott*

Be: AX = 150Ah

*INT 2Fh – MSCDEX ellenőrzés (MSCDEX 2.00 változattól)*

Be: AX = 150Bh

CX = meghajtó neve (0=A:)

Vissza: BX = 0ADADh, ha az MSCDEX.EXE telepítve van

AX <> 0, ha a meghajtó CD-ROM, egyébként AX=0.

*INT 2Fh – MSCDEX változat lekérdezése*

Be: AX = 150Ch

Vissza: BH = a változat egész része (major)

BL = a változat tört része (minor)

Megjegyzés: Az MSCDEX.EXE 2.00 előtti változatokra BX=0

*INT 2Fh – Meghajtónevek lekérdezése (MSCDEX 2.00 változattól)*

Be: AX = 150Dh

ES:BX -> puffer a meghajtónevek listájához (1 bájt meghajtóként)

Vissza: a puffer feltöltődik meghajtónevekkel (0=A:). Minden bájt megfelel a 1501h funkció azonos pozíciójában lévő meghajtónak.

*INT 2Fh – Kötetleíró beállítások lekérdezése, megadása (2.00 változattól)*

Be: AX = 150Eh

BX = (00h: lekérdezés DX regiszterbe. 01h: beállítás DX regiszterből)

DH = 01h, elsődleges kötetleíró

DX = 0201h, Kanji (Japán)

CX = meghajtó neve (0=A:)

Vissza: CF=1, hiba. AX = 0Fh (érvénytelen meghajtó), 15h (nem kész)

CF=0, ha nincs hiba

*INT 2Fh – Katalógusbejegyzések lekérdezése  
(MSCDEX 2.00 változattól)*

Be: AX = 150Fh  
 CL = meghajtó neve (0=A:)  
 CH( 0) bit = másolás jelzőbit  
 0 közvetlen másolás  
 1 másoláskor az ISO/High Sierra különbségek megszűnnek  
 ES:BX -> ASCIIZ útvonal név  
 SI:DI -> puffer a katalógusbejegyzés számára (l. 3-14. táblázat). Közvetlen másoláshoz legalább 255 bájt szükséges.

Vissza: CF=1, ha hiba. AX = hibakód  
 CF=0, ha nincs hiba. AX = formátum (0=High Sierra, 1=ISO 9660)

*INT 2Fh – Igénybejelentő fejléc küldése (MSCDEX 2.10 változattól)*

Be: AX = 1510h  
 CX = meghajtó neve (0=A:)  
 ES:BX -> CD-ROM igénybejelentő fejléc (l. 3-19. táblázat)

### 3.4.3. ATAPI, CD-ROM-csomag interfész

Az ATA/IDE interfész ipari szabvánnyá vált a PC-ben lévő merevlemezek illesztésére. Az egyszerűség és alacsony ár érdekében az ATA/IDE interfészt csak a számítógépes perifériák szűk készletére tervezték. A multimédia széles körű elterjedése, a CD-ROM-meghajtók alapp perifériává válása, a gyorsabb és többet tudó rendszerek iránti igény szükségessé tette az ATA illesztők továbbfejlesztését, melynek egyik eredménye a csomaginterfész (AT Attachment Packet Interface, ATAPI) megalkotása. Az ATAPI felületet jelenleg főképp a CD-ROM-meghajtók használják, de mágnesszalagos egységek illesztésére is gyakran alkalmazzák. Az ATAPI előírások ajánlásait az SFF (Small Form Factor) Bizottság készíti. Jelen rövid leírás a 2.6 változatú SFF-8020i ajánlásra épül (1996. január 22.). Könyvünk az ajánlás teljes ismertetésére terjedelmi okokból nem térhet ki. Az ATAPI rövid áttekintése után

elsősorban a lemez mellékleten lévő CD-ROM felismerő program működésének megértéséhez szükséges csomagparancsokkal foglalkozik a könyv. A teljes ATAPI leíráshoz például az alábbi Internet-címen lehet hozzájutni:

<http://www.kiarchive.ru:8090/pub/msdos/hardware/doc/misc/atapi/>

Az ATAPI – mint minden más interfész – meghatározza a fizikai felületet (csatlakozók típusa, lábkiosztása), és a logikai felületet is (jel neve és funkciója, átviteli eljárások, regiszterek bitkiosztása).

Az ATAPI interfészre kötött CD-ROM-meghajtó a gazdaszámítógép ATA hardverét használja, és az ATA Task File regisztereken keresztül programozható. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a logikai interfész is megegyezik az ATA és az ATAPI között. Az ATA felületen működő merevlemez programozására hozták létre a Task File-nak nevezett nyolc, perifériaként címezhető regiszterből álló készletet. Ezek segítségével minden paraméter átvihető a gazdaszámítógép és az ATA eszköz között (parancs, állapot, cím, adat és mennyiség), mely egy művelet végrehajtásához szükséges. Más perifériák (pl. mágnesszalagos tároló, CD-ROM) programozásához azonban nyolc regiszter kevés. A probléma megoldását a csomagparancsok használata teszi lehetővé. A csomagparancsok tulajdonképpen kiegészítik a korábban létező ATA parancsokat. Az ATAPI eszköz elfogad minden ATA protokollt, beleértve a mester törlést, diagnosztikai szekvenciákat, és érvénytelen parancsok visszautasítását is.

Az ATAPI parancsok végrehajtási elve egyszerű: az ATA parancsokat kiegészítették egy különleges paranccsal (csomagparancs), melyet az ATA parancsokkal egyező módon küld ki a gazdaszámítógép az ATAPI eszköznek. A parancs nyugtázása után egy 12 vagy 16 bájtól álló csomagot küld ki folyamatosan a gazdagép az adatregiszteren keresztül, melyben a tulajdonképpeni ATAPI parancs, és a szükséges paraméterek is megtalálhatók. A parancs végrehajtását követően keletkezett adatokat (csomagot) a gazdagép szintén az adatregiszteren keresztül kérheti el a meghajtótól. A csomagok adatszerkezete kötött (nem lehet tetszőleges sorrendben átvinni őket), és csak periféria írás/olvasás (PIO)



művelet használható (DMA nem). Ez a technika csökkenti a műveletekhez szükséges regiszterek számát, de nem csökkenti a helyigényt. Habár minden ATAPI parancsot ki lehetne adni csomag módban, néhány létező ATA parancs, és a teljes ATA protokoll értelmezését a meghajtó programok helyes működése érdekében biztosítani kell. A CD-ROM-meghajtó ennek megfelelően néhány ATA parancsot elfogad, és az új ATAPI csomagparancsok mellett ATA típusú ATAPI parancsokat is végrehajt.

### 3.4.3.1. ATAPI átviteli protokoll

Az ATAPI csomagparancsok az SCSI készletből származnak, ezért az SCSI felületet ismerők számára az SCSI CD-ROM és szalagos tároló meghajtó programjának átírása ATAPI felületre könnyű feladat. Az SCSI szabványhoz képest az ATAPI az alábbi fontosabb eltérésekkel működik:

- nincsenek fázisok, üzenetek, megosztott sín és nincs SCSI hardver;
- az állapot az ATAPI előírásoknak megfelelően keletkezik;
- nincs lekapcsolódás, visszakapcsolódás, SCSI mutatók, csatolás;
- hiányzik a parancsok sorbaállítási lehetősége;
- a csomag hossza csak 12 vagy 16 bájt lehet.

Az ATAPI eszköz két módszerrel vezérelhető: normál ATA protokollal a Task File regiszterein keresztül, és a csomagparancsok módszerével az adatregiszteren keresztül. Mindkét módszernél a felprogramozás a gazda számítógép feladata. Az ATAPI eszköz a műveletek során szolgaként dolgozik. Ha több eszköz van felfűzve az interfészre (mester és szolga), minden eszköz megkapja a parancsot, de csak a kiválasztott periféria hajtja végre (kivéve az Execute Diagnostics, Diagnosztika végrehajtása parancsot). A parancsok kiadása normál ATA eljárással történik, de a parancs vétele után a protokoll és a regiszterek funkciója megváltozik. A csomagparancs befejezése után a regiszterek értelmezése és a protokoll visszavált ATA módra. A 3-25. táblázatban a Task File regiszterek ATAPI értelmezése látható.

3-25. táblázat. A Task File ATAPI értelmezése

Eltolás	Példa	Olvasás	Írás
+0	01F0H	Szavas adatregiszter	
+1	01F1H	Hibaregiszter	Tulajdonságok regiszter
+2	01F2H	Megszakítási ok regiszter	Nincs használva
+3	01F3H	SAM TAG fenntartott	
+4	01F4H	Bájtzámláló (L) regiszter	
+5	01F5H	Bájtzámláló (H) regiszter	
+6	01F6H	Meghajtó kiválasztás	
+7	01F7H	Állapot	Parancs
+6	03F6H	Másodlagos állapot	Eszközvezérlés

Az IBM PC/AT perifériacímek kiosztásánál külön tartományt szántak a hajlékonylemezes és merevlemezes illesztőkártyák programozása számára. Mindkét eszközből két-két darabot engedélyeztek (hajlékonylemeznél 03F0h és 0370h báziscímmel, merevlemeznél 01F0h és 0170h báziscímmel). A merevlemez nyolc regiszterére (01F0h–01F7h) Task File névvel hivatkozunk. A hajlékonylemez regisztereiből a + 6 eltolásút (03F6h) a merevlemez vezérléséhez rendelték. A merevlemez báziscímeit a második ATA (IDE) csatorna létrehozása és a hangkártyákra épített ATA felület miatt kibővítették, jelenleg az ATA és ATAPI eszközök regiszterei a 01F0h, 0170h, 01E8h és 0168h báziscímen érhetők el.

Az ATAPI eszközök ezeket a regisztereket a következő funkciókra használják:

- 01F0H-RW adatregiszter, szavasan írható, olvasható  
(ATA adatregiszter)
- 01F1H-R hiba (ATA hiba) regiszter
  - 7–4 bit: érzékelés kulcs, a hibát pontosabban meghatározó kód
  - 3. bit: MCR (adathordozó csere igény)
  - 2. bit: ABRT (megszakított parancs)
  - 1. bit: EOM (adathordozó vége jelzés)
  - 0. bit: ILI (illegális adathossz jelzés)

- *01F1H-W ATAPI tulajdonságok (ATA tulajdonságok) regiszter*  
 7-2. bit: fenntartott  
 1. bit: OVERLAP (átlapolás, az eszköz elengedheti az interfészt a parancs befejezése előtt)  
 0. bit: DMA (a csomagok kivételével az adatok DMA átvitele engedélyezett)
- *01F2H-R megszakítási ok (ATA szektor számláló) regiszter*  
 7-3. bit: fenntartott  
 2. bit: RELEASE (átlapolás, az eszköz elengedte az interfészt)  
 1. bit: IO (információ átviteli irány, 0 = eszköz felé)  
 0. bit: CoD (az átvitel parancsra vagy adatra vonatkozik, 0 = adat)
- *01F4H-RW L bájtszámláló (ATA L cilindrszámláló) regiszter*
- *01F5H-RW H bájtszámláló (ATA H cilindrszámláló) regiszter*
- *01F6H-RW meghajtó kiválasztása (ATA fej kiválasztása is) regiszter*  
 7. bit: 1  
 6. bit: fenntartott  
 5. bit: 1  
 4. bit: meghajtó (0 = 0. eszköz, mester)  
 3-0. bit: fenntartva SAM logikai egység számára)
- *01F7H-R állapot (ATA állapot) regiszter*  
 7. bit: BSY (a meghajtó foglalt)  
 6. bit: DRDY (a meghajtó ATA parancs fogadására kész)  
 5. bit: DMA READY/DF (átlapolás: a meghajtó kész DMA átvitelre / hibás meghajtó)  
 4. bit: SERVICE/DSC (átlapolás: a meghajtónak kiszolgálási, megszakítási igénye van / keresés parancs kész)  
 3. bit: DRQ (a meghajtó kész adatátvitelre)  
 2. bit: CORR (javítható hiba lépett fel)  
 1. bit: fenntartott  
 0. bit: CHECK (az előző parancs végrehajtásában hiba lépett fel, a hibát a hibaregiszter érzékelési kulcsa azonosítja)
- *01F7H-W parancs (ATA parancs) regiszter*
- *03F6H-R másodlagos állapot (ATA funkciója nincs)*

- *03F6H-W*      *eszközvezérlés (ATA: eszközvezérlés) regiszter*
  - 7–4. bit:      fenntartott
  - 3. bit:        1
  - 2. bit:        SRST (szoftvertörlés)
  - 1. bit:        IEN (megszakítás engedélyezés 0 szinttel)
  - 0. bit:        fenntartott

A bájt számláló regiszter azt határozza meg, hány bájtot kell a gazdagépnek átvinnie minden DRQ jelre. Csak a PIO átvitelekre vonatkozik, a DMA műveletekre nincs hatással. A regisztert feltölti a gazdaszámítógép a csomagparancs kiadása előtt, és feltölti az ATAPI eszköz is a parancsban átviendő bájtok számával. A gazdagépen futó programnak az ATAPI eszköz által megadott adatmennyiséget kell átvinnie a helyes végrehajtás érdekében.

Az ATAPI felületen olyan eszközök is működhetnek, melyek képesek átlapolt műveletekre. Az átlapolás azt jelenti, hogy egy ATAPI eszköz az interfészt elengedi a parancs feldolgozása előtt, és másik eszköznek indítható parancs. Ezzel a rendszer teljesítménye növelhető. Az átlapolás a tulajdonságok regiszter OVERLAP bitjével kezdeményezhető, melyre a meghajtó a RELEASE bittel válaszol az állapotregiszterben. Az átlapolt végrehajtással könyvünkben nem foglalkozunk.

### *Adatbeviteli csomagparancs átviteli folyamata*

Ebbe a kategóriába tartoznak a gazdagéphez adatot bekérő parancsok (pl. Inquiry, Read). Az átvitel a következő lépések végrehajtásával valósul meg:

1. A gazdagép ellenőrzi, hogy a BSY és DRQ *állapot* bitek töröltek, és feltölti a *tulajdonságok, bájt számláló és meghajtókiválasztás* Task File regisztereket.
2. A gazdagép a *parancsregiszterbe* írja a csomagparancs kódját (0A0H).
3. A meghajtó válaszul a BSY bitet felemeli, és felkészül a csomag fogadására.



4. Ha a meghajtó képes a csomag fogadására, a CoD bitet beírja, az IO bitet pedig törli a *megszakítási ok* regiszterben, majd törli a BSY, és beírja a DRQ bitet az *állapotregiszter*ben. Néhány meghajtó megszakítást kér (INTRQ) ilyenkor.
5. A DRQ bitet érzékelve a gazdagép 12 bájtos csomagot küld az *adatregiszter*be.
6. A meghajtó a 12. bájt vétele után törli a DRQ bitet, beírja a BSY bitet, beolvassa a *tulajdonságok és bájtszámláló* regiszterek tartalmát, és előkészül a válaszadatok átvitelére.
7. Ha az adatok rendelkezésre állnak, a meghajtó beírja a *cylinder felső* és *alsó* regiszterekbe a beküldendő bájtok számát, az IO bitet beírja, a CoD bitet pedig törli a *megszakítási ok* regiszterben. Törli a BSY bitet és beírja a DRQ bitet az *állapotregiszter*ben, majd megszakítást kér (INTRQ).
8. Az INTRQ érzékelésekor a gazdagép beolvassa az *állapotregisztert*, és elemzi a DRQ bitet a parancs további folytatásához. Ha a DRQ = 0, a meghajtó megszakította a parancs végrehajtását. Ha a DRQ bit magas szintű, az adatcsomag az *adatregiszteren* keresztül beolvasható. A meghajtó az *állapotregiszter* beolvasása után törli megszakítási igényét.
9. A meghajtó törli a DRQ bitet. Ha további adatátvitel szükséges, a BSY bit beírása után a folyamat a 7. ponttól megismétlődik.
10. Ha a meghajtó kész végállapota beküldésére, beírja a CoD, IO és DRDY biteket, törli a BSY és DRQ biteket, majd megszakítást kér.
11. A gazdagép beolvassa az *állapotregisztert*, és szükség esetén a *hiba-regisztert*.

Az adatkiviteli csomagparancs átviteli folyamata nagyon hasonlít az előzőkben leírtakhoz. A következő pontban van csak eltérés:

7. Ha a meghajtó képes az adatok fogadására, beírja a *cylinder felső* és *alsó* regiszterekbe a kiküldendő bájtok számát, és az IO és CoD bitet törli a *megszakítási ok* regiszterben. Törli a BSY bitet és beírja a DRQ bitet az *állapotregiszter*ben, majd megszakítást kér (INTRQ).

A CD-ROM meghajtó alapállapotba helyezésére két lehetőség is rendelkezésre áll. Az eszközvezérlés regiszter SRST bitjének beírásával szoftvertörlést hajthatunk végre. Az ATAPI eszköz erre felemeli BSY bitjét az állapotregiszterben, és bekapcsolási öntesztet végez. A teszt eredménye a hibaregiszterbe kerül, és a Task File többi regiszterébe ATAPI jelzés íródik (állapot = 0, megszakítási ok = 1, SAM TAG = 1, bájt számláló = EB14h, meghajtókiválasztás = 0). Az ATAPI jelzés az első ATAPI parancs vételéig marad a Task File-ban. Az alapállapotba helyezés a BSY bit törlésével fejeződik be.

A SRST szoftvertörlés hátránya, hogy a CD-ROM-mal közös kábelre felfűzött merevlemez is végrehajtja. A CD-ROM törlésére ezért a Soft Reset (lágyszörlés) ATAPI parancsot ajánlják helyette, mely szintén beírja a regiszterekbe az ATAPI jelzést.

### 3.4.3.2. ATA típusú parancsok

Ebben a részben azokat az ATA és ATAPI parancsokat soroljuk fel, melyeket az ATAPI eszköznek ismernie kell. Az összes parancs (kivéve az ATAPI Packet Command parancsot) az ATA átviteli protokollt használja. A parancsok növekvő kód szerint rendezettek. A 3-26. táblázat **kell** oszlopa azt jelenti, hogy az illető parancsot az ATAPI eszköz végrehajtja (igen), a végrehajtás nem kötelező (opcionális), illetve nem hajtja végre (nem).

3-26. táblázat. ATAPI eszközök általános parancskészlete

Parancs (angol)	Parancs (magyar)	Kell	Kód
NOP	Üresjárás	i	00h
ATAPI Soft Reset	ATAPI lágyszörlés	i	08h
Recalibrate	Újraállítás	n	1xh
Read sector(s) (w/retry)	Szektorolvasás (ismétléssel)	n	20h
Read sector(s) (wo/retry)	Szektorolvasás (ismétlés nélkül)	n	21h
Read long (w/retry)	Hosszú olvasás (ismétléssel)	n	22h
Read long (wo/retry)	Hosszú olvasás (ismétlés nélkül)	n	23h
Write sector(s) (w/retry)	Szektorírás (ismétléssel)	n	30h
Write sector(s) (wo/retry)	Szektorírás (ismétlés nélkül)	n	31h
Write long (w/retry)	Hosszú írás (ismétléssel)	n	32h

3-26. táblázat. (Folytatás)

Parancs (angol)	Parancs (magyar)	Kell	Kód
Write long (wo/retry)	Hosszú írás (ismétlés nélkül)	n	33h
Write verify	Szektoellenőrzés	n	3Ch
Read verify sector(s) (w/retry)	Szektorolvasás/ellenőrzés (ismétléssel)	n	40h
Read verify sector(s) (wo/retry)	Szektorolvasás/ellenőrzés (ismétlés nélkül)	n	41h
Format track	Sávformázás	n	50h
Seek	Keresés	n	7x
Execute drive diags	Meghajtó diagnosztizálás	i	90h
Initialize drive parms	Meghajtó paraméterek inicializálása	n	91h
ATAPI Pkt. Command	ATAPI csomagparancs	i	A0h
ATAPI Identify Device	ATAPI eszközazonosítás	i	A1h
Service	Kiszolgálás	o	A2h
Read multiple	Többszörös olvasás	n	C4h
Write multiple	Többszörös írás	n	C5h
Set multiple mode	Többszörös mód beállítása	n	C6h
Read DMA (w/retry)	DMA olvasás (ismétléssel)	n	C8h
Read DMA (wo/retry)	DMA olvasás (ismétlés nélkül)	n	C9h
Write DMA (w/retry)	DMA írás (ismétléssel)	n	CAh
Write DMA (wo/retry)	DMA írás (ismétlés nélkül)	n	CBh
Acknowledge media change	Adathordozó csere nyugtázása	n	DBh
Boot – post-boot	Betöltés – betöltés után	n	DCh
Boot – pre-boot	Betöltés – betöltés előtt	n	DDh
Door lock	Ajtózárás	n	DEh
Door unlock	Ajtózárás feloldása	n	DFh
Standby immediate	Azonnali takarékküzem	i	E0h
Idle immediate	Tétlen, azonnal	i	E1h
Standby	Takarékküzem	o	E2h
Idle	Tétlen	o	E3h
Read buffer	Pufferolvasás	n	E4h
Check power mode	Tápmód ellenőrzés	i	E5h
Sleep	Alvó állapot	i	E6h
Write buffer	Pufferírás	n	E8h
Write same	Azonos írás	n	E9h
Identify drive	Meghajtó azonosítás	n	ECh
Media eject	Adathordozó kiadása	n	EDh
Set features	Tulajdonságok beállítása	i	EFh

kell = ATAPI parancs értelmezés: i = igen, n = nem, o = opcionális

3-27. táblázat. ATAPI azonosítás (Identify) információk (részlet)

Eltolás	Méret	Leírás
00H	szó	Általános konfiguráció (l. külön)
14H	10 szó	Gyári szám (nincs, ha az első szó = 0000H)
2EH	4 szó	Firmware revízió (nincs, ha az első szó = 0000H)
36H	20 szó	Modellszám (nincs, ha az első szó = 0000H)
92H	1 szó	ATAPI változatszám (egész rész)
94H	1 szó	ATAPI változatszám (tört rész)

A parancskészletben tulajdonképpen csak három új parancs van az ATA készlethez képest, ezek az A0h, A1h és A2h kódú parancsok. Az ATAPI csomagparancs (A0h) végrehajtásával a következő pontban foglalkozunk. A kiszolgálás parancs (A2h) átlapolt végrehajtásnál visszaállítja a Task File tartalmát, ezt nem részletezzük.

Az ATAPI eszköz azonosítás (A1h) paranccsal a gazda számítógép a meghajtó paramétereit kérdezheti le. A parancsra válaszul beküldött paramétertábla 512 bájt hosszú. A CD-ROM meghajtó csak a táblázat bizonyos paramétereit adja vissza. Ezekből a 3-27. táblázatban a fontosabb információkat foglaltuk össze.

Az általános konfiguráció bitenkénti értelmezése:

- 15–14. bit: protokolltípus (0x = ATA, 10 = ATAPI)
- 13. bit: fenntartott
- 12–8. bit: eszköztípus (05h = CD-ROM)
- 7. bit: cserélhető adathordozó
- 6–5. bit: a csomagparancs DRQ típusa
  - 00 = mikroprocesszor DRQ
  - 01 = megszakítás DRQ
  - 10 = gyorsított DRQ
- 4–2. bit: fenntartott
- 1–0. bit: csomagméret (00 = 12 bájt, 01 = 16 bájt)

Az eszköz azonosítás parancs már alkalmas a számítógépben lévő ATAPI CD-ROM típusának meghatározására, de az eszközre vonatkozó adatok tapasztalataim szerint nem elég részletesek. A meghajtó sokkal pontosabban azonosítható a *módérzékelés* ATAPI csomagparanccsal.



### 3.4.3.3. ATAPI csomagparancs

Az ATAPI csomagparancs az A0h kódú parancs kiadásával kezdődik, és a DRDY állapot bittől függetlenül indítható. A végrehajtás kezdete megegyezik az ATA parancsokéval. A Task File regisztereknek értéket kell adnunk (tulajdonságok, bájt számláló és meghajtó kiválasztás regiszterek), majd a parancsregiszterbe az A0h kódot kell írunk. Ha a meghajtó kész a csomag fogadására, 12 bájt hosszú csomagot kell az adatregiszteren keresztül a meghajtóhoz küldenünk. A csomag általános felépítése a 3-28. táblázatban látható.

3-28. táblázat. A csomag általános felépítése

Bájt	7	6	5	4	3	2	1	0	
0	Műveleti Kód								
1	Fenntartott				Fenntartott				
2-5	MSB	LBA, logika blokkcím (ha szükséges)					LSB		
6	Fenntartott								
7	MSB	Átviteli hossz vagy paraméterlista hossz,							
8	vagy lefoglalt hossz (ha szükséges)						LSB		
9 -11	Fenntartott								

A műveleti kód jelenti az ATAPI eszköz végrehajtandó parancsát. Elvileg 256 műveleti kód lehet, de az ATAPI eszközök ennek csak töredékét használják. A parancsok három kategóriába tartoznak: kötelező, opcionális vagy gyártó függő. A kötelező parancsokat minden ATAPI eszköznek végre kell hajtania. A CD-ROM által értelmezett parancsok listája a 3-29. táblázatban látható, kiemelve (kell = i) a kötelező parancsokat.

A parancskészletből hárommal foglalkozunk részletesen. A tudakozás (Inquiry) parancs részletes információt kér az ATAPI CD-ROM-

3-29. táblázat. ATAPI CD-ROM csomagparancs-készlet

Parancs (angol)	Parancs (magyar)	Kell	Kód
Test Unit Ready	Egység kész állapot teszt	i	00h
Request Sense	Igényérzékelés	i	03h
Inquiry	Tudakozás	i	12h
Start/Stop Unit	Egységindítás/megállítás	i	1Bh
Prevent/Allow Medium Removal	Adathordozó kivétel tiltás/enged.	I	1Eh
Read CD-ROM Capacity	CD-ROM kapacitás olvasása	i	25h
Read (10)	Olvasás	i	28h
Seek	Keresés	i	2Bh
Read Sub-Channel	Alcsatorna-olvasás	i	42h
Read TOC	TOC olvasás	i	43h
Read Header	Fejlécolvasás	i	44h
Play Audio	Audiólejátszás	o	45h
Play Audio MSF	Audióolvasás (perc, másodperc,keret)	o	47h
Pause/Resume	Lejátszás megállítás/folytatás	o	4Bh
Stop Play/Scan	Lejátszás/letapogatás stop	i	4Eh
Mode Select	Módbeállítás	i	55h
Mode Sense	Módérzékelés	i	5Ah
Load/Unload CD	CD-töltés/kidobás (csere)	o	A6h
Read (12)	Olvasás	i	A8h
Read CD MSF	CD-olvasás (perc, másodperc,keret)	i	B9h
Scan	Letapogatás	o	BAh
Set CD Speed	CD-sebesség beállítása	o	BBh
Play CD	CD-lejátszás	o	BCh
Mechanism Status	Mechanika állapot	i	BDh
Read CD	CD-olvasás	i	BEh

kell= CD-ROM meghajtó parancs értelmezés: i=igen, o= opcionális

meghajtóról. A módérzékelés (Mode Sense) paranccsal a CD-ROM meghajtóban tárolt információs lapok bármelyikét lekérhetjük. Az igényérzékelés (Request Sense) parancsot hiba észlelésekor célszerű használni, mivel a hibáról pontosabb információt ad vissza, és egyúttal törli is a hiba állapotot. A három parancshoz küldendő csomag felépítése az 3-30. táblázatban közösen található meg.

3-30. táblázat. Csomagparancspéldák

Bájt	Inquiry	Mode Sense	Request Sense
0	Műveleti kód (12h)	Műveleti kód (5Ah)	Műveleti kód (03h)
1	Fenntartott	Fenntartott	Fenntartott
2	Fenntartott	7-6: PC, 5-0: lapkód	Fenntartott
3	Fenntartott	Fenntartott	Fenntartott
4	Lefoglalt hossz	Fenntartott	Lefoglalt hossz
5-6	Fenntartott	Fenntartott	Fenntartott
7	Fenntartott	Lefoglalt hossz (H)	Fenntartott
8	Fenntartott	Lefoglalt hossz (L)	Fenntartott
9-11	Fenntartott	Fenntartott	Fenntartott

### Tudakozás (Inquiry) parancs

A tudakozás parancs információt kér az ATAPI CD-ROM-meghajtóról. A parancsot akkor is végrehajtja a meghajtó, ha egyéb parancsokra nem kész. A szabványos válasz adat 36 bájtból áll, melyet gyártótól függő további adatok követhetnek. A szabványos adatszerkezetet a 3-31. táblázat mutatja.

3-31. táblázat. INQUIRY parancs adatformátum

Bájt	Bitek
0	7-5: fenntartott, 4-0: eszköz típus (05 = CD-ROM)
1	7: 1 (cserélhető adathordozó), 6-0: fenntartott
2	7-6: ISO változat, 5-4: ECMA változat, 2-0: ANSI változat
3	7-4: ATAPI változat, 3-0: igényelt adatformátum
4	A táblázatban ezután lévő bájtok száma
5-7	Fenntartott
8-15	Gyártóazonosító
16-31	Termékazonosító
32-35	Termékrevízió szint
36-55	Gyártótól függő adatok
56-95	Fenntartott

Ha a CD-ROM-meghajtó a 2.6 változatú ATAPI előírásoknak megfelel, az ATAPI változat kódja 02h, az igényelt adatformátum mező tartalma pedig 01H. Az azonosító adatok ASCII karakterekből állnak (20h és 7Eh kódok), és a mezők szóközzel vannak feltöltve. A gyártó-azonosító (pl. TOSHIBA) 8 karakteres, a termékazonosító (pl. XM-5702B) 16 karakter hosszú lehet.

### *Módérzékelés (Mode Sense) parancs*

A módérzékelés és módbeállítás parancspár az ATAPI CD-ROM-meghajtó és adathordozó paramétereinek beállítására, illetve lekérdezésére szolgál. A módbeállítás előtt a gazdaszámítógépnek módérzékelés parancsot kell végrehajtania a támogatott oldalak, oldalhosszak és egyéb paraméterek megállapításához. A módérzékelés paranccsal kiküldendő csomag felépítése a 3-30. táblázatban látható. A csomagban látható PC és lapkód mező jelentése a következő:

- PC:     00 = aktuális értékek  
          01 = változtatható értékek  
          10 = alapértelmezett értékek  
          11 = mentett értékek
- lapkód: 01h = olvasási hiba helyreállítása oldal  
          0Dh = CD-ROM oldal  
          0Eh = CD-ROM audióvezérlés oldal  
          2Ah = CD-ROM tulajdonságok oldal  
          3Fh = minden oldal visszaadása

A módérzékelés paranccsal küldött csomagban tehát meghatározhatjuk a kért oldal kódját. A parancsra válaszul küldött adatfolyamban először egy 8 bájt hosszú mód paraméter fejlécet küld vissza a meghajtó, majd a kért oldalakhoz tartozó adatblokkok következnek. A fejléc első két bájtja a módadatok hosszát, a harmadik bájt az adathordozó típuskódját tartalmazza, a többi paramétert későbbi célokra tartják fenn. Az adatblokk felépítése a kért oldaltól függ. Ha a CD-ROM tulajdonságainak oldalkódját (2AH) adjuk meg, a válaszul küldött adatblokk a 3-32. táblázatban látható formát követi.



3-32. táblázat. A módérzékelés/CD-ROM tulajdonságok adatformátum

Bájt	7	6	5	4	3	2	1	0
0	PS	Fenn- tartott	Lapkód (2Ah)					
1	Lap- (18 bájt) hossz							
2	Fenn- tartott					Meth2	CD-ER	CD-RR
3	Fenn- tartott						CD-EW	CD-RW
4	Fenn- tartott	MS	M2F2	M2F1	DP2	DP1	komp.	audió
5	Fenn- tartott	UPC	ISRC	C2P	RW-D	RW-S	DAA	CD DA
6	Betöltő mechanizmus			Fenn- tartott	Kidobás	PJ	LS	zár
7	Fenntartott				SSS	SDP	SCM	SV
8-9	Maximális sebesség (kbájt/sec)							
10-11	Hangerőfokozatok száma							
12-13	Pufferméret (kbájt)							
14-15	Aktuális sebesség (kbájt/sec)							
16	Fenntartott							
17	Fenn- tartott		Hossz		LSBF	RCK	BCK	Fenn- tartott
18-19	Fenntartott							

- PS bit: a paraméterek menthető (nem felejtő memóriába)
- Meth2 bit: a meghajtó képes 2. címzési módot használó CD-R-lemez írására
- CD-ER-bit: a meghajtó képes CD-E-lemez olvasására
- CD-RR-bit: a meghajtó képes CD-R-lemez olvasására
- CD-EW bit: a meghajtó képes CD-E-lemez írására
- CD-RW bit: a meghajtó képes CD-R-lemez írására
- MS bit: a meghajtó képes többszekciós lemezek (Pl. Photo CD) olvasására
- M2F2 bit: a meghajtó képes 2. mód 2. formátumú szektorok olvasására
- M2F1 bit: a meghajtó képes 2. mód 1. formátumú szektorok olvasására
- DP2 bit: a meghajtó digitális kimenőjelet (IEC958) ad a 2. portra
- DP1 bit: a meghajtó digitális kimenőjelet (IEC958) ad az 1. portra
- Komp. bit: a meghajtó képes kompozit audió és video folyam előállítására
- Audió bit: a meghajtó képes audió lemez lejátszására
- UPC bit: a meghajtó képes UPC (általános gyártmánykód) visszaadására
- ISRC bit: a meghajtó képes ISRC (nemzetközi szabványos íráskód) visszaadására
- C2P bit: a meghajtó támogatja a C2 hibamutatót
- RW-D bit: az R-W alcsatorna adatok visszalapoltak és javítottak
- RW-S bit: az R-W alcsatorna adatok kombinált információt tartalmaznak
- DAA bit: a CD-DA-lemezek adatainak kiesése után folytatható az olvasás
- CD DA bit: READ CD paranccsal olvashatók a CD-DA-lemezek
- Betöltő mechanizmus: az adagoló rendszer típusa (pl. 000 = kazetta)
- Kidobás: a meghajtó képes a lemez kiadására (Start/Stop Unit parancs)
- PJ bit: adathordozó kivétel átkötés (0 = átkötés van)
- LS bit: az adathordozó kivétel jelenlegi állapota (0 = kivéhető)

- Zár bit: a PREVENT/ALLOW paranccsal váltható az adathordozó kivétele
- SSS bit: a LOAD/UNLOAD parancsot vezérli
- SDP bit: a cserélhető CD-meghajtó foglalataiban lévő lemezeket jelzi
- SCM bit: csatornánkénti némítás lehetséges
- SV bit: a hangerő csatornánként állítható
- Hosszbitek: a digitális kimeneti adat hossza (pl. 00 = 32 blokk)
- LSBF bit: a digitális kimeneten először az LSB bit jelenik meg
- RCK bit: a digitális kimeneten az LRCK jel magas szintje jelzi a bal csatornát
- BCKF bit: a digitális kimeneten az adatok a BCK jel lefutó élénél érvényesek

A sebességadatok bináris adatokra vonatkoznak, ezért a sebességarány figyelembevételénél 176,5 kbájt/sec sebességgel kell számolni az egyszeres sebességű meghajtót. A maximális átviteli sebesség elméleti érték, a meghajtótól a gazdaszámítógépbe jutó adatok ennél lassabban haladnak.

Nézzük például a Mitsumi FX162T4 16-szoros CD-ROM vezérlőtől lekért CD-ROM-tulajdonságok adatblokk hexadecimális tartalmát, és a mezők jelentését:

Fejléc: 00h 1Ah 70h 00h 00h 00h 00h 00H

00 1Ah : adathosszúság = 26 bájt (fejléc+adatblokk)

70H: ajtó bezárva, lemez nincs behelyezve

Adatblokk: 2A 12 05 00 71 61 29 03 0B 06 00 FF 00 80 0B 06 00 00

2AH: a paraméterek nem menthetők, lapkód = 2AH

12H: laphossz = 18 bájt

05H: 2. címzési mód, CD-E-lemezt nem olvassa, CD-R-lemezt igen

00H: CD-E és CD-R-lemezre nem tud írni

71H: MS, M2F2, M2F1, audió bit = 1, DP2, DP1, komp. bit = 0

61H: UPC, ISRC, CD DA bit = 1, C2P, RW-D, RW-S, DAA bit = 0

29H: 001B = tálcás adagolás, kidobás lehet, PJ, LS = 0, zár = 1

03H: 0011 SCM, SC bit = 1, SSS, SDP bit = 0

0B 06: maximális sebesség = 2822 (0B06H) kbájt/sec

00 FF: hangerőfokozatok száma = 256  
 00 80: puffer mérete = 128 kbájt  
 0B 06: aktuális sebesség = 2822 kbájt

### *Igényérzékelés (Request Sense) parancs*

Az igényérzékelés parancs az ATAPI CD-ROM meghajtót arra készíti, hogy a hibaérzékelés adatait továbbítsa a gazdaszámítógépnek. Az érzékelési adatok a keletkezett hiba okáról hordoznak információt, és akkor jönnek létre, ha az előzőleg keletkezett állapotban a hibabit magas szintű volt (CHECK). Az érzékelés adatai mindaddig megőrződnek a meghajtóban, míg igényérzékelés vagy más parancs nem érkezik a meghajtóhoz. Az igényérzékelés paranccsal kiküldendő csomag felépítése a 3-30. táblázatban látható. A válaszul beküldött adatok hossza legalább 18 bájt. A szabványos válasz mezőinek értelmezését a 3-33. táblázat mutatja meg.

3-33. táblázat. REQUEST SENSE parancs adatformátum

Bájt	Bitek
0	7: érvényes, 6-0: hibakód (70h vagy 71h)
1	Fenntartott
2	7-6: fenntartott, 5: ILI, 4: fenntartott, 3-0: érzékelés kulcs
3-6	Információ
7	A táblázatban ezután lévő bájtok száma
8-11	Parancsfüggő információ
12	Kiegészítő érzékeléskulcs (ASC)
13	Kiegészítő érzékeléskulcs minősítő (ASCQ, opcionális)
14	Cserélhető egység kódmező (opcionális)
15-17	Érzékelés kulcsfüggő-tartalom (opcionális)

- Érvényes bit: magas szintje a táblázat adatainak érvényességét jelzi
- ILI bit: hibás hossz jelző, a lefoglalt hossz nem felel meg az adathordozón lévő adat logikai blokk hosszúságának.



- Érzékeléskulcs, ASC és ASCQ bitek: hierarchikus információt alkotnak. Az érzékeléskulcs hibakategóriát határoz meg, az ASC és ASCQ a hibára vonatkozó egyre pontosabb kódolt információt adnak.

Az érzékeléskulcs alapkategóriáit a 3-34. táblázatban foglaltuk össze.

3-34. táblázat. Az érzékeléskulcs kategóriái

Kulcs	Jelentés
0H	Nincs érzékelés (sikeres parancs)
1H	Helyreállított hibák
2H	Nem üzemkész
3H	Adathordozó hiba
4H	Hardverhiba
5H	Illegális paraméter igény a csomagban
6H	Egység, figyelem! (adathordozó csere szükséges vagy reset volt)
7H	Védett adatok
8-AH	Fenntartott
BH	Megszakított parancs (pl. túlfutás)
EH	A forrásadatok nem egyeznek a lemezről olvasottakkal

### 3.4.4. Program példák

Az alábbi mintaprogramok assembly nyelven íródtak és többnyire egymásra épülnek. A programok MASM 4.0 változatban készültek, a programok írásakor az alábbi programozási környezetet feltételezzük:

```

PROG      SEGMENT
ASSUME   CS:PROG, DS:DATA
START:   mov  AX, DATA
          mov  DS, AX
          mov  ES, AX          ; a DS és ES szegmens a
                               DATA-ra mutat
; ide jönnek a mintaprogramok
          mov  AX, 4C00h      ; szabályos kilépés a
                               DOS-ba

```

```

                int  21h
PROG           ENDS
DATA          SEGMENT
COMMAND DB    8 DUP (0)
BUFFER  DB   4096 DUP (0)
DATA          ENDS
STACK        SEGMENT STACK
                DW   64 DUP (?)
STACK        ENDS
END START

```

Ha az Olvasó jártasabb a C++ nyelvben, az alábbi mintapéldák (és még néhány egyéb is) C nyelvű változatát a <http://www.he.net/~marcj/cdrom.html> (CD-ROM Programming FAQ) Internet címről letöltheti.

#### 3.4.4.1 Az MSCDEX lekérdezése

- *Az MSCDEX telepítés ellenőrzése*

```

mov  AX, 0DADAh
push AX
mov  AX, 1100h
int  2Fh
pop  BX
cmp  BX, 0ADADh
jne  nincs_telepitve
cmp  AL, 0FFh
jne  nincs_telepitve
itt:                                     ; az MSCDEX telepítve van

```

- *Az MSCDEX változat lekérdezése*

```

mov  ax, 150Ch
int  2Fh

```

Visszatéréskor a BH tartalmazza az MSCDEX változat egész részét, a BL a törtet. 2.0 előtti változatnál a BX értéke 0.

### 3.4.4.2. CD-ROM lekérdezése

- *Hány CD-ROM meghajtó létezik?*

```
mov AX, 1500h
mov BX, 0
int 2Fh
```

Visszatéréskor a BX tartalmazza a CD-ROM-meghajtók számát, a CL regiszter pedig az első meghajtó nevét (0=A:, 1=B:, 2=C:, 3=D: stb.).

- *Melyek a CD-ROM-meghajtók?*

1. módszer: a CD-ROM lista lekérdezése:

```
mov AX, 150Dh
mov BX, OFFSET puffer ;pontosabban az ES:BX
                           címez
int 2Fh
```

A pufferben legalább annyi hely kell, ahány CD-ROM létezik. Visszatéréskor a pufferben megtaláljuk a CD-ROM-meghajtók nevét (0=A:, 1=B: stb.)

2. módszer: CD-ROM a kért meghajtó?

```
mov AX, 150Bh
mov CX, 4 ;az E: meghajtót kérdezzük
                           meg most
int 2Fh
or AX, AX
jz nem_cd
cmp BX, 0ADADh
jne nem_cd
itt: ;a meghajtó CD-ROM
```

- *A CD-ROM eszközmeghajtó nevének lekérdezése*

Tudnunk kell előtte, hány CD-ROM meghajtó van a rendszerben, mert a puffer változóban mindegyikhez 5 bájttal helyet kell lefoglalni.

```
mov AX, 1501h
mov BX, OFFSET puffer ;pontosabban az ES:BX címez
int 2Fh
```

Visszatéréskor a feltöltött pufferben minden meghajtóhoz az első bájttal jelenti az alegységek számát, melyet az eszközmeghajtó 4 bájtos címe követ. Ha megkeressük az eszközmeghajtót a memóriában, a meghajtó neve a 0Ah eltoláson kezdődik és 8 karakter hosszú (szükség esetén szóközzel feltöltve).

### 3.4.4.3. Meghajtó interfész

- *Hogyan lehet kihúzni a CD-ROM lemezadagolóját?*

Nem minden CD-ROM rendelkezik lemezadagolóval, de a kihúzás (kinyitás) általában végrehajtható. Az ajtó kinyitásához (open) ismerünk kell az eszközmeghajtó nevét. Nyissuk meg az eszközmeghajtót írásra/olvasásra nevével (DOS INT 21h/3Dh funkció), és őrizzük meg a visszakapott handle számot. Az ajtó kinyitásához használt IOCTL funkció egy bájtos adatváltozót igényel, ebbe kell az ajtónyitás parancsot (00h kód) beírunk.

```

mov    BX, handle
mov    command, 0
mov    dx, offset command
mov    cx, 1                ;1 bájtt munkaterület kell
mov    AX, 4403h
int    2Fh
jc     hiba
cmp    AX, 01h
jne    hiba

itt:           ;az ajtó kinyílik

```

- *Hogyan lehet betolni a CD-ROM lemezadagolóját?*

Nem minden CD-ROM rendelkezik lemezadagolóval, ezért a betolás művelete nincs mindig értelmezve. Az ajtó kihúzás és betolás (close) között csak a parancskódban van különbség. A becsukás kódja 05h.

```

mov    BX, handle
mov    command, 5
mov    dx, offset command
mov    cx, 1                ;1 bájtt munkaterület kell
mov    AX, 4403h

```



```

        int     2Fh
        jc      hiba
        cmp     AX, 01h
        jne     hiba
itt:                                     ;az ajtó becsukódik

```

- *Hogyan lehet bezárni a CD-ROM ajtaját?*

Az ajtó zárásához (lock) ismernünk kell az eszközmeghajtó nevét. Nyissuk meg az eszközmeghajtót írásra/olvasásra nevével (DOS INT 21h/3Dh funkció), és őrizzük meg a visszakapott handle számot. Az ajtó zárásához használt IOCTL funkció kétbájtos adatváltozót igényel, ebbe kell az ajtó műveletet (01h) és zárás parancsot (01h kód) beírunk. A zárás után a meghajtót alapállapotba kell helyeznünk (reset), mielőtt hozzáfordulunk.

```

        mov     BX, handle
        mov     command, 01h
        mov     command+1, 01h
        mov     dx, offset command
        mov     cx, 2                ;2 bájtkategória kell
        mov     AX, 4403h
        int     2Fh
        jc      hiba
        cmp     AX, 02h
        jne     hiba
itt:                                     ;az ajtózár engedélyezett

```

- *Hogyan lehet feloldani a CD-ROM-ajtózárát?*

Az ajtózárás és ennek feloldása (unlock) között csak a parancskódban van különbség. A feloldás kódja 00h. A feloldás után a meghajtót alapállapotba kell helyeznünk (reset) mielőtt hozzáfordulunk.

```

        mov     BX, handle
        mov     command, 01h
        mov     command+1, 00h
        mov     dx, offset command
        mov     cx, 2                ;2 bájtkategória kell
        mov     AX, 4403h

```

```

        int    2Fh
        jc     hiba
        cmp   AX, 02h
        jne   hiba
itt:                                     ;az ajtózár feloldott

```

- *Hogyan lehet alapállapotba tenni a CD-ROM-meghajtót?*

Az alapállapotba helyezéshez (reset) ismernünk kell az eszközmeghajtó nevét. Nyissuk meg az eszközmeghajtót írásra/olvasásra nevével (DOS INT 21h/3Dh funkció), és őrizzük meg a visszakapott handle számot. A használt IOCTL funkció egybájtos adatváltozót igényel, ebbe kell a reset kódját (02h) beírnunk.

```

        mov   BX, handle
        mov   command, 02h
        mov   dx, offset command
        mov   cx, 1                ;1 bájtnyi munkaterület kell
        mov   AX, 4403h
        int   2Fh
        jc    hiba
        cmp   AX, 01h
        jne   hiba
itt:                                     ;a meghajtó törlődik

```

- *Hogyan lehet a CD-ROM-meghajtó állapotát lekérdezni?*

Az állapot lekérdezéséhez ismernünk kell az eszközmeghajtó nevét. Nyissuk meg az eszközmeghajtót írásra/olvasásra nevével (DOS INT 21h/3Dh funkció), és őrizzük meg a visszakapott handle számot. A használt IOCTL funkció ötbájtos adatváltozót igényel, ebbe kell az állapotlekérdezés kódját (06h) beírnunk.

```

        mov   BX, handle
        mov   command, 06h
        mov   dx, offset command
        mov   cx, 5                ;5 bájtnyi munkaterület kell
        mov   AX, 4402h
        int   2Fh
        jc    hiba

```

```

        cmp     AX, 05h
        jne     hiba
itt:                                     ;állapot a COMMAND+1 címen
        A visszakapott állapot értelmezése a 3-22. táblázatban látható.

```

#### 3.4.4.4. Lemezkapacitás

- *Hány bájt van egy szektorban?*

A szektorméret meghatározásához ismernünk kell az eszközmeghajtó nevét. Nyissuk meg az eszközmeghajtót írásra/olvasásra nevével (DOS INT 21h/3Dh funkció), és őrizzük meg a visszakapott handle számot. A használt IOCTL funkció négybájtos adatváltozót igényel, ebbe kell a lekérdezés kódját (07h) beírunk.

```

        mov     BX, handle
        mov     command, 07h
        mov     dx, offset command
        mov     cx, 4           ;4 bájt munkaterület kell
        mov     AX, 4402h
        int     2Fh
        jc      hiba
        cmp     AX, 04h
        jne     hiba
itt:                                     ;adatok a COMMAND+1 címen
; COMMAND+1 = olvasási mód (0 = ASCII, 1 = bináris)
;COMMAND+2 = szektorméret bájtban (szó méretű)

```

- *Hány szektor van a lemezen?*

A szektorok számának meghatározásához ismernünk kell az eszközmeghajtó nevét. Nyissuk meg az eszközmeghajtót írásra/olvasásra nevével (DOS INT 21h/3Dh funkció), és őrizzük meg a visszakapott handle számot. A használt IOCTL funkció ötbájtos adatváltozót igényel, ebbe kell a lekérdezés kódját (08h) beírunk.

```

        mov     BX, handle
        mov     command, 08h
        mov     dx, offset command
        mov     cx, 5           ;5 bájt munkaterület kell

```

```

mov    AX, 4402h
int    2Fh
jc     hiba
cmp    AX, 05h
jne    hiba

itt:                                     ;adatok a COMMAND+1 címen
;COMMAND+1 = szektorok száma (duplaszó méretű)

```

- *Mennyi a lemez kapacitása?*

Az előző két kérdésre kapott számot kell csak összeszoroznunk a kapacitás kiszámításához. Ha az eredményt kbájt egységben akarjuk megkapni, elég csak a szektorok számát kettővel osztani (egyet jobbra léptetni), ha a szektorméret 2 Kbájt.

### 3.4.4.5. Lemez tartalomjegyzék-táblái

- *Hogyan tudom meg a jogvédelmi, absztrakt, bibliográf állománynevet?*

Szükség van egy 38 bájt méretű pufferre az alábbi rutin futása során:

```

mov    BX, offset puffer ;pontosabban az ES:BX
                                címez
mov    CX, 4                ;az E: meghajtót
                                kérdezzük meg most
mov    AX, 1502h           ;jogvédelmi állománynév
; mov  AX, 1503h           ;absztrakt állománynév
; mov  AX, 1504h           ;bibliográf állománynév
int    2Fh
jc     hiba

itt:                                     ;állománynév a PUFFER
                                címen

```

Az állomány nevét 00h bájt zárja le. Az állománynév lekérése után a meghajtót alapállapotba kell helyezni (reset) mielőtt hozzáfordulunk.

- *Hogyan tudom meg a kötetleíró tartalmát (VTOC)?*

Szükség van egy 2048 bájt méretű pufferre az alábbi rutin futása során:

```

    mov  BX, offset puffer ;pontosabban az ES:BX
                                címez
    mov  CX, 4                ;az E: meghajtót
                                kérdezzük meg most
    mov  DX, 0                ;az elsô kötetleíró
    mov  AX, 1505h
    int  2Fh
    jc   hiba
itt:                                     ;állománynév a PUFFER
                                címen

```

Visszatéréskor az AX a leíró típusát tartalmazza (0001h = szabványos kötetleíró, 00FFh = kötetleíró lezárás).

### 3.4.4.6. Audió

- *Hány sáv van a CD-n?*

A sávok számának meghatározásához ismernünk kell az eszközmeghajtó nevét. Nyissuk meg az eszközmeghajtót írásra/olvasásra nevével (DOS INT 21h/3Dh funkció), és őrizzük meg a visszakapott handle számot. A használt IOCTL-funkció hétbájtos adatváltozót igényel, ebbe kell a lekérdezés kódját (0Ah) beírunk.

```

    mov  BX, handle
    mov  command, 0Ah
    mov  DX, offset command
    mov  CX, 7                ;7 bájt munkaterület kell
    mov  AX, 4402h
    int  2Fh
    jc   hiba
    cmp  AX, 07h
    jne  hiba
itt:                                     ;adatok a COMMAND+1 címen
;COMMAND+1 = elsô sáv száma (bájt méret)
;COMMAND+2 = utolsó sáv száma (bájt méret)

```



;COMMAND+3 = a kivezetés kezdőcíme Vörös Könyv formában (duplaszó)

- *Mi a Red Book és HSG (High Sierra Group) formátum?*

Mindkét módszer a keret kódolására szolgál. A hangkeret 1/75 másodperc hosszú hangot jelent. A HSG a keretinformációt duplaszóba kódolja:  $4500 \times \text{perc} + 75 \times \text{másodperc} + \text{keret} - 150$ . A Vörös Könyv szerint a lemez egy adott keretének (szektorának) címe:

Eltolás	Tartalom
0	Keret száma (0–74)
1	Másodperc (0–59)
2	Perc (0–59)
3	Nem használt

- *Hogy tudom meghatározni, hol kezdődik egy sáv?*

A sáv kezdetének meghatározásához ismernünk kell az eszközmeghajtó nevét. Nyissuk meg az eszközmeghajtót írásra/olvasásra nevével (DOS INT 21h/3Dh funkció), és őrizzük meg a visszakapott handle számot. A használt IOCTL funkció nyolcbájtos adatváltozót igényel, ebbe kell a lekérdezés kódját (0Bh), a következőbe a keresett sáv számát beírunk.

```

mov  BX, handle
mov  command, 0Bh
mov  command+1, 1      ;az első sávot keressük
mov  DX, offset command
mov  CX, 8             ;8 bájtt munkaterület kell
mov  AX, 4402h
int  2Fh
jc   hiba
cmp  AX, 08h
jne  hiba

```

```

itt:                                ;adatok a COMMAND+2 címen
;COMMAND+2 = a sáv kezdőcíme Red Book formában
;COMMAND+6 = sáv jellemzők (szó méret)

```



- *Hogyan állítható meg audió CD-lejátszás?*

A megállításhoz 2.10 vagy nagyobb MSCDEX változat szükséges. A CD lejátszásához ismernünk kell az alegység számát. Az INT 2Fh megszakítás hívása előtt fel kell töltenünk egy 13 bájtos puffer megadott rekeszeit a 3-19. táblázat 85h parancskódjánál leírt módon.

```

mov  puffer, 0Dh
mov  puffer+1, alegység_szám
mov  puffer+2, 85h
mov  BX, offset puffer ;pontosabban az ES:BX
                           címez
mov  CX, 4 ;az E: meghajtót kérdezzük
                           meg most

mov  AX, 1510h
int  2Fh

```

- *Hogyan folytatható az audió CD lejátszás?*

A folytatáshoz 2.10 vagy nagyobb MSCDEX változat szükséges. A CD lejátszásához ismernünk kell az alegység számát. Az INT 2Fh megszakítás hívása előtt fel kell töltenünk egy 13 bájtos puffer megadott rekeszeit a 3-19. táblázat 88h parancskódjánál leírt módon.

```

mov  puffer, 0Dh
mov  puffer+1, alegység_szám
mov  puffer+2, 88h
mov  BX, offset puffer ;pontosabban az ES:BX
                           címez
mov  CX, 4 ;az E: meghajtót kérdezzük
                           meg most

mov  AX, 1510h
int  2Fh

```

### 3.5. Telepítés

Több út közül is választhatunk, ha CD-ROM-meghajtóval akarjuk bővíteni számítógépes rendszerünket. A legtöbb felhasználónak már van IDE merevlemez a gépében, így a legkönnyebb, legolcsóbb utat

választhatja: vásárol egy IDE CD-meghajtót, és szolga (slave) meghajtóként köti a merevlemez mellé. Gyakori megoldás, hogy önálló CD-ROM-meghajtót vásárolnak az emberek IDE felülettel hangkártyához való csatolásra, vagy saját gyári meghajtóval. A harmadik út egy multimedia kit vásárlása, mely hangkártyából, hangszóróból, CD-ROM-meghajtóból és néhány CD-lemezből áll. Végül negyedik választási lehetőségként: a meglévő belső vagy külső SCSI vezérlő mellé érdemes SCSI felületű CD-ROM-meghajtót vennünk. Az adatátviteli igények magasabb szintű kielégítésére alkalmas a legdrágább megoldás, amikor SCSI vezérlőt és SCSI felületű CD-meghajtót is vásárolunk.

Ha a ráfordított idő és költségek szempontjából vizsgáljuk a CD-ROM-vásárlást, az IDE-meghajtó veri a mezőnyt. A meglévő merevlemez mellé telepítéskor nincs szükség kiegészítő hardverre, a CD-ROM tápellátásához esetleg vennünk kell egy Y elágazót. A beépítés és szoftvertelepítés együttes ideje ritkán haladja meg a 30 percet. Ha már két merevlemez van a gépünkben, szükség lehet IDE bővítőkártyára (néha a CD-ROM-mal együtt kapunk ilyet), de csak akkor, ha az alaplap nem képes négy IDE eszköz kezelésére. Az IDE CD-meghajtó olcsóbb, mint a gyári illesztővel vagy SCSI felülettel rendelkező.

A CD-meghajtók működéséhez különleges szoftverre van szükség, melyet vásárláskor hajlékonylemezen kell megkapnunk. A DOS/Windows környezetben történő telepítéshez két programot használunk. Az első program alacsony szintű eszközmeghajtó, a BIOS és CD-meghajtó kapcsolat tartását teszi lehetővé. Az SCSI-vezérlővel rendelkezők számára lehet, hogy ez a meghajtóprogram már rendelkezésre áll. Az eszközvezérlő program neve és paraméterei gyártótól függenek. A második program a DOS és Windows kiterjesztésére szolgál, és MSCDEX.EXE a neve. A telepítő lemezen általában találunk MSCDEX.EXE programot, de a 6.22 DOS változathoz tartozó is megfelel célunknak.

### *Telepítés meglévő IDE merevlemez mellé*

Az IDE CD-ROM ugyanolyan mester/szolga átkötéseket tartalmaz, mint a merevlemez. A CD-meghajtó eredeti beállítása Slave (szolga), ami a legtöbb esetben jó is. A CD-ROM-meghajtó számára a számító-

gép házában annyi hely kell, mint egy 5,25 hüvelykes hajlékonylemeznek. Ha a ház előlapján takaró lemezzel fedett helyet találunk, ide építjük be a meghajtót. Régi számítógépeken lehet, hogy nincs szabad hely. Gondoljuk végig, tényleg szükségünk van-e még az 1,2 Mbájt kapacitású lemez olvasóra.

Szereljük le a számítógépház fedelét. Vegyük ki a takaró lemezt, tegyük be a CD-meghajtót a házba, és négy csavarral rögzítsük. A csavarok nem tartozéka a CD-ROM-meghajtónak. Csatlakoztassunk a CD-ROM hátoldalán lévő tápfeszültség csatlakozóba egy szabad dugót (4 vezeték), az interfész csatlakozóba pedig IDE szalagkábel (40 láb). Ha az IDE kábelen csak két csatlakozó van, három csatlakozóval rendelkező új interfész kábelt kell vennünk. Az interfész kábel piros színnel jelölt vezetékének mind a vezérlő, mind a CD-csatlakozó 1. lábához kell kerülnie. Ha a számítógépben hangkártya is található, a CD-ROM hangkimenetét és a hangkártya bemenetét sztereó árnyékoló kábellel kössük össze. Erre azért van szükség, hogy hang CD lejátszásakor a hangkártya erősítőjét és hangszóróit használhassuk. Az összekötő kábel általában a CD-meghajtó tartozéka. Ha szerencsénk van, ezzel a hardver telepítést be is fejeztük. Az IDE felületű CD-ROM-meghajtó hátsó csatlakozóit a 3-11. ábra felső rajzán láthatjuk.

Előfordulhat, hogy a számítógép bekapcsolásakor nem indul a rendszer. Három oka lehet ennek: az interfész kábelt fordítva csatlakoztattuk, a CD-ROM mesterbekötésű, vagy a merevlemez átkötéseit módosítanunk kell. A merevlemezek egy részénél az egyedül lévő, vagy párban mesterként dolgozó merevlemez egyforma átkötésekkel működik. Vannak olyan merevlemezek, melyeknél szolga eszközt is használva még egy rövidzár dugót kell felhelyeznünk (Slave Present).

Telepítsük a szoftvereket. Ha a CD-ROM-mal kapott lemezen van telepítő program (SETUP vagy INSTALL), indítsuk azt el, és válaszoljunk a feltett kérdésekre. Ha csak eszközmeghajtó programot (\*\*\*.SYS) találunk a telepítőlemezen, a CONFIG.SYS szerkesztésével szúrjunk be az alábbihoz hasonló sort:

```
DEVICE=C:\DRV\CDROMDRV.SYS /D:MSCD000
```

Ha nincs telepítőlemezünk, a gyártó Internet-címéről tölthetünk le megfelelő programot. Könyvünk lemezmelléklete több típushoz is tar-



talmaz meghajtóprogramot. A CD-ROM használatához az AUTOEXEC.BAT tartalmát is módosítanunk kell DOS és Windows 3.x környezetben. A Microsoft CD bővítéseket az alábbi sor beszáradásával telepíthetjük a rendszerhez:

```
C:\DOS\MSCDEX.EXE /D:MSCD000
```

Az eszközmeghajtó és az MSCDEX.EXE programok paraméterezési lehetőségeire a fejezet végén visszatérünk.

### *IDE CD-ROM telepítése két merevlemez mellé*

Két eset lehetséges. Ha az alaplapon lévő IDE-vezérlő kétcsatornás, azaz négy eszköz vezérlésére képes, a CD-ROM-meghajtót állítsuk átkötéssel mester (Master) módba, és csatlakoztassuk a második IDE-aljzatba. Ehhez kell egy külön interfész kábelt vásárolnunk. Az alaplapra integrált IDE-vezérlő típusát a SETUP menüből négy merevlemez lehet beállítani (Primary/Secondary Master/Slave), vagy a Chipset Feature Setup (vagy hasonló nevű) menüből (IDE0 és IDE1 Mode) állapíthatjuk meg. A Setup menübe a gép bekapcsolásakor DEL-gombot nyomva juthatunk. Célszerű a CD-ROM-ot a második IDE-csatlakozóból meghajtani akkor is, ha csak egy merevlemez van gépünkben. Ilyenkor egy interfész kábellel több kell ugyan, de az egyes csatornák különböző átviteli módban dolgozhatnak, és jobban kihasználhatjuk merevlemezünk nagyobb sebességét.

A második esetben a CD-ROM-meghajtó számára külön IDE-vezérlőt kell beépítenünk. Néhány CD-ROM-gyártó (pl. Creative Labs) saját IDE-vezérlőkártyát ad meghajtóihoz, de vásárolhatunk másodlagos IDE-kártyát vagy IDE-bővítőt magunk is. Ha az új kártyán hajlékonylemez-vezérlő is van, átkötéssel tiltsuk le. Gond származhat abból, hogy az új IDE milyen portcímekeket és megszakítási szintet használjon. Intelligens telepítőprogrammal a kérdés magától oldódik meg. A szokásos bázis portcímekek: 170h, 1F0h, 1E8h, 168h, megszakítási szintek: INT 10h, 12h, 14h, 15h.

### *SCSI CD-ROM telepítése*

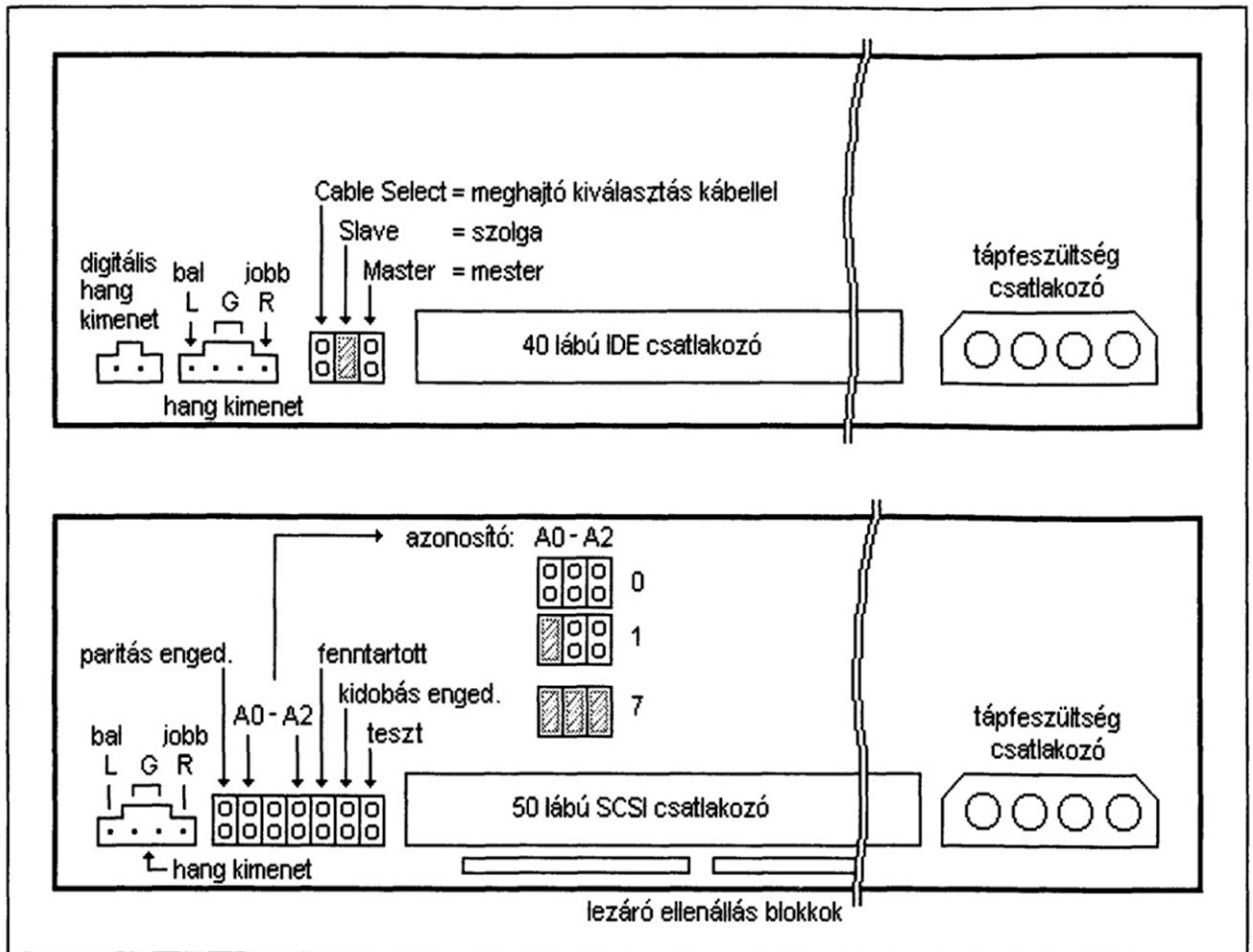
Sokan azok közül sem akarnak SCSI CD-ROM-ot venni, akinek pedig már van SCSI vezérlő a gépében, mert drágább az IDE CD-nél. Ha a rendszerünket először bővítjük SCSI eszközzel, vásárolnunk és telepítenünk kell egy SCSI-vezérlőt. A SCSI perifériakezelő szoftver a vezérlő tartozéka. Ez a program jelentkezik be a számítógép bekapcsolásakor a telepített eszközök listájával és a paraméterek változtatási lehetőségével. A legtöbb SCSI CD-ROM-ot tartozék nélkül árulják, sem kábelt, sem szoftvert nem adnak hozzá, a dokumentáció pedig nagyon szegényes. Lehet, hogy újra kell futtatnunk a SCSI-vezérlőhöz kapott telepítő programot, hogy használni tudjuk a CD-ROM-meghajtót. A CONFIG.SYS állományban a telepítés után az alábbi sorhoz hasonló bejegyzést kell látnunk:

```
C:\DRV\ASPICD.SYS /D:APSIDC
```

Az AUTOEXEC.BAT-állományt is egy új sorral kell bővítenünk az alábbihoz hasonló tartalommal:

```
C:\DOS\MSCDEX.EXE /D:ASPCICD
```

Az SCSI-vezérlőhöz hét SCSI-eszközt köthetünk párhuzamosan (belső vezérlő) vagy soros láncra felfűzve (külső vezérlő). Két fontos dolgot kell tudnunk a SCSI-sínről: mindkét végét le kell zárnunk ellenállásokkal, és minden eszközhöz saját azonosítót (ID) kell rendelnünk. A lezáró ellenállások lehetnek a kábel végére csatlakoztatott eszközben, vagy külső vezérlő esetén SCSI lezáró dobozban. Ha már van SCSI-eszközünk, a CD-ROM lezárását átkötéssel tiltsuk le, és az interfész kábelen a CD-ROM-meghajtót a vezérlő és a már meglévő eszköz közötti csatlakozóhoz kössük. Lehet, hogy ehhez a SCSI interfész kábelt át kell rendeznünk. Az eszközök egyéni azonosítója egy 0. és 6. közötti cím (a vezérlő kapja a 7. címet), melyet az eszközön lévő átkötésekkel állíthatunk be (l. 3-11. ábra). A rendszer töltése 0. vagy 1. című eszköztől történhet.



3-11. ábra. CD-ROM csatlakozások (példa)

### 3.5.1. Eszközmeghajtó program

A CD-ROM-meghajtóval kapott eszközmeghajtó programot a CONFIG.SYS állományba írt DEVICE vagy DEVICEHIGH paranccsal kell betölteni. Az eszközmeghajtó neve után legalább a /D:meghajtónév paraméternek szerepelnie kell. A program telepítése után ezen a néven hivatkozhat a rendszer a meghajtóprogramra.

*Szintaktika:*

DEVICE=[útvonal]eszközmeghajtó program /D:meghajtónév [/M:  
/P: /I: /V]

*Paraméterek:*

[útvonal]eszközmeghajtó program

A CD-ROM vásárlásakor kapott eszközmeghajtó program útvonala (logikai meghajtó, alkatalógus) és neve.

/D: meghajtónév

Az eszközmeghajtó neve. Szabadon választott, de egyezzen meg az AUTOEXEC.BAT állomány MSCDEX.EXE sorában megadott névvel.

/M: adatátviteli mód

Általában csak az S (programozott I/O mód) beállítása lehetséges.

/P: portcím

Az interfész bázis portcíme. Választható portcímek: 170h, 1F0h. Ügyeljünk arra, hogy ne ütközzön merevlemez meghajtóval.

/I: megszakítási szint

A CD-ROM által használt megszakítási szint meghatározása. Választható szintek: 9, 10, 11, 12, 14 és 15.

/I: n (csak Sony eszközmeghajtó programnál)

Az MSCDEX előírásokban megadott adathordozó csere parancshoz kapcsoló opció. A telepítőprogram n=0 értéket ad meg.

/V A telepítési információk kiírását kéri a képernyőre.

Telepítsük például a CONFIG.SYS állományba a következő sorral a Sony CDU55D CD-ROM eszközmeghajtó programját:

```
DEVICEHIGH /L:1, 23888 =C:\DEV\ATAPI_CD.SYS /D:MSCD000
/I:0
```

A telepítés után minden rendszer indításkor az alábbihoz hasonló üzenet íródik a képernyőre:

Sony ATAPI CDROM Device Driver, Version 2.14a

Copyright (c) Sony Corporation, 1995. All Rights Reserved

Egyedi CD-ROM-meghajtók (elsősorban gyári illesztővel telepített eszközök) használhatják a következő paramétereket is:

/S: x processzor sebessége (pl. 386-os PC 25 MHz felett = 3)

/T: drq DMA átvitel esetén DMA csatorna száma

/A: x hang lejátszás mód (0 = MSCDEX kompatibilis mód)

### 3.5.2. MSCDEX.EXE

A Microsoft DOS CD-ROM kiterjesztésére azért van szükség, mert az MS-DOS fejlesztését a CD-ROM PC-platformon történő megjelenése előtt fejezték be. Az MSCDEX-segédprogram lehetővé teszi, hogy az

ISO 9660 szabványnak megfelelő CD-ROM-ot a DOS saját kötetként kezelje (pl. D: meghajtóként).

Az MSCDEX.EXE-programot folyamatosan fejleszti a Microsoft. Az alábbiakban a 2.26 változathoz tartozó paraméterekkel ismerkedünk meg. Az MSCDEX 1.0 változata HSG lemezeket olvas, ISO 9660-at nem. A multimédia PC-hez legalább 2.2 változat kell. A Windows 95 alatt futó MSCDEX.EXE-program változatszám: 2.95.

Az MSCDEX.EXE-program az AUTOEXEC.BAT-állományból vagy parancs sorból hajtható végre. Nem kell futtatnunk az MSCDEX-parancsot, ha a Windows elindult. Ha az MSCDEX-program telepítése után *Incorrect DOS Version* hibaüzenetet kapunk, telepítsük a CONFIG.SYS-állományba a SETVER.EXE-programot is, mert az MSCDEX és DOS változatszám nem egyezik meg. Az MSCDEX.EXE DOS 6.0 előtti ne legyen!

#### *Szintaktika:*

MSCDEX /D:meghajtó1 [/D:meghajtó2driver2..] [/E /K /S /V /L:betű /M:szám]

#### *Paraméterek:*

/D:meghajtó1 [/D:meghajtó2.. ]

Az első CD-ROM-eszközmeghajtó nevét azonosítja. A névnek meg kell egyeznie a CONFIG.SYS-ben megadott /D paraméter nevével. Az MSCDEX parancsban legalább egy /D beállításnak kell lennie. Több lehet, ha a számítógépben több CD-ROM-meghajtó van telepítve.

/E

A CD-ROM-meghajtó kiterjesztett (expanded) memóriát használhat szektor pufferként, ha létezik EMS.

/K

A CD-ROM ismerje fel a Kanji (japán) kódolású kötetek is. Alapértelmezésben az MS-DOS nem ismeri fel a Kanji CD-ROM köteteket.

/S

Engedélyezi a CD-ROM-meghajtók megosztását MS-NET vagy Windows for Workgroups szerverekkel.



`/V`

Az MSCDEX indulásakor memória statisztikai adatokat ír a képernyőre.

`/L:betű`

Az első CD-ROM-meghajtóhoz rendelt logikai jelet határozza meg. Ha egynél több CD-ROM-meghajtó van a rendszerben, a többi meghajtó a soron következő betűt kapja.

`/M:szám`

A szektor pufferek számát határozza meg.

Telepítsük például az AUTOEXEC.BAT állományba a következő sorral a DOS 6.22 változat MSCDEX.EXE kiterjesztését:

```
@LH /L:1, 40352 C:\DOS\MSCDEX.EXE /D:MSCD000 /M:12 /V
```

A telepítés után minden rendszerindításkor az alábbihoz hasonló üzenet íródik a képernyőre.

```
MSCDEX Version 2.23
```

```
Copyright (C) Microsoft Corp. 1986-1993. All rights reserved.
```

```
Drive E: = Driver MSCD000 unit 0
80944 bájts free memory
0 bájts expanded memory
12948 bájts CODE
2112 bájts static DATA
25014 bájts dynamic DATA
40336 bájts used
```

Az MSCDEX-parancsban szintén szükséges a `/D:` meghajtónév paraméter, mely a CONFIG.SYS-ben használttal egyezik. Az eszközmeghajtó név szokás szerint MSCD000. A logikai meghajtó számát a DOS korlátozza. Ha emiatt nem lehet telepíteni a CD-ROM-meghajtót, a CONFIG.SYS-állományba írt LASTDRIVE-paranccsal a használható betűk tartományát meg kell növelni.

Egyszerű CD-ROM-telepítés:

CONFIG.SYS-állományban:

```
devicehigh=c:\drv\cdromdrv.sys /d:mscd000
```

AUTOEXEC.BAT-állományban:

```
c:\dos\mscdex /d:mscd000 /l:g
```

Az eszközmeghajtó hivatkozási neve mscd000, a DOS G: logikai meghajtóként látja a CD-ROM-meghajtót (l:g). Az eszközmeghajtó program a magas memóriába kerül (devicehigh).

Bonyolultabb meghajtótelepítés:

CONFIG.SYS-állományban:

```
device = c:\aspi\aspicd.sys /d:mscd000 /e
```

```
device = c:\cdrom\tslcmdr.sys /d:mscd001 /e
```

AUTOEXEC.BAT-állományban:

```
c:\dos\mscdex /d:mscd000 /d:mscd001 /l:j
```

A számítógépben két különböző gyártótól származó CD-ROM-meghajtó található. Az első eszközmeghajtó neve mscd000, a másodiké mscd001. DOS-ban az első meghajtót J:, a másodikat K: logikai néven érhetjük el. Az eszközmeghajtó program a kiterjesztett memóriába töltődik, ha van ilyen.

Ha használjuk a SMARTDrive lemezgyorsítót is, ügyeljünk arra, hogy az MSCDEX előzze meg az SMARTDRV-parancsot. A SMARTDrive jelentősen megnöveli a CD-ROM sebességét. Alapértelmezésben a SMARTDrive betöltéskor keresi az MSCDEX jelenlétét. Ha megtalálja, a CD-ROM-gyorsítást engedélyezi.

## 3.6. Hibakeresés, karbantartás

Alapvetően sem a CD-lejátszó, sem a lemez nem különösen érzékeny a környezeti hatásokra és a kezelésre, de célszerű néhány óvintézkedést betartanunk.

### *A CD-lejátszó kezelése*

- Tartsuk a lejátszót hűvös helyen. A lejátszóban viszonylag kevés hő termelődik, a külső hő elsősorban az optikai rendszernek árthat.
- Ne használjuk a lejátszót poros, erősen füstös helyen. A konyhai zsíros gőz is sok kárt okozhat. A dohányzásról nem kell leszoknunk, de a füstöt egyetlen mozgó mechanikát tartalmazó berendezésre sem célszerű közvetlenül fújni.

- A CD-ROM-meghajtó nem igényel különösebb karbantartást. Elegendő félévenként egyszer kifújni a lerakódott port a meghajtóból, és az optikai fejet megtisztítani. A fej tisztításához semleges tisztítószer (elsősorban tiszta izopropil alkoholt) használjunk. Vékony pálcikára csavarjunk fel kevés vattát (vagy vegyünk fültisztító pálcikákat), és alkoholba áztatva nagyon finom és óvatos mozdulatokkal tisztítsuk meg a kék színű optikai fejet. Lehet, hogy ehhez a művelethez nem is kell szétszedni a meghajtót.

### *A lemez kezelése*

A CD gyártásából következik, hogy a címke felőli oldalon vékonyabb réteg fedi a felírt lyukakat. Egy erősebb karcolás a lyukakig is lehatolhat. A lemez olvasása az ellenkező oldalról történik, porszem, újlenyomat vagy karcolás az olvasást gátolja. Óvjuk ezért a lemez mindkét oldalát a fizikai sérüléstől!

- A lemezt mindig a szélénél fogjuk meg, ne érintsük meg a közepét! Ha mégis a közepén kell hozzáérni, ezt csak a címkézett oldalon tegyük. Ha le kell tennünk a lemezt, mindig a címkézett felület legyen alul.
- A lemezre tapadt porszemek vagy ujjnyomok eltávolításához használjunk tiszta, száraz és lágy kendőt. A lemez alaposabb tisztításához szappan és víz ajánlott. Semmi esetre se használjunk benzint, hígítót vagy egyéb tisztítószer! A lemez felületének letörlését mindig sugár irányban (belülről kifelé) végezzük. A kör alakú törlés a lemezen apró karcolásokat okozva nehezebben javítható hibákat okoz, mint a sugár irányú.
- Ne írjunk a lemezre, és ne ragasszunk rá semmilyen cédulát! A lemez egyensúlyát még a legkisebb papír is felborítja, és ez különösen a nagy sebességű meghajtók olvasásánál problémát okozhat.
- Ne tároljuk a lemezeket szobahőmérséklet feletti hőfokon! Óvjuk a lemezt a tartós napsütéstől!
- Ne tágítsuk le a lemeztányér közepén lévő lyukat, és ne görbítsük meg a lemezt! A lemez könnyen eltörhet, ha görbítjük vagy ütés éri.
- A lemezt használat után tegyük vissza tokjába, és zárjuk el pormentes helyre.

- A sérült lemezt nem kell okvetlenül eldobnunk. Finom pasztával, bútorpolírozóval, fogkrémmel, esetleg gépkocsi-polírozó pasztával (olyan anyaggal, ami nem karcol) a kisebb sérülések javíthatók. A polírozást nagyon finom ruhával végezzük, és a lemezt alaposan mossuk le folyó vízben, ha kész vagyunk. Írható CD-t nem szabad políroznunk!

### *Indítási folyamat*

- Beteszünk egy lemezt az adagolóba, és becsukjuk az ajtót.
- Az ajtó becsukása után a lemez és a tengely motorcsonkja összekapcsolódik (pl. mágneses lappal).
- Az olvasófej elindul a lemez közepe felé, a pozicionálást kapcsoló vagy fényérzékelő állítja meg.
- Bekapcsolódik a lézerdióda, és a fókuszkereső rutin beállítja a fej távolságát a lemeztől a visszavert lézersugár alapján. A beállított távolságot ezután a fókuszt szervo tartja.
- Felpörög a tengelymotor 500 ford/perc sebességre, és az állandó kerületi sebességet a CLV (Constant Linear Velocity) szervo biztosítja az olvasott adatok alapján fáziszárt hurokkal (PLL).
- A sávkövető szervo az optikai fejet pontosan a sáv közepére állítja, és tartja ezt a pozíciót az olvasás során.
- A meghajtóelektronika megpróbálja beolvasni a memóriába a lemez tartalomjegyzék-tábláját (VTOC). A művelet sor néhány másodpercet vesz igénybe, és eközben a meghajtó foglalt állapotban van.

### *CD-ROM-javítás*

A CD-ROM javítása különösen nagy figyelmet igényel. Az optikai sávkövető rendszer nagyon finom szerkezet, igen pontosan állítják be gyárilag. Az optikai elemek bármelyikének javítása vagy cseréje azt eredményezheti, hogy a CD-ROM sávkövetése kiesik a beállításból, és a meghajtó nem tudja olvasni a lemezt. A CD-ROM javításához csak az fogjon hozzá, akinek finommechanikai és elektronikai ismeretei is vannak, a közügyességről nem is beszélve. Garanciális eszközhöz nem érdemes hozzányúlnunk!



Ha rászánjuk magunkat a javításra, biztosítsunk a munkához kellő nagyságú tiszta felületet és megfelelő szerszámokat (csavarhúzókészlet, csipesz, nagyító, lágy kendő, izopropil alkohol, fültisztító pálcá stb.). Szereljük ki a meghajtót a számítógépből, és bontsuk szét annyira, amennyire csak tudjuk. Célszerű a szerelési sorrendet felírni, és az alkatrészeket a szétszerelés sorrendjében egymás mellé rakni.

### *1. tünet: A meghajtó nehezen fogadja el vagy adja ki a lemezt.*

Ez a probléma a motoros adagolású meghajtókra jellemző. Mielőtt szétzedjük a meghajtót, ellenőrizzük a szerelvényt, nincs-e valami nyilvánvaló akadályozás. Ha ilyet nem találunk, bontsuk szét a meghajtót, és ellenőrizzünk minden mechanikus kapcsolatot és áttételt alaposan. Legyünk óvatosak az adagolórendszerrel, nem szabad semmit túlerőltetnünk.

Bontsuk meg a motoros fogaskerék-áttételt, és próbáljuk kézzel az adagolótálcát mozgatni. Ha ellenállást vagy akadályt érzünk, keressük meg az okát. Cseréljük ki minden elhasznált vagy sérült mechanikus szerelvényt, vagy az egész adagolórendszert. A fogaskerekék sérülése is akadályozza az adagolást. Cseréljük ki a hibás fogaskereket, ha találunk ilyet, vagy cseréljük ki az egész erőátviteli rendszert.

Ha mindezek ellenére sem működik a mechanika rendesen, lehet, hogy a motorban van a hiba. Mérjük meg a motor tápfeszültségét. Ha lemezbehúzás vagy -kiadás folyik, a motoron pozitív vagy negatív feszültséget kell mérnünk. Ha a feszültségek rendben vannak, cseréljük ki a hibás motort. Ha nincs tápfeszültség, a meghajtóelektronika a hibás. Keressük meg a hibás alkatrészt, vagy cseréljük ki a motormeghajtó nyomtatott áramkört.

### *2. tünet: Az olvasófej nem keres*

Az optikai fej feladata a CD-ROM-lemezen lévő lyukak és ép felületdarabok megkülönböztetése, és a spirálisan felírt adatok követése a teljes lemezfelületen. Az optikai fej nagyon lassan és simán mozog, hogy pontosan követhesse a felírást. A fej mozgatását léptető motor vagy



lineáris motor végzi, és az egész optikai szerelvény együtt mozog szemmel alig látható finomságú lépésekben. Kapcsoljuk ki a számítógépet, szereljük szét a CD-ROM-meghajtót, és ellenőrizzük a fejmozgató mechanizmust!

Ha a fej szerelvény szabadon mozog, mérjük feszültséget a lineáris motoron (ehhez áram alá kell helyoznünk a meghajtót). Ha nem kap feszültséget a motor, a szervovezérlő áramkör hibás. Cseréljük ki az egész nyomtatott áramköri lapot. Ha kap feszültséget a motor, a hibát a lineáris motorban kell keresnünk. A lineáris motor cseréjéhez a szerelvénylapig szét kell szednünk a meghajtót, ami nagy veszélyekkel jár. Valószínűleg sok munkát megtakarítunk magunknak, ha inkább veszünk egy új CD-ROM-meghajtót.

### 3. tünet: A lemez nem olvasható

Ez a hiba DOS-szinten *Sector not found* (a szektor nem található) vagy *Drive not ready* (a meghajtó nem üzemkész) üzenettel szokott jelentkezni. Mielőtt szerszámot veszünk a kezünkbe, nézzük meg, hogy a lemez helyesen van-e behelyezve, megfelelő formátumú és fizikailag tiszta-e. A lemez tisztasága nagyon fontos, mert a porszem vagy apró törmelék megnehezíti az olvasást és a sávkövetést is. Próbáljuk ki a meghajtót egy másik lemezzel is. Nemcsak a lemez tisztaságára kell ügyelnünk, hanem az olvasó fejére is. Ha piszkos az objektív lencse, fültisztító pálcikát tiszta izopropil alkoholba mártva tisztítsuk meg óvatosan. A pálcikát éppen csak nedvesítsük meg, ne csöpögjön belőle az alkohol.

Ha az olvasási probléma megmarad, ellenőrizzük az interfész kábeleket és a vezérlőkártyát. Ha az interfészen más eszközök is vannak, és azok megfelelően dolgoznak (pl. IDE vagy SCSI merevlemez), a vezérlőkártya hibátlan.

Döntsük el, hogy a hiba az optikai rendszerben vagy az elektronikában van-e. Ha rendelkezünk oszcilloszkóppal, mérjük meg az optikai fej kimenetén lévő analóg jeleket. Ha tiszta jelet látunk a lemez forgása közben, az optikai fej jó, és az elektronikát kell javítanunk vagy cserélnünk. Ellenkező esetben az optikai fej cseréjére van szükség, melynek nehézségi foka és alkatrész-beszerzési gondja miatt inkább egy új CD-ROM-meghajtó vásárlását ajánljuk.

#### 4. tünet: A lemez nem forog

Először ellenőrizzük a meghajtó telepítését, és a konfigurálás helyességét. Ha a meghajtó Busy (foglalt) lámpája kigyullad a meghajtóhoz fordulási kísérletre, valószínűleg a tengelymotor meghibásodott. A lámpa kigyulladásával egy időben DOS hibaüzenet is megjelenik a képernyőn. Ha a számítógép nem ismeri fel a CD-meghajtót (*Invalid drive specification*, érvénytelen meghajtó-előírások), beállítási vagy konfigurációs hibáról van szó.

Ha probléma van a tengelymotorral, először mérjük feszültséget. A motor induláskor viszonylag nagy feszültséget kap (kb. 2-3 V), a tápfeszültség 500 ford/perc sebességnél kb. 1 V, 200 ford/percnél 0,5 V körüli feszültségre esik vissza. Ha a motor kap áramot, de mégsem forog, ki kell cserélnünk. Ha nem kap feszültséget, a vezérlő integrált áramkör gyanúsítható, de jobban tesszük, ha a motorvezérlő nyomtatott áramköri lapot kicseréljük.

#### 5. tünet: Az optikai fej nem fókuszál

A korábbiakban szó volt róla, hogy a lézersugarat mikroszkopikus pontossággal kell fókuszálni a lemez felületére, hogy meg tudja különböztetni a lyukakat és ép felületeket. A fókuszálás dinamikusan dolgozik, mert a lemeztányér forgás közben nem tökéletes síkban fut. Ha a fókuszálás nem, vagy hibásan működik, a lézer érzékelő hibás jeleket állít elő, melyek hibaüzenetet váltanak ki. Az optikai fej 2 mm-en belüli fel-le mozgása jól látható, ha nem teszünk lemezt a meghajtóba.

A CD-ROM miniatűr mérete miatt nem is könnyű feladat annak megállapítása, hogy működik-e a fókusz szervó. Cseréljük ki először a lemezt egy másik (lehetőleg új) lemezre. Ha az új lemez jobban (vagy rosszabbul) olvasható, mint az eredeti, ez a fókuszrendszer hibáját jelenti. Ha nincs különbség a lemezek cseréjekor, a fókusz feltehetően jó, a hibát máshol kell keresnünk.

Mérjük meg oszcilloszkóppal, kap-e vezérlő jelet a fókusz lengőtekerce. Ha látunk jelet, az optikai fejszerelvény kicserélése szükséges. A fejszerelvény cseréjét csak tapasztalt szakembernek ajánljuk. Ha nincs mérhető jel, a vezérlőelektronika hibás.

### 6. tünet: Nem ad ki hangot a CD-ROM-meghajtó

A legtöbb CD-ROM-meghajtó képes a CD-DA-lemezek lejátszására, és fejhallgató aljzatra valamint vonali kimenetre hangjelet ad ki. A hiba keresését kezdjük a legkézenfekvőbb esetekkel: elromlott a fejhallgató vagy a CD-meghajtó hangerőszabályzója minimumra van állítva. A hang hiányát a lejátszáshoz használt szoftver (hangmeghajtó program) hibája is okozhatja (nincs vagy hibásan van telepítve). Ha a számítógépben van hangkártya, ellenőrizzük a CD-meghajtó vonali kimenetéről erősített jeleket külső hangszórón. Ha mindent rendben találtunk, a hiba a CD-meghajtó hangerővezérlésében vagy hangfokozatában van.

Mérjük meg oszcilloszkóppal a hangerőszabályzó bemeneti pontján lévő jelet. Ha a bemeneten van, de a kimeneten nincs jel, hibás a hangerő potenciométer. Ha van kimenőjel, akkor a végerősítő hibás. Ha már bemenő jel sincs, a nyomtatott áramkör egyéb alkatrésze ment tönkre. A hangfokozat többnyire külön nyomtatott áramkörre kerül, melynek szerelése és javítása a CD-meghajtó többi eleméhez képest egyszerűbb feladat.

## 3.7. CD-ROM-paraméterek – példa

3-35. táblázat. Négyzetes sebességű CD-ROM

Gyártó:	Lion Optics Corporation
Gyártmány, interfész:	XC-400EI, ATAPI
Lemeztípusok:	1. mód, CD-DA, CD-I, CD-ROM/XA, 12 és 8 cm
Átviteli sebesség:	665 kbájt/sec (négyzetes)
Burst átviteli sebesség:	2,7–11,1 Mbájt/sec, ATAPI mód függő
Elérési idő:	Átlagosan 210 msec
Adatpuffer:	256 kbájt
Optikai fej:	Félvezető lézer
Fejléptető motor:	Lineáris
Tengelymotor:	Szénkefe nélküli
Hibaarány:	Lágy: $<10^{-9}$ , kemény: $<10^{-12}$ , fejpozicionálás: $<10^{-6}$
Teljesítményigény:	15 W (+12 és +5V)
Súly:	1kg

3-35. táblázat. (Folytatás)

<b>Előlap</b>	Lejátszás, előre/hátra, kiadás gomb	Kézi lemezbetöltés
Bekapcsolt/foglalt jelzőlámpa	Fejhallgató aljzat	Hangerőszabályzó gomb
<b>Hátlap</b>	+12/+5 V PC csatlakozó	40 lábú IDE csatlakozó
ATAPI hangkimenet	Mester, szolga, kábel	

3-36. táblázat. Hibrid sebességű (kb. 12-szeres) CD-ROM

Gyártó:	Matsushita Kotobuki Electronics Co. (Panasonic)	
Lemeztípusok: Interfész:	12 és 8 cm, típus nincs megadva ATAPI	
	Fordulatszám	Átviteli sebesség
Normál Hibrid	200–530 ford/perc (CLV) 2600–4220 ford/perc (CLV és CAV)	150 kbájt/sec 1200–1944 kbájt/sec
Burst átviteli sebesség: Elérési idő: Adatpuffer: Optikai fej: Hibaaarány Teljesítményigény: Súly: Hangkimenet:  Digitális hangkimenet	8,3–13,3 Mbájt/sec, ATAPI mód függő Normál: 380, hibrid: 110, teljes sáv: 200 msec 128 kbájt Félvezető lézer 790 nm Lágy: $<10^{-9}$ , kemény: $<10^{-12}$ 15 W (+12 és +5V) 0,91kg 2 csatornás sztereó, vonali kimenet 20-20 kHz Jel/zaj viszony jobb, mint 85 dB Torzítás kisebb, mint 0,1% (1 kHz) IEC-958 szabványon alapul	
<b>Előlap</b>	Automatikus lemezbetöltés	Lemezkiadás gomb
Foglalt jelzőlámpa	Fejhallgató aljzat	Hangerőszabályzó gomb
<b>Hátlap</b>	+12/+5 V PC csatlakozó	40 lábú IDE csatlakozó
Digitális hangkimenet	ATAPI hang kimenet	Mester, szolga, kábeles



## 3.8. Kérdések és válaszok

*Lejátszható a CD-DA-lemez CD-ROM-olvasóban?*

A CD-ROM és CD-DA-adatformátum igen hasonló. A zenei CD-lemez CD-ROM-meghajtóban lejátszható, a CD-ROM-lemezt viszont nem tudja olvasni az audió CD-lejátszó. Tekintve, hogy a CD-ROM-meghajtó olcsóbb, mint a hang CD-lejátszó, költségkímélő megoldás volt a CD-ROM-meghajtóba beépíteni egy D/A-átalakítót, kimeneti szűrőt és erősítőt, hogy hang CD-lemezt tudjon lejátszani. A CD-ROM-meghajtó a Q alcsatorna információból automatikusan felismeri a betett lemez típusát.

A hang CD lejátszásához meghajtóprogram szükséges. DOS környezetben segédprogramként kaphatunk ilyen (pl. SONY CDPLAY.EXE). Windows 3.x változatban külön kell telepítenünk a [MCI] CD Audio meghajtót, a Windows 95 operációs rendszer viszont magától telepíti a meghajtót, ha érzékel a rendszerben CD-ROM-eszközt. A legtöbb SCSI interfész gyártó az eszközmeghajtó programokhoz mellékeli a hanglejátszó segédprogramot is.

Ha a Windows 3.x változatban a CD-ROM telepítése után nem találjuk a hang CD ikont (CD Audio), tegyük a következőket:

- nyissuk meg a Vezérlőpult, majd a Kezelőprogramok ikonhoz tartozó ablakot,
- ha nincs [MCI] CD Audio a listában, kattintsunk a Hozzáad gombra,
- válasszuk ki a listából az [MCI] Audio pontot, és telepítsük a szükséges állományokat a Windows telepítőlemezekről,
- ha van a listában [MCI] CD Audio sor, ellenőrizzük a Beállítások gombra kattintás után,
- lépünk ki, és indítsuk újra a Windows-t,
- válasszuk a Kellékek ablak Média lejátszó ikonját, és az Eszközök menüből a CD Audio eszközt.

Néhány CD-ROM-meghajtó külön program nélkül is lejátszza a hang CD-lemezt. Ezeknek a meghajtóknak az előlapján a CD-DA-lejátszók-



hoz hasonló kezelőszervek láthatók. Vannak olyan külső CD-ROM-meghajtók, melyek hang CD-lejátszás módba váltanak, ha a kidobás (eject) gombot benyomva kapcsoljuk be a tápellátást. A lemez lejátszása ilyenkor azonnal indul. A kidobás gomb rövid megnyomásával a következő sávra léphetünk. A CD-ROM azonban nem tud (és nem is feladata) olyan hangminőséget és szolgáltatási kört biztosítani, mint egy eredeti CD-DA-lejátszó.

### *Olvasható digitális adat CD-DA-lemezeiről CD-ROM-olvasóban?*

A legtöbb CD-ROM-meghajtó nem tudja dekódolni a hanginformációt. A Panasonic CR-562B, a Sony CDU31A, CDU33, CDU55 gyártmányai, és a Creative Labs. termékei képesek, a Mitsumi (FX-600 típusig), Aztech, Yamaha meghajtók egyike sem tudja olvasni a bináris hangadatokat. Az ATAPI interfész tartalmazza a CD-DA-olvasás parancsait, és az SCSI interfészre kötött meghajtókkal sincs probléma.

A CD-DA-lemezeiről hangadatok olvasásának az ad értelmet, hogy így módon zeneszámokat konvertálhatunk WAV állományokba, melyeket merevlemezről bármikor lejátszhatunk. Az olvasás és konvertálás segédprogrammal történhet, melyhez Interneten keresztül a legkönnyebb hozzájutni. Például a READCDA2.EXE-program a holland Klaas Hemstra-tól az alábbi címről tölthető le:

<http://www.tardis.ed.ac.uk/~psyche/cdda/>

A digitális hangadatok olvasásával az a probléma, hogy a hangszektorok nem tartalmaznak szinkronizáló és címmezőt. Az éppen lejátszott szektor bármilyen adatát csak a Q alcsatorna dekódolásából lehet visszanyerni, és nem minden CD-ROM-meghajtó rendelkezik megfelelő dekóderrel.

### *Hogyan mérhető a CD-ROM-meghajtó elérési ideje?*

A CD-ROM elérési idejét nem is olyan könnyű feladat pontosan megmérni. Különböző diagnosztikai programokkal igen eltérő eredményeket kaphatunk ugyanarról a meghajtóról.

A kezdeti időkben a gyártók az ún. „1/3 stroke” módszerrel határozták meg az elérési időt. A tesztprogram a CD-ROM optikai fejét periodikusan a lemez sugárirányú távolságának harmadrészére mozgatta a lemez véletlenül kiválasztott pontjától. Elérési idő alatt az optikai fej indításától a véghelyzetben kezdett olvasásig eltelt időt értették. A teszt 100 vagy több fejmozgás idejét átlagolva adott meg elérési időt. 200 msec körüli értékek már jónak mondhatók. Ez a módszer alapvetően különbözik a merevlemez elérési idejének mérési módszerétől.

Az egyharmados fejmozgást azért választották, mert feltételezésük szerint a legtöbb CD-ROM hosszú multimédia állományokat tartalmaz. A legtöbb CD-ROM-alkalmazásban az optikai fej csak rövid időket tölt a kezdőpont keresésével, az idő nagyobbik része a lemez olvasásával és sávkövetésével telik el.

1993 után néhány gyártó cég áttért a véletlen elérés módszerére, melynél a fej kezdő és végpontját is véletlen szám határozza meg. Ennek egyrészt a piaci harc volt az oka, másrészt pedig rájöttek, hogy a multimédia állományok ritkán töltik ki a lemez felületének egyharmadát. A véletlen elérési módszer, ha pontosan számolnak, sokkal pontosabb értéket ad a meghajtó elérési idejéről. Problémát okozott viszont, hogy az ipar elveszített egy megszokott mérőszámot, illetve az elérési idő megadásakor meg kell adni a mérési módszert is.

### *Mit értünk a CD-ROM-meghajtó átviteli sebessége alatt?*

A CD-ROM átviteli sebessége alapvetően két dologtól függ. Az egyik a lemez fordulatszáma (egyszeres vagy többszörös sebességű meghajtó), a másik pedig az adatok forrása. A fordulatszám azt határozza meg, hogy a lemezeről milyen gyorsan olvashatunk adatokat. A pontos adatokhoz figyelembe kell vennünk a szektorban lévő adatok mennyiségét is. Az 1. szektor mód és a 2. mód 1. formátum esetén ez 2048 bájt. Az egyszeres sebességű meghajtó másodpercenként 75 szektort olvas, tehát az átviteli (olvasási) sebesség ilyen szektoroknál 150 kbájt/sec. A nyolcszoros sebességhez 1200 kbájt/sec átviteli sebesség tartozik.

Az adatokat 128–256 kbájt közbenső pufferből olvassa be az alkalmazói program a memóriába. Az átviteli sebesség a pufferből olvasáskor az interfész típusától és üzemmódjától függ. Az ATAPI (EIDE) in-

terfészen PIO 3. módban például másodpercenként 10,6 Mbájt adat vihető át burst módban. Ilyen sebesség mellett a feltöltött pufferból hamar kifogy az adat, és az átviteli sebesség visszaesik az olvasási sebességre.

*Megfelel-e a CD-ROM-meghajtóm az MPC 2 szintnek?*

Ez nemcsak a CD-ROM típusától függ. A 2. szintű multimédia PC előírásai meghatározzák a processzor típusát (legalább 486SX 25 MHz), az operatív tár méretét (legalább 4 Mbájt), a merevlemez kapacitását (legalább 160 Mbájt) is. A CD-ROM-előírások legalább 400 msec elérési időt és 300 kbájt/sec átviteli sebességet tartalmaznak. Kapható ma olyan CD-ROM-meghajtó, amelyik ne teljesítené ezeket a követelményeket? Más kérdés, hogy a tömörített hang és képállományok, videoanimációk ilyen paraméterekkel hogyan használhatók.

*Mekkora kapacitása van a CD-ROM-meghajtónak?*

Ha CD-ROM-meghajtóról szóló újságokat, folyóiratokat olvasunk, különböző kapacitásértékekkel találkozhatunk (540, 580, 682, 650, 703 Mbájt). Melyik ezek közül a helyes adat?

A válasz: egyik sem. A kérdés feltevése hibás, mert nem a meghajtónak van kapacitása, hanem a lemeznek. A lemez kapacitása viszont különböző lehet elsősorban attól függően, hogy milyen módszerrel írtak fel rá adatokat. A lemez készítője alkalmazhat (vagy sem) hibaérzékelő és hibajavító kódokat, alfejléceket, illetve kihasználhatja (vagy nem) a teljes játékidőt. Ettől függően a lemez kapacitása igen eltérő lehet. A 3.37. táblázat a szektormódok és a játékidő függvényében tartalmazza a hasznos lemezkapacitást.

Természetesen mindig akadnak olyanok, akik csúcsot akarnak elérni a lemez kapacitásban. A lemezre írás a belső gyűrűnél kezdődik, ezért a többletinformáció a külső gyűrű átmérőjével növelhető. A probléma abban rejlik, hogy a lemez széle sokkal érzékenyebb az elpiszkolódásra, a külső felületen sokkal nagyobb a lemez síkbeli ütése, és nem minden meghajtó képes az optikai fejet a lemez széléig mozgatni.

3-37. táblázat. Lemezkapacitás a szektormód és az idő függvényében

Játékidő	Másodperc	Bájt/szektor	Összes szektor	Mbájt	Millió bájt
60:00	3 600	2 048	270 000	527,3	552,9
74:00	4 440	2 048	333 000	650,4	682,0
74:33	4 473	2 048	335 475	655,2	687,0
76:40	4 600	2 048	345 000	673,8	706,5
60:00	3 600	2 324	270 000	598,4	627,5
74:00	4 440	2 324	333 000	738,0	773,8
74:33	4 473	2 324	335 475	743,5	779,6
76:40	4 600	2 324	345 000	764,6	801,7
60:00	3 600	2 336	270 000	601,5	630,7
74:00	4 440	2 336	333 000	741,9	777,9
74:33	4 473	2 336	335 475	747,4	783,7
76:40	4 600	2 336	345 000	768,6	805,9
60:00	3 600	2 352	270 000	605,6	635,0
74:00	4 440	2 352	333 000	746,9	783,2
74:33	4 473	2 352	335 475	752,5	789,1
76:40	4 600	2 352	345 000	773,8	811,4

# 4. CD-ROM/XA formátumú lemezek

A CD-ROM/XA formátumú lemezek közös tulajdonsága, hogy csak 2. módú szektorokat tartalmaznak. A 2. módú szektorokban az adatbiztonság szempontjából kritikus számítógépes adatok (1. formátum) vagy az esetleges olvasási hibákat jobban tűrő hang- és képinformáció (2. formátum) tárolhatók. Az alábbi XA formátumú, széles körben elterjedt lemezekkel foglalkozunk:

- CD-I,
- CD-I híd,
- CD-Extra,
- Photo CD,
- Video CD.

## 4.1. CD-I



A CD-I-(Interactive) lemez az otthon, az oktatás és az üzleti élet multimédiás rendszeréhez tartozik. Jellemzőit a Zöld Könyvben határozta meg a Philips és a Sony cég 1987-ben, de CD-I-eszközök csak később jelentek meg. Az előírások teljes körűek: kiterjednek a lemez felépítésére, az adatok kódolási formájára (hang és kép), a hardver felépítésére (M68000 mikroprocesszor család) és az operációs rendszerre (CD-RTOS) is. A Philips 1987-ben adta ki első 30 keret/másodperces lemezét, melyet teljes képernyős video és tömörített hang jellemez. A CD-I világszabvánnyá vált.



A CD-ROM elsősorban a professzionális adatbázisokat és alkalmazásokat célozta meg, a CD-I pedig az első multimédiás technológia, melyet házi (nem PC) számítógépekhez fejlesztettek ki. A CD-I-rendszer kezdetben önálló lejátszóból, a hozzá kapcsolt televízióból (vagy monitorból) és mono vagy sztereó erősítőből állt. Ma már futtatható olyan IBM PC szoftver, mellyel a PC CD-ROM-meghajtóján is lejátszhatók a CD-I-lemezek. Bármelyik CD-I-lemez bármelyik CD-I-lejátszón használható, függetlenül attól, ki készítette a lemezt és a lejátszót, és milyen televíziót használnak hozzá. A CD-I-piacot viszonylag kevés készüléktípus és kis számú gyártó jellemzi.

A CD-I-lemezen minden információ digitalizált, legyen az akár hang (zene, beszéd, hangeffektusok), kép (animáció, állókép, film vagy képi effektusok) vagy adat (grafikus és szöveg). A különböző információtípusok szektoronként keverhetők (átlapolhatók), mely képesség nagy rugalmasságot biztosít a megjelenítésben.

A CD-I-lemez használata igen egyszerű, nem igényel különleges utasításokat vagy ismeretet. A CD-I-lejátszót összekötjük a televízióval és a sztereó erősítővel, behelyezzük a lemezt (hasonlóan, mint a hang CD esetén). A televízió képernyőjén keresztül távvezérlővel menüpontok közül válogatva vezérelhetjük a játékot vagy filmlejátszást. Az interaktivitás azt jelenti, hogy a felhasználó bármikor megszakíthatja a programot, hogy visszatérjen egy előző lépéshez, kérdéseket tegyen fel vagy esetleg más nyelvre váltson át.

A CD-I-lemezen 19 óra hanganyag, 7000 színes kép, 275 000 formázott oldal vagy ezek kombinációja fér el. Ha például szótárt tárolunk CD-I-lemezre, látható a szavak jelentése (szövegben és képben), rokon vagy ellenkező értelmű megfelelői, és hallható a helyes kiejtése.

#### 4.1.1. CD-I-felépítés

A következőkben a szektorformátum, a hang- és képtárolási tulajdonságok ismertetésével foglalkozunk.

### Szektorformátum

A CD-I-lemez a CD-ROM/XA 2. mód 1. formátumát használja adatok, a 2. mód 2. formátumát pedig video- és hanganyagok tárolására. A 74 perces lemez kapacitása 1. formátumú szektorok esetén 650 Mbájt. A szektorok felépítése a 4-1. táblázatban látható.

4-1. táblázat. CD-I szektormódok

Bájteltolás	1. formátum	2. formátum	Feladat
0	00h	00h	Szinkron
1-10	0FFh	0FFh	Szinkron
11	00h	00h	Szinkron
12	Perc (<75)	Perc (<75)	Fejléc
13	Másodperc (<60)	Másodperc (<60)	Fejléc
14	Keret (<75)	Keret (<75)	Fejléc
15	01h (mód)	01h (mód)	Fejléc
16-23	CD-I alfejléc	CD-I alfejléc	Alfejléc
24-2071	Adat (össz: 2048)	Adat	Adat
2072-2075	EDC	Adat	Adat/EDC
2076-2247	P paritás	Adat	Adat/ECC
2248-2347	Q paritás	Adat (össz: 2324)	Adat/ECC
2348-2351	Q paritás	EDC	EDC/ECC

Az 1. formátumú szektor tartalmát hibaérzékelő (EDC) és hibajavító (ECC) bájtokkal figyelik és javítják, mint a CD-ROM/XA-lemezeknél. A 2. formátum szektoraiban valós idejű lejátszáshoz hang- és képanyag található. A hangadatok csak 2304 bájtot foglalnak le a 2324 bájtból. Ez a 2304 bájt 18 csoportra tagolódik, mindegyikben 128 bájt adattal. A csoportok 16 bájt hangparamétert (ADPCM szorzó, szűrő érték) és 112 bájt hangadatot tartalmaznak.

### Hangtárolási tulajdonságok

A CD-I-előírások négy hangminőségi szintet határoznak meg (4-2. táblázat):

- CD-DA egycsatornás sztereó (16 bites PCM). Több, mint egyórányi sztereó hang lejátszását teszi lehetővé audió CD minőségben.
- A szintű ADPCM (nagy hanghűségű mód): kétcsatornás sztereó vagy négycsatornás monolejátszás hanglemez minőségben, két óra feletti anyaggal és zajmentesen.
- B szintű ADPCM (közepes hanghűségű mód): négycsatornás sztereó vagy nyolccsatornás monolejátszás FM sztereó rádió minőségben, négyszeres tömörítéssel.
- C szintű ADPCM (beszédmód): nyolccsatornás sztereó vagy 16-csatornás monolejátszás AM rádió minőségben, beszéd vagy háttérzene hallgatásához. A tömörítés nyolcszoros.

4-2. táblázat. CD-I hangtárolási módjai

	CD-DA	A szint	B szint	C szint
Mintavételezés	44,1 kHz	37,8 kHz	37,8 kHz	18,9 kHz
Mód	PCM	ADPCM	ADPCM	ADPCM
Sávszélesség	20 kHz	17 kHz	17 kHz	8,5 kHz
Jel/zaj viszony	98 dB	90 dB	60 dB	60 dB
Bitek száma	16	8	4	4
Tömörítés	nincs	2x	4x	8x
Mono/sztereó	sztereó	mono/sztereó	mono/sztereó	mono/sztereó
Csatornaszám	1 sztereó	2 sztereó/4 mono	8 sztereó/4 mono	8 sztereó/16 mono
Játékidő (óra:perc)	1:12	4:48/2:24	9:36/4:48	19:12/9:36

A lemez olvasási sebessége 75 szektor másodpercenként. A CD-I-lemez zenei programja csatornákra tagolódik. A lemez felületén párhuzamosan legfeljebb 16 csatorna tárolható, mindegyikben 74 perc lejátszási idővel.

A 8 bites ADPCM minőségi szint 90 dB jel/zaj viszonyt, és 17 kHz-es sávszélességet tesz lehetővé. A kétszer 4 bites szint jellemzői: 60 dB

és 8,5 kHz. A kódolás során az eredeti 44,1 kHz-es mintavételezésű jelet mintavételező átalakítással 37,8 kHz vagy 18,9 kHz mintavételezésre csökkentik. Az ADPCM kódolásnál az eredeti 16 bites hossz is lecsökken 8 vagy 4 bitre. Négy különböző előrejelző szűrő választható egy 28 mintából álló blokkra. A választóáramkör méri az előrejelzés hibáját 28 mintán keresztül, és a legkisebb hibát adó előrejelző szűrőt választja a blokkhoz. A kódolt adatok tartalmazzák az ADPCM hanginformációt és a kódolási paramétereket (szorzó tényező és szűrő típus). Az ADPCM dekódolásakor a hangblokk visszanyeri 16 bites alakját.

### *Képtárolási tulajdonságok*

A CD-I-előírások mind a képfelbontásra, mind a képpontok kódolására kiterjednek. A lemezen videoinformáció az amerikai NTSC (525 sor), és az európai PAL/SECAM (625 sor) szabvánnyal kompatibilisen tárolható. A kép felbontására három szintet határoztak meg (4-3. táblázat), a szintek elnevezése eltér a videotechnikában megszokottól. A különböző felbontási módok különböző célra és képtartalomhoz használhatók. A normális felbontás az alacsony felbontású (LDTV) televízió minőségének felel meg, a nagy felbontás a HDTV minőségét biztosítja. A monitor szokás szerint nem váltott soros megjelenítéssel dolgozik, de használható váltott soros (interlace) is. A CD-I-lemez képi programja is csatornákra tagolódik. A lemez felületén legfeljebb 32 csatorna áll rendelkezésre.

A fényképek, mozgóképek képernyőméretenként kb. 325 kbit helyet foglalnak el interlace nélkül, és 650 kbitet váltott sorosan. A tárolási igény csökkentéséhez a képeket a CD-I-lemezen 108 kbit méretűre tömörítik, anélkül, hogy ez a minőséget jelentősen rontaná.

4-3. táblázat. CD-I képfelbontás Y jelre

	NTSC	PAL/SECAM
Normális felbontás	360×240	360×288
Kétszeres felbontás	720×240	720×288
Nagy felbontás	720×480	720×576

A videoinformáció a képpontok kódolásától függően több különböző formátumban tárolható (4-4. táblázat). Az alábbiakban a táblázatban használt rövidítések és formátumtípusok magyarázata következik:

- RGB 5:5:5: 16 bites szín (5 vörös [R], 5 zöld [G], 5 kék [B], 1 átlát-szóság).
- DYUV 4:2:2: A delta YUV kódolás a képpontok közötti különbséget nem-lineáris kvantálással kódolja. A szabványos kép méretét 85 kbájtra (NTSC) vagy 105 kbájtra (PAL) csökkenti. Az Y, U és V jelek magyarázatát lásd a 4.4. fejezetben (Videotárolás CD-n).
- DYUV+QHY: A DYUV formátum nagy felbontású változata (Quantified High Y).
- CLUT (Color LookUp Table, színereső tábla): a megjelenítés 4, 7 vagy 8 bites színereső táblával (16, 128, 256 szín) történik. A szín-paletta elemei 16,8 millió szín közül választhatók ki (True Color, teljes színhűség). A csökkentés: 85 kbájt (NTSC), 105 kbájt (PAL). A CD-ROM/XA kompatibilis lemezek CLUT formátumot használhatnak.
- RLE (Run Length Encoding, futási hossz kódolás): az RLE7 kódolás CLUT7, az RLE3 pedig CLUT4 formátumot tömörít.

Mind az XA, mind a CD-I előírások támogatják a hanggal kapcsolt mozgóképek MPEG szabványú tömörítését, kb. 1,5 Mbit/sec sebességig.

4-4. táblázat. CD-I képformátumok

Típus	NTSC	Színek	Bit/képpont	Tartalom
RGB555	360×240	32 768	16	Részletes fénykép
DYUV	360×240	16,8 millió	16/2	Fénykép
DYUV+QHY	720×480	16,8 millió	16	Fénykép
CLUT8	360×240	256/16,8 millió	8	Grafika, fénykép
CLUT7	360×240	128/16,8 millió	7	Grafika
CLUT4	720×240	16/16,8 millió	8/2	Grafika
RLE7	360×240	16,8 millió	7	Rajzfilm animáció
RLE3	720×240	16,8 millió	8/2	Rajzfilm animáció



1990-ben a CD-I-lemez szabványát mozgóképpel (Full-Motion Video, FMV) bővítették. A mozgóképet akkor még mono hang kísérte. A tömörítési technika fejlődése később lehetővé tett a kép minőségének javítását és a sztereó hang beépítését. A Sony, Philips és Matsushita cégek MPEG tömörítési rendszert választották a mozgókép CD-I-lemezen történő tárolására. A már meglévő MPEG hang- és képtömörítő rendszert kicsit módosították a CD-I-lemezek számára. Meg kell jegyeznünk, hogy az FMV futtatásához digitális videokazetta (cartridge) szükséges. Néhány CD-I-lejátszó már eleve rendelkezik ilyennel, de a többiek bővítése is lehetséges.

A CD-I-lemezen 74 perc hosszúságú, teljes képernyős képanyag tárolható B szintű sztereó hanggal kísérve. Ez azt jelenti, hogy két CD-I-lemezre ráfér egy mozifilm. Az FMV kezelő a CD-RTOS operációs rendszer része.

A CD-I-rendszer képessége, hogy integrálja a hang-, a kép- és a számítógépes adatot. Az olvasott adatokat szinkronizálni kell, hogy a megfelelő fokozatra (hang, kép, számítógép) kerüljenek, és a kép, a hang, esetleg szöveg együtt jelenjen meg. A szinkronizálás nem oldható meg csak a különböző információt tartalmazó szektorok közötti állandó távolság tartásával. A programszektorokba elhelyezett csatorna-adatok és szekvenciák segítenek a szinkronizálásban, és egy valós időben futó operációs rendszer is nélkülözhetetlen.

A CD-I-lemezek valós idejű operációs rendszerét CD-RTOS-nak (Compact Disc Real Time Operating System) nevezik. A CD-RTOS operációs rendszer az OS/9 operációs rendszerből származik, kifejezetten a CD-I-lemezek kezelésére fejlesztették ki. Lehetővé teszi a többfeladatos munkát, és az eseményvezérelt programozást. Az operációs rendszer kezeli a valós idejű állományokat, rekordokat, állományvédelmet, hang- és videomanipulációkat. A CD-RTOS tartalmaz még kompatibilis rendszerbővítéseket, szabványos grafikai függvényeket.

A CD-I-lemezeket a Philips játékgépek számára fejlesztették ki. Ezek a lemezek közönséges PC-ben nem olvashatók (nem látszik a katalógus). A Philips mozifilm és játék típusú lemezeket gyárt. A játékok nem futtathatók PC-gépen, de a filmeket Windows 3.x rendszer alatt megnézhetjük. Ehhez megfelelő meghajtóprogram szükséges (pl. IBM

VideoCD/CD-I MPEG meghajtó). Windows 95 alatt a CD-I-lemezek nem használhatók.

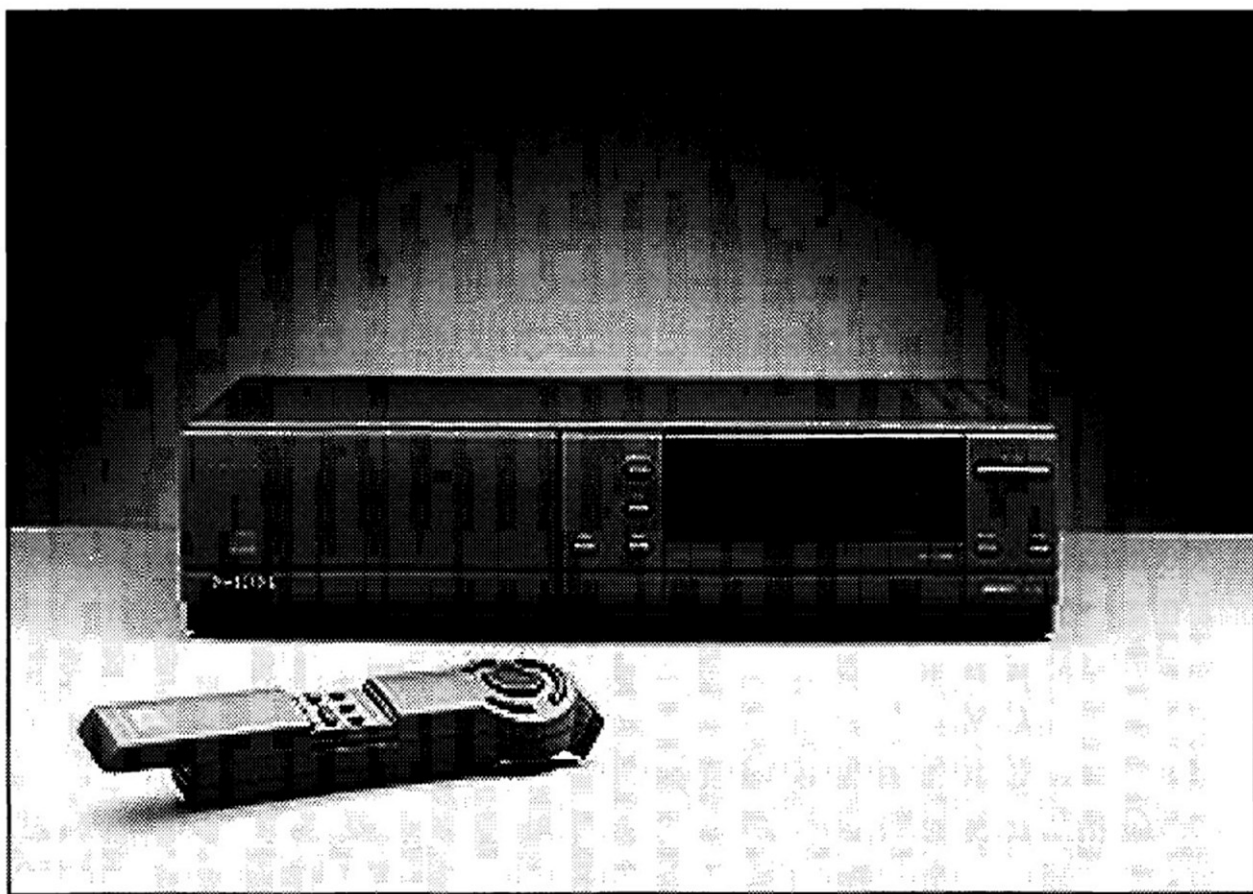
A CD-I-lemezt valószínűleg kiváltja a Video CD-lemez a PC-ben. A Video CD-lemez (l. később) a CD-I és az ISO 9660 szabványú lemezek keresztezéséből született. Láthatók a katalógusok a PC-n, és a játékok, filmek minden IBM rendszerű PC futtathatók.

#### 4.1.2. Minta CD-I paraméterek

CDI-220DV – Philips CD-I lejátszó beépített digitális videóval (4-1. ábra).

*Csatolható külső eszközök:*

- házi televízió;
- érintőképernyő, mutató eszköz, infravörös távvezérlő, huzalos távvezérlő;
- nyomtató, modem;
- mágneskártya-olvasó, vonalkódolvasó;



4-1. ábra. Philips CDI-220DV CD-I lejátszó

*Lejátszható rendszerek:*

- CD-I,
- CD-DA,
- Photo CD,
- CD + G,
- Video CD 1.0,
- CD-ROM-XA híd

*Hangjellemzők:*

- 6 ADPCM szint,
- 19 óra AM minőségű lejátszás (18.9kHz mintavételezés).

*Videojellemzők:*

- vízszintes felbontás: 384/768 képpont,
- függőleges felbontás: 280/560 sor,
- képsorok száma: 625,
- jel/zaj viszony: 50dB,

*Módok:*

- DYUV: 16 millió szín, RGB: 32 768 szín,
- CLUT 8: 256 szín, CLUT 7/RL7: 128 szín,
- CLUT 4: 16 szín, RL3: 8 szín,
- digitális video: MPEG-1 előírások szerint.

*CD-DA-jellemzők:*

- Philips PDM bitfolyam konverzió,
- 256-szoros túlmintavételezés,
- frekvenciatartomány: 2 Hz–20 kHz,
- amplitúdólinearitás (20 Hz–20 kHz):  $\pm 0,1$  dB,
- jel/zaj viszony (1 kHz): 109 dB,
- dinamikatartomány (1 kHz): 98 dB,
- csatornaszétválasztás: 112 dB (1 kHz).

*Hardver:*

- CPU: M68070 (M68000 tárgykód kompatibilis),
- memória: 2 Mbájt RAM, 32 kbájt nem felejtő RAM, 512 kbájt ROM,
- I/O terminálok: 2 soros port, az első kettéosztható.

*Csatlakozók:*

- antennabemenet (jack), RF kimenet TV-hez (jack), US változat,
- SCART csatlakozó (európai változat),

- sztereó hangkimenet (2 × RCA),
- kompozit videokimenet (CVBS),
- S-video kimenet (Y/C),
- digitális hangkimenet (RCA),
- sztereó fejhallgató kimenet (3,5 mm jack),
- DC kimenet (5V/50 mA).

*Teljesítményigény:*

- 22 W

*Méretetek:*

- 420 × 95 × 290 mm, 7,5 kg

### 4.1.3. CD-I Ready lemez

CD-I Ready lemez úgy néz ki, mint egy közönséges CD-DA-lemez, de rejtett képességei vannak. Ezek a képességek azonban csak CD-I-lejátszón használhatók ki.

A Vörös Könyv előírásai a lemez gyártójának megengedik, hogy a hang CD-lemezen indexpontokat helyezzen el. Ha az indexkezelés a meghajtóba telepített, a lemez egy sávján belül bármelyik indexpontig előre (vagy hátra) ugorhatunk. A gyakorlatban csak a 0. és 1. jelű indexpontot használják a gyártók.

A 0. index a sávok (zeneszámok) előtti szünet kezdetét, az 1. index pedig magának a sávnak a kezdetét jelöli. A szünet hossza általában 2-3 másodperc. Az első sáv 0. indexét soha nem használja a hang CD-lejátszója, hanem rögtön az 1. indexre ugrik. A CD-I Ready-lemez tervezői a CD-DA-lejátszók ezen viselkedését használták ki. Az első sáv 0. és 1. indexe közötti távolságot megnövelték, és ide elhelyeztek egy CD-I-sávot. A távolság alsó határa 182 másodpercre korlátozott, a felső határra nincs megkötés. A CD-I-sáv a hang CD-lejátszó számára rejtett marad, mert figyelmen kívül hagyja az első sáv előtti 0. indexet, és egyből az 1. indexre ugrik.

A CD-I-lejátszó a lemezt a kezdő címmel tudja azonosítani. Ha az első sáv címe 30 másodperc alatt van, a lejátszóba hang CD-t tettek. A CD-I-lemez sávjá általában a 00:02:16 (két másodperc 16. szektor) című szektoron kezdődik. A CD-I-információt (program és adatok) a

lejátszó beolvassa az operatív tárba, mielőtt a zene elkezdődik, és ez a zeneszámokat kísérő képek megjelenítését teszi lehetővé. A CD-I Ready-lemezt kevert módú lemezeknek is nevezhetjük, mivel CD-I és hanganyagot keverték rá. Másrészt a CD-I Ready-lemez volt az első többszekciós lemez.

#### 4.1.4. CD-I hídlemez

A CD-I hídlemez olyan információt tartalmaz, mely olvasható számítógépes rendszer CD-ROM/XA meghajtójával és CD-I-lejátszóval is. Miután a szektorok jellemzői azonosak, és néhány ADPCM hang- illetve képformátum is egyforma, a hídlemez mindkét rendszerhez tartozó adatokat tárolhat. A különböző operációs rendszerekhez különböző alkalmazói programok futtatása szükséges. A hídlemez minden sávjának 2. módú szektorokból kell állnia. A hídlemezre vonatkozó előírások 1991-ben jelentek meg. Az előírásokat olykor Fehér Könyvnek nevezik, de ugyanígy hívják a Video CD előírásokat is. A CD-I hídlemez a következő kiegészítésekkel kompatibilis a CD-ROM/XA lemezzel:

- Az elsődleges kötet leíróban lévő rendszer azonosító neve „CD-RTOS CD-BRIDGE”.
- CD-I alkalmazói programot kell tartalmaznia, hogy CD-I-lejátszóban lejátszható legyen.
- Ha tartalmaz mozgófilmes részt, ennek teljesítenie kell az ISO 11172 (MPEG-1) előírásokat.
- A CD-I-lemezen több szekció lehet (Narancs Könyv szerint).

A legismertebb CD-I hídlemez a Kodak Photo CD (igen jó minőségű állóképek), mely olvasható CD-I-lejátszón, XA rendszeren és természetesen Photo CD-lejátszón is.

Meg kell jegyeznünk, hogy ha egy alkalmazásfüggő eszköz le tud játszani egy hídlemezt, még nem jelenti azt, hogy minden hídlemezt felismer. Például a Photo CD-lejátszó olvassa a Photo CD-lemezt, de nem tudja játszani a karaoke lemezt. Jóllehet, mindkettő hídlemez, de különböző alkalmazásokhoz készültek.



## 4.2. CD-Extra lemez



A többszekciós lemez előnyeit a CD-I Ready lemez használta először. A CD-I Ready lemez hátránya, hogy a hang CD-lejátszó a felhasználó parancsára a lemez elejére visszaálláskor elérheti a CD-I-adatokat. Ha ezeket elkezdi lejátszani, a külső hangerősítők esetleg tönkremehetnek. Jobb megoldás, ha két szekciót hozunk létre a lemezen, egyet a hangsávok számára, egyet pedig az egyéb (pl. CD-I) adatok számára. A szekciókról a következő fejezetben lesz szó. A kevert módú lemezeknél (audió CD és CD-ROM) ezt a megoldást választották, de elkövettek egy apró hibát. Nem vették figyelembe, hogy a CD-DA-lejátszó nem tud több szekciót olvasni, csak az elsőt éri el. A kevert módú lemezeknél az első sáv adatsáv, és a CD-DA-lejátszó nem fér hozzá a hangsávokhoz. A probléma megoldható, ha a felcseréljük a sávokat. Az így létrehozott új terméket CD-Extra lemeznek nevezték el.

A 12 cm átmérőjű CD-Extra lemez első szekciójába hangsávokat vesznek fel. A második szekció CD-ROM-adatokat, videoklipeket, fényképeket, animációkat, szöveget vagy teljes multimédia alkalmazást tartalmazhat. Ha a hídlemezelvet alkalmazzuk, a második szekcióban CD-I-adatok is lehetnek. Az ilyen CD-Extra lemezek futtathatók CD-DA-, CD-I-lejátszón, olvashatók IBM PC és Macintosh PC CD-ROM meghajtójával. A CD-Extra lemezeket gyakran Rainbow (szivárvány) lemezeknek nevezik, mert az egyes sávok teljesítik a Vörös, a Sárga és a Zöld Könyv előírásait. Más irodalmakban a **CD Plus** vagy **Enhanced Music CD** névvel is találkozhatunk, melyek szintén CD-Extra lemezt jelentenek.

A végleges változat kialakítása előtt a tervezők konzultáltak a RIAA (amerikai) és RIAJ (japán) felvételkészítő egyesüléssel, valamint a Microsoft Corporation és Apple Computer cégekkel. A CD-Extra lemez előírásait a Kék Könyv tartalmazza. Az előírások a következőkre terjednek ki:

- Lemezparaméterek és adatformátumok (beleértve a hang- és adat-szekciót). Az adat szekciónak CD-ROM/XA szekciónak kell lennie.
- ISO 9660 katalógusszerkezet (beleértve a CD-Extra információk, képek és adatok katalógusait). Meghatározza a CD-Extra informáci-

ós állományok, képállományok és egyéb (kód) állományok formátumát is.

- MPEG tömörítésű állóképek adatformátuma.

A CD-Extra lemezen létezhet AUTORUN.INF nevű állomány a gyökérkatalógusban. Az állományban információ található azokról a számítógépes rendszerekről, melyek végrehajthatják a lemezen található alkalmazásokat. Ha CD-ROM-meghajtóba tesszük a lemezt, a megadott alkalmazás automatikus futtatása is elkezdődik. A Microsoft Windows 95, és az Apple Macintosh OS rendszerek felismerik a CD-Extra lemezeket.

### 4.3. Photo CD



1990 szeptemberében az Eastman Kodak cég olyan eljárást jelentett be, mellyel nagy felbontású fényképek kompaktlemezre tárolhatók. A Photo CD-nek nevezett rendszer csak 1992-ben került piacra. A felhasználó hagyományos 35 mm-es filmre készít felvételeket. A kész (vagy korábban exponált és előhívott) filmet Photo CD szaküzletbe vagy szervizirodába adja le, és papírra nyomtatott képet kap vissza, mint a hagyományos fényképészeti rendszerben. A képeket Photo CD-lemezre tárolva is megkaphatja. A laboratóriumban a felvételeket Photo CD-lapolvasóval digitalizálják. A digitális képeket világosság és színtelítettség szempontjából helyesbítik, tömörítik, majd CD-R- (egyszer írható) lemezre rögzítik. Minden lemezhez készíthető egy indexmásoolat, mely hőérzékeny papírra nyomtatott áttekintő információt tartalmaz (miniatűr képmásolat és sorszám). Az átlagos CD-lemezre 100 digitalizált fénykép fér el.

A lemezen lévő képek kinyomtathatók, Photo CD- vagy CD-I-lejátszóval a televízió képernyőjén megjeleníthetők, illetve Photo CD kompatibilis CD-ROM/XA-meghajtóval számítógépes alkalmazásba átvehetők. Mindez azért lehetséges, mert a Photo CD a hídlemez elvén alapszik, azaz a különböző platformok alkalmazói programjai és visszakereső szerkezetei a lemezen az adatokkal átlapolva vannak tárolva.

A KODAK az új technológia fejlesztésekor a Philips és a Sun cégekkel működött együtt. A Photo CD forrás adathordozója az exponált film (negatív vagy diapozitív). A film még mindig nagyobb felbontást és részletheiséget biztosít, mint a digitális képfelbontók. A feldolgozás laboratóriumban folyik, ahol Kodak lapolvasóval digitalizálják a képet, SUN számítógéppel szerkesztik és Philips CD-íróval lemezre rögzítik.

### 4.3.1. Képtárolás

A lapolvasó (scanner) vörös, zöld és kék szűrővel tapogatja le a képet. A Kodak Photo CD lapolvasóban három, vonalas elrendezésű töltéscsatolt (CCD) eszköz működik. A CCD érzékelő a letapogatás során folyamatosan szolgáltatja a nyers vörös, zöld és kék összetevők digitális értékeit. A 35 mm-es felvétel letapogatása 2048 sorban, soronként 3072 képponttal történik, ami 3:2 képméretarányának felel meg. Összesen tehát 6,3 millió képpont három színösszetevőjének digitális értékét kapjuk meg a lapolvasótól. Minden színösszetevő 12 bites felbontású, azaz minden képponthez 36 bit (4,5 bájt) hordozza a színeket. Ezekből az adatokból kiszámítható, hogy egyetlen fénykép 28,3 Mbájt helyet igényelne a CD-n, ha ebben a formában tárolnánk.

A három alapszín digitális értékét minden képponthez a Photo YCC-nek nevezett nemlineáris transzformáló algoritmussal Y-C-C alakra kódolják. Minden képponthez ezt követően egy világosság bájt (Y, luminancia) és két színtelítettség bájt (C, chrominancia) tartozik. A kódoláshoz többnyire egy Sun Sparcstation számítógép ereje szükséges. A színes televíziózás kezdetén a fekete/fehér és színes televízió vételi problémáját úgy oldották meg, hogy a fekete/fehér televíziók számára világosság jelet (Y) sugároztak, a színes vevőkhöz pedig járulékosan két színcsatornát (I és Q vagy U és V). Az YCC-kódolás nagy előnye, hogy viszonylag kevés veszteséggel konvertálható tovább színes monitor számára RGB-jelekké, illetve színes nyomtató számára CMYK-(cián, lila, sárga, fekete) jelekké.

A teljes Photo CD kép tárolásához most már csak 18,87 Mbájtra lenne szükség, mivel egy képponthez 3 bájt tartozik. Ez még mindig túl sok, mert egy 540 Mbájt kapacitású CD-re csak 30 kép férne el, és

153,6 kbájt/sec átviteli sebesség mellett két percig tartana egy kép betöltése CD-ről. A képállomány mérete tovább csökkenthető, de a további magyarázatokhoz szükség van a Photo CD felbontási formátumának, és a lemezre felvett képállomány felépítésének ismeretére.

A PhotoYCC-kódolású képet a lemezre írás előtt a KODAK PCD Data Manager lebontja különböző felbontású összetevő képek sorozatára. Ezek a képek egy bázisképhez viszonyítottak, a bázisképet a fényerősség 512 soros és soronként 768 képpontos felbontása jelenti.

Báziskép felbontású például tipikusan az otthoni televíziós rendszer (NTSC, PAL/SECAM). Nagyobb felbontás szükséges a jövő televíziójához (HDTV), a színes nyomtatáshoz, és egyéb (pl. gyógyászati) felvételekhez. A bázisnál kisebb felbontás gyorsabb, de gyengébb minőségű megjelenítést tesz lehetővé, ezért vázlatokhoz, több kép egyszerre történő megjelenítéséhez, az index kinyomtatásához stb. ajánlott. A Photo CD hat felbontási szintjét az 4-5. táblázatban láthatjuk.

4-5. táblázat. Photo DC felbontási szintjei

Név	Felbontás	RGB méret	Megjegyzés
64Base	4096 × 6144	72 Mbájt	Csak Pro Photo CD
16Base	2048 × 3072	18 Mbájt	Nyomtatás
4Base	1024 × 1536	4,5 Mbájt	HDTV felbontás
Base	512 × 768	1,13 Mbájt	TV felbontás
Base/4	256 × 384	280 kbájt	Vázlat, képkiválasztás
Base/16	128 × 192	70 kbájt	Indexképek

A 4-5. táblázat felbontási összetevőiből áll össze a Photo CD képállománya, melynek Image Pac (vagy PCD) állománynevet adtak. Az Image Pac okos hierarchikus formában tárolja a különböző felbontású képeket. Az állomány elején filmkidolgozási információt találunk (IPA, l. 4-6. táblázat). A Base, Base/4 és Base/16 felbontások nincsenek tömörítve, ezért ebben a felbontásban gyorsan elérhető a kép. A 64-szeres felbontás az Image Pac állomány bővítéseként külön állományban található (IPE, Image Pac Extension), és csak a Pro Photo CD Master (l. később) lemezeken fordul elő. A 4Base és 16Base felbontások csak a különbség adatait tartalmazzák a bázisfelbontáshoz képest.



4-6. táblázat. Image Pac állományszerkezet

IPA	Base/16	Base/4	Base	4Base különbség	16Base különbség	IPE
-----	---------	--------	------	-----------------	------------------	-----

Az Image Pac állomány méretének csökkentésére két módszert is alkalmaznak. Az emberi szem tulajdonsága, hogy a fényerő változására sokkal érzékenyebb, mint a színek változására. Ezt használják ki a színtelítettség kétszeres alulminta vételezésekor. Az alulminta vételezés vízszintes és függőleges irányban is megtörténik. Ezután négy képpont-hoz 4 világosság bájt és egy-egy színtelítettség bájt tartozik (12 helyett csak 6). A művelettel felére csökken az állomány hossza (9,4 Mbájt), és a minőség romlása nem számottevő. Az alulminta vételezési technikát minden képösszetevőnél alkalmazzák, kivéve a 4Base-t. A méretcsökkenés másik módszere a Huffman-kódú tömörítés, melyet a nagyobb felbontású összetevők (4Base, 16Base, 64Base) különbségi adataira végeznek el. A tömörítésnek köszönhetően az Image Pac állomány mérete 4,5–6,5 Mbájt közé esik, amely már kezelhető, és 100 kép tárolását teszi lehetővé a CD-n. A lemezen az Image Pac állományokon kívül áttekintő Pac is van, mely csökkentett méretben tartalmazza a lemezen lévő összes Image Pac fényképet.

Ha az Image Pac állományból például a 4Base felbontásra ( $1024 \times 1536$ ) van szükség a megjelenítéshez, az alap felbontásból ( $512 \times 768$ ) indul ki a Photo CD rendszer. Mind vízszintesen, mind függőlegesen egy-egy képpont adatait kell beszúrni a 4Base felbontáshoz. Ezeket a hiányzó adatokat interpolációval számítják ki először, majd a 4Base különbségi adatokat kibontják és a számított értékeket helyesbítik. Ha a 16Base felbontású kép kell, az iménti műveletet kétszer végzik el, először a 4Base, majd a 16Base különbségi adatokat felhasználva.

### 4.3.2. Photo CD-formátumok

A felhasználói igények szélesebb körének kielégítésére a Kodak a Photo CD öt különböző változatát hozta létre. Az öt tagból azonban csak a Photo CD Master, és a Portfolio II lemezek váltak népszerűvé. A CD-család a következő tagokból áll:



### *Photo CD Master*

A Photo CD Master és Pro Photo CD Master lemezek csak eredeti filmről digitalizált felvételeket tartalmazhatnak. Ezek a „digitális negatív” fényképek a digitális képfeldolgozó rendszerek, illetve a fénykép minőségű nyomtatványok forrásaként szolgálnak. A Photo CD Master jelenleg a legelterjedtebb formátum. 35 mm-es filmről digitalizált fényképekből kb. 100 felvételt vagy négy 24 kockás tekercsfilm anyagát tartalmazhatja. A 35 mm-nél szélesebb képeket csak előzetes kicsinyítés után lemezre felvenni. A Photo CD Master öt felbontásban tárolja a képeket Image Pac állományban.

### *Pro Photo CD Master*

A professzionális formátum nagyobb felbontással dolgozik, és 35 mm-nél szélesebb filmet is tud kezelni (70, 120 mm, 4x5 hüvelyk). A Pro lemezen hat felbontású képek tárolhatók, a 64Base (4096 × 6144) felbontást csak a Pro lemezeken találjuk meg. Az állományok formátumától függően egy lemezre 25–100 fénykép fér el. A Pro formátum védelmi tulajdonságokkal is rendelkezik (saját tulajdon, jogvédelem, másolás elleni védelem). A védelem egyik módja, hogy a képernyő tetején mindaddig látszik egy üzenet (pl. COPYRIGHT), amíg a kép tulajdonosa beírja a jelszót.

### *Photo CD Portfolio II*

A Portfolio II formátum a PhotoCD interaktív változata. A lemezen Image Pac formátumú állományok, és egyéb digitális forrásból származó anyagok (szöveg, hang és grafika) keverhetők átlapolva. A képek alap- (Base) vagy gyengébb felbontásúak. A Portfolio II lemez Image Pac állományai két dologban különböznek a Photo CD Master lemezek állományaitól:

- a felvételek nemcsak filmről digitalizált képek lehetnek, hanem egyéb digitális forrásból is származhatnak (digitális kamera, szkennel),
- nem szükséges az összes felbontási formát tartalmazniuk, a legna-

gyobb felbontás  $512 \times 657$  képpont. Az állomány mérete emiatt kisebb, és így 700 fénykép vagy egy óra hanganyag (illetve ezek kombinációja, pl. 350 kép, 30 perc hang) fér el egy Portfolio II lemezen.

### *Photo CD Catalog*

Az alap felbontásnál gyengébb minőségű képek tárolására szolgál. A lemezen kb. 800 oldal fér el, és minden oldalon több fénykép lehet. Minden fényképhez tartozik egy index, mellyel egy bemutató előadáson hivatkozhatunk rá. A Photo CD Catalog lemezt olyan cégek számára hozták létre, melyek sok fényképet tartalmazó lemezeket terjesztenek (pl. postai úton történő megrendelés, turizmus, képtárak ismertetői). Ha ilyen sok felvétel közül akarunk választani, szükség van egy visszakereső rendszerre (tartalom, szójegyzék).

### *Photo CD Medical*

Az orvosi célokra szolgáló Medical lemezre számítógépes tomográf (CT) és mágneses rezonanciakép (MRI) felvételek is rögzíthetők a szabványos felbontás mellett. Egyéb gyógyászati diagnosztikai felvételek is lehetnek a lemezen (ultrahang, pozitron kibocsátó tomográf [PET], érrendszeri vizsgálat röntgenfelvétele).

## 4.3.3. Photo CD-olvasás

A Photo CD adatszerkezete a CD-ROM/XA előírások 2. mód 1. formátumának felel meg. A lemezre írás a Narancs Könyv II. (1. 5. fejezet) hibrid lemezre vonatkozó előírásai szerint történik, több szekció létrehozási lehetőségével.

A **több szekció** (multisession) fogalma a Kodak Photo CD megjelenése óta létezik. Korábban a lemezre írandó összes adat egyszerre és egy szerkezetben került felírásra, utólag nem lehetett a lemezre írni. A lemez elejét a bevezetés (lead-in), a végét pedig a kivezetés (lead-out) jelentette. Ezt a felírási módot egyszekciósnek nevezik azóta, hogy létezik a több szekció. A Photo CD alkalmazásának ez a forma nem felel meg, hiszen a felhasználó akár felvételenként is szeretné bővíteni a

lemezen tárolt fényképeket. A többszekciós CD-t az jellemzi, hogy minden szekcióhoz saját bevezetés és kivezetés tartozik, a lemez címezése pedig folyamatos. A bevezetés, kivezetés és a Photo CD tartalomjegyzéke együtt kb. 20 Mb-ot helyet foglal el a lemezen, ezért célszerű egyszerre minél több fénykép felvétele a lemezre.

#### 4.3.4. Photo CD paraméterek – példa

*Kodak N2000 hordozható Photo CD-lejátszó (4-2. ábra)*

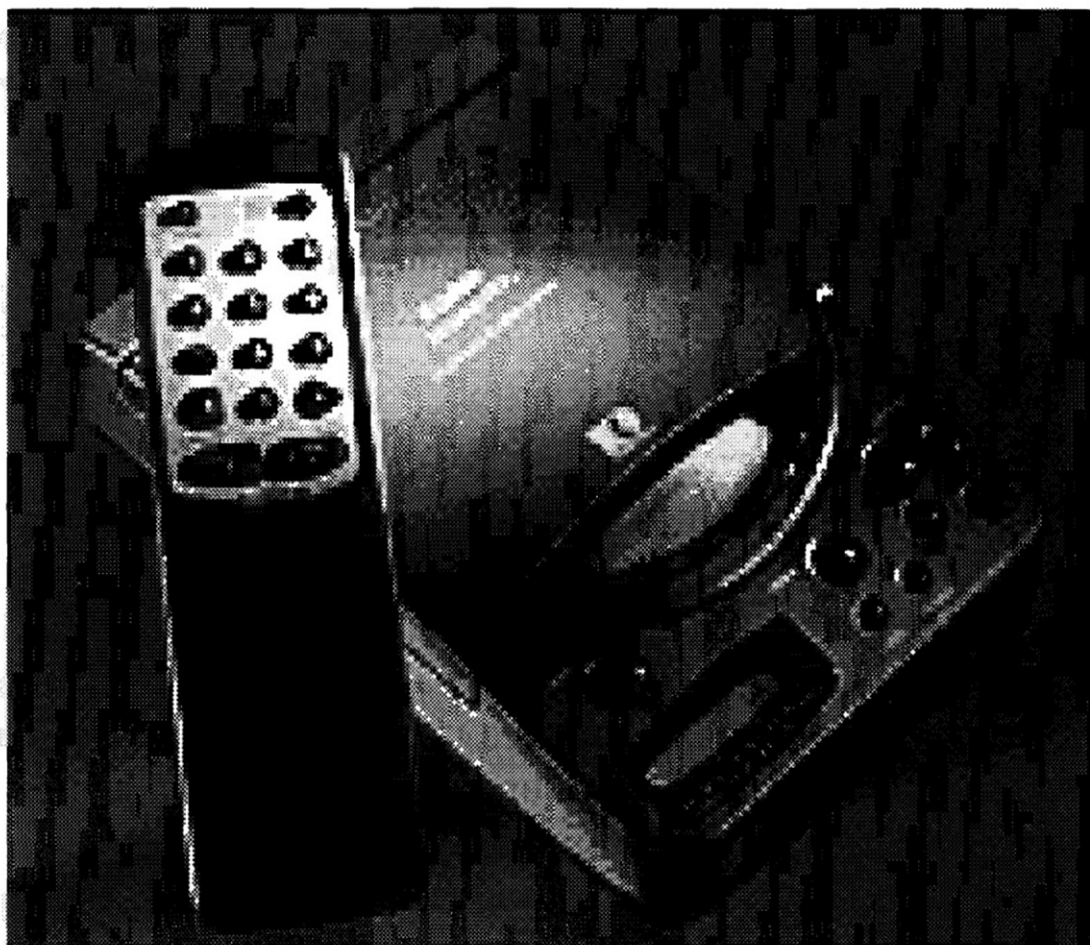
*Lejátszható rendszerek:*

Photo CD, CD-DA

*Photo CD jellemzői:*

fényképelérési idő: 950 msec

üzemmódok: keresés / szerkesztés / lejátszás



4-2. ábra. Kodak N2000 Photo CD-lejátszó

*CD-DA jellemzői:*

18 bites D/A-átalakító

8-szoros túlmintavételezés

frekvenciatartomány: 20 Hz - 20 kHz

jel/zaj viszony (1 kHz): &gt; 90 dB

harmonikus torzítás (1 kHz, 0 dB): &lt; 0,01 %

csatornaszétválasztás: &gt; 50 dB

*Csatolható külső eszközök:*

NTSC TV szabvány

infravörös távvezérlő, huzalos távvezérlő

*Csatlakozók:*

sztereó hangkimenet (2 × RCA)

kompozit videokimenet (CVBS)

S-video kimenet (Y/C)

sztereó fejhallgató kimenet (3,5 mm jack)

*Tápellátás:*

4 db AA méretű elem, 120/7 V 700 mA adapter

*Méretek:*

134 × 199 × 40 mm, 0,68 kg

## 4.4. Videotárolás CD-n

A Video CD-lemez CD-ROM/XA formátumot használ. Ez az egyetlen oka, hogy ez a nagy területet átfogó témakör ebbe a fejezetbe került.

### 4.4.1. Digitális videoalapok

A digitális video megértéséhez először azt kell tisztáznunk, hogy különbségek vannak a televíziós műsorszórás és a számítógépes video között. A videojel átvitelére több módszer alakult ki. Kezdetben az át-

vitel analóg módon történt. Az analóg videojelben minden képkockát váltakozó feszültségű jel ábrázol, melyet analóg hullámformának neveznek. Kompozitjel esetén minden videoösszetevőt (világosság, szín, szinkronizáció) egyetlen jelben összesítenek.

A kompozit videojelet felváltotta az összetevők egyedi jelekben (component video) történő átvitele. Az összetevők meghatározásától függően számos komponens formátum létezik (pl. RGB, YUV stb.). A formátumok mindegyikére jellemző, hogy az analóg jelek generációs másolatai mindig gyengébb minőséget eredményeznek. Az egymás utáni másolatok romlása csak a digitális video megjelenésével szűnt meg.

A digitális video azt jelenti, hogy a videojel minden adatát digitálisan, azaz számokkal ábrázoljuk. A professzionális videovilágban több digitális videoformátum létezik (pl. D1, D2, D3, D5, Digital Betacam stb.). Közös jellemzőjük, hogy a másolat minősége megegyezik a forrás minőségével. A digitális videoinformációt többnyire soros hozzáférésű mágnesszalagon tárolják. Az adathordozó soros elérése több korlátozást is jelent, de lényegesen több adat fér el a szalagon, mint a merevlemezen.

A számítógépes digitális video egyedi képkockák sorozatát jelenti a hozzá tartozó hanggal együtt. Tároláskor minden elemet (képpont vagy hangmintavétel) bitek sorozata jelenít meg. Ezek a bitek többnyire a számítógép merevlemezén vannak tárolva, de egyéb formákban is létezhetnek (CD-R, számítógépes mágnesszalag, CD-ROM stb.). A digitális video rögzítésének, tárolásának és visszajátszásának legjobb módszerét számos kísérlettel próbálták megtalálni. Minden kísérlet közelebb visz a tökéletes megoldáshoz, de egyre több kompatibilitási probléma keletkezik. A Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO) komoly erőfeszítéseket tesz a konfliktusok megoldására, és az egységes, nemzetközileg elfogadott digitális videoszabvány megalkotására.

A digitális video megértéséhez három fontos tényező megismerése szükséges. Ezek a következők:

- a képkockák megjelenítési sebessége,
- színelbontás,
- térbeli felbontás.



### *A képkockák megjelenítési sebessége*

Az NTSC-szabvány nem film videónál másodpercenként 30 képkocka, filmnél pedig 24 képkocka megjelenítését írja elő. A PAL szabványban 25 kép szerepel. A váltott soros letapogatású (interlaced) televíziós rendszerekben minden kép két félképre bomlik, mert először a páratlan videosorok, majd a páros sorok kerülnek a képernyőre. A megjelenítő rendszernek tehát másodpercenként 60 félképet kell biztosítani a televízió számára. Számítógépes rendszerekben a váltott soros letapogatást ma már a folyamatos letapogatás (non-interlaced) váltja fel.

### *Színfelbontás*

Ez a tényező összetettebb, mint megjelenítési sebesség. A színfelbontás a képernyőn egyszerre megjeleníthető színek számát jelenti. A számítógépes rendszerek RGB- (vörös-zöld-kék) formátumot használnak, míg a videoeszközök ettől eltérő komponens formátumot. A két legismertebb komponens formátum az YUV (PAL) és YQI (NTSC). Az emberi szem kb. 4 millió színárnyalatot különböztet meg. Ha a digitális videorendszer nem tud ennyi színt rögzíteni és lejátszani, a kép minőségének romlását érezzük.

Az RGB-rendszerben minden képponthoz megadják a színeket kódoló bitek számát. Az 5:5:5 felbontás azt jelenti, hogy a vörös, zöld és kék színek mindegyikét 5 bittel ábrázoljuk, azaz minden képpont színét 15 bit határozza meg (32 768 színárnyalat). Elterjedt felbontási mód még a 8 bit/képpont (256 szín), 16 bit/képpont (65 536 szín) és 24 bit/képpont (16,7 millió szín). Ez utóbbi felbontást nevezik teljes színhűségnek.

Az YUV (és egyéb) komponens formátumú rendszerben másképp határozzák meg a színeket. Tekintve, hogy az emberi szem érzékenyebb a világosságra, mint a színekre, a képpont színének megadásához szükséges bitek száma csökkenthető, ha több bittel határozzuk meg a világosságot, mint a színeket. Az Y világosság és az U, V színkülönbségi jelek az alábbi képletekkel számíthatók az RGB-jelekből PAL-rendszerben:

$$\begin{aligned}
 Y &= 0,3 \times R + 0,59 \times G + 0,11 \times B \\
 V &= 0,877 \times (R - Y) \\
 U &= 0,493 \times (B - Y)
 \end{aligned}$$

Az YUV formátum megadásához az aránypár alakot használják. A leggyakoribb felbontások: 4:4:4, 4:2:2 és 4:1:1. A 4:2:2 felbontás például azt jelenti, hogy a TV sorban vízszintesen haladva négy képpont világosság értékeihez két-két színekülönbségérték tartozik (a színekülönbségjelek vízszintesen kétszeresen alulmintavételezettek, függőleges alulmintavételezés nincs). Minden képpont világosságát (Y) például nyolc bit határozza meg (összesen 32 bit), a színekhez (U és V) pedig 2 képpontonként 8-8 bit tartozik (2×2 képpont, két színekülönbség jel, összesen 32 bit). Két egymás melletti képpont színe egyforma. A négy képpont színének (világosság és színekülönbség) tárolásához tehát összesen 64 bit szükséges, így egy képpontra átlag 16 bit jut. Másrészt viszont minden képpont színét 24 bit határozza meg (8 bit világosság, 8 bit U és 8 bit V színekülönbség). Alig érzékelhető minőségromlás árán így 33%-os tárolásihely-megtakarítást érünk el.

MPEG tömörítésnél találkozhatunk 4:2:0 aránypárral is, ami nem azt jelenti, hogy nincs V színekülönbségjel. A 4:2:0 jel vízszintesen és függőlegesen is kétszeresen alulmintavételezett, azaz minden második TV sorhoz csak világosságminták tartoznak, színekülönbségminták nem. Emiatt a második TV sorban is az első sor színekülönbség jelei érvényesek.

### *Térbeli felbontás*

A térbeli felbontás arra vonatkozik, hogy milyen nagy a kép a képernyőn. Tekintve, hogy a PC- és Macintosh-gépek átlagos felbontása 640×480 képpont, azt hihetnénk, hogy ez videoszabvány. Ez nem így van, és nem is lehet, hiszen a video 20 évvel előzte meg a PC-t. Sem az RGB-, sem az YUV-rendszerben nincs közvetlen összefüggés az analóg videofelbontás és számítógép képernyőjének felbontása között.

A szabványos analóg videojel NTSC-rendszerben 720 oszlop és 480 sor képernyőre írását teszi lehetővé. A méret PAL rendszerben egy kicsit nagyobb: 720×576. A valóságban ennél kicsit több a sorok, és az

egy sorban lévő képpontok száma, de a képernyőn kívüli területre esik. A képernyőn információt tartalmazó kép mérete ennél kisebb. A 4-7. táblázatban néhány jellemző képméretet láthatunk. Az analóg és a számítógépes video között lévő felbontási különbség miatt az analóg videojel digitális videojellé alakításához konverzióra van szükség, mely többnyire a méret és a felbontás csökkenését jelenti.

Digitális videorendszerekben a térbeli felbontás a rögzítésnél és a lejátszásnál is figyelmet érdemel. Néhány alkalmazás nem igényli a teljes képernyő méretét, vagy az átviteli rendszer nem biztosít kellő sebességet (legalább 2 Mbit/sec) a teljes képernyős megjelenítéshez.

4-7. táblázat. Jellemző képméretek

Képméret	Elnevezés	Alkalmazás, megjegyzés
352×240/288	SIF NTSC/PAL	Fehér Könyv CD, videojátékok
352×480	HHR	VHS megfelelő
480×480	NTSC	Műsorszórás
544×576	Laserdisc, D-2, PAL	Műsorszórás
640×576	PAL	Képpontnégyzet
640×480	NTSC	Képpontnégyzet
720×480/576	CCIR 601 NTSC/PAL	Studio D-1

### *Tömöríteni kell*

A videomegjelenítés tekintélyes tárolási kapacitást és nagy átviteli sebességet igényel. A 4-8. táblázat A oszlopában látható, hogy 640×480 képpontos felbontáshoz NTSC-rendszerben másodpercenként 27 000 kbájt kapacitás illetve átviteli sebesség szükséges, és egy 540 Mbájtos CD-ről csak 20 másodpercnyi videoanyag játszható le (hangról még szó sincs).

Ha csökkentjük az igényeket, és a B oszlopbeli videofelbontással is megelégszünk, az átviteli sebesség 3375 kbájt/sec értékre csökken, és majdnem 3 perc videoanyag fér el a CD-n. Az igények további csökkentésével, és az YUV 4:1:1 formátummal kb. 1,5 Mbájt/sec értékig tudunk lemenni, de még ez is túl sok. Ez a videotárolás és -lejátszás egyik korlátja. A másik korlátot az átviteli sebesség jelenti. Az egysze-

4-8. táblázat. Videokapacitás és átvitelisebesség-igény

	A	B
Képpontok száma egy sorban	640	320
Sorok száma	480	240
Képpontok száma a képkockában	307 200	76 800
Egy képpont színkódja (bájt)	3	3
Képkocka helyigény (kbájt)	900	225
Képkockák száma másodpercenként	30	15
Átviteli sebesség (kbájt/sec)	27 000	3 375
Játékidő (540 Mbájtos CD-n, sec)	20,5	163,8

res sebességű CD-ROM másodpercenként 150 kbájt adatot szolgáltat, a mozgóképhez viszont másodpercenként 26,4 Mbájt kellene. Kézenfekvő, hogy a videoadatokat tömöríteni kell.

A CD-meghajtónak másodpercenként 30 képkockányi adatot kell olvasnia. Egy képkocka tömörített mérete nem haladhatja meg az 5 kbájtot vagy gyorsabb (pl. kétszeres sebességű) CD-meghajtóval kell dolgoznunk. Különböző tömörítési rendszerek jöttek létre eltérő alkalmazásokhoz. Néhány példa a mozgóképek tömörítői közül: Motion JPEG, PLV, Compact Video, Indeo, MPEG, RTV. Ezek közül csak az MPEG (Motion Picture Experts Group) nemzetközileg elfogadott szabvány. A tömörítéssel kapcsolatban a következő jellemzőkkel kell megismerkednünk:

- valós idő,
- szimmetria,
- tömörítési arány,
- veszteség,
- tömörítés képkockák között,
- bitátvitel-vezérlés,
- hardver/szoftver.



### *Valós idő*

A valós idejű tömörítés azt jelenti, hogy 24 vagy 30 képkockányi adatot tudunk másodpercenként rögzíteni, illetve lejátszáskor biztosítani. Néhány tömörítőrendszer mind a rögzítés, mind a lejátszás során képes erre a sebességre, mások csak a lejátszás során tudnak ilyen gyorsan dolgozni. Ha a rendszer nem képes az igényelt képkockát szolgáltatni, a videomegjelenítés felborul, kiesik a szinkronból.

### *Szimmetria*

A szimmetrikus tömörítés azt jelenti, hogy a tömörítés és kibontás időigénye körülbelül egyforma. Az aszimmetrikus tömörítésnél jellemzően a tömörítéshez kell több idő. Az aszimmetriát aránypárral fejezik ki. Ha ez például 150:1, akkor 150 perc tömörítési idő szükséges egy percnyi tömörített videoanyaghoz.

### *Tömörítési arány*

A tömörített videoanyaggal kapcsolatos másik aránypár azt fejezi ki, hogy az eredeti méret milyen mértékben csökkent. Általában a nagyobb tömörítési aránnyal dolgozó rendszerek gyengébb minőséget produkálnak. Az MPEG-rendszer kb. 100:1 mértékben tömörít jó minőségben.

### *Veszteség*

A veszteségi tényező azt határozza meg, hogy az eredeti kép minősége mennyivel romlik a tömörítés és kibontás során. A veszteség szorosan kapcsolódik a tömörítési arányhoz. A videotömörítő-rendszerek mindegyike veszteséggel működik, ezért akkor beszélünk veszteséges tömörítésről, ha a minőség szemmel láthatóan csökken. A mai módszerekkel egy fénykép minőségű felvétel veszteség nélkül csak 2:1 arányban tömöríthető.



### *Tömörítés képkockák között*

A videojelek tömörítésénél megkülönböztetünk képkockák közötti (interframe) és képkockán belüli tömörítést (intraframe). A Motion JPEG jellemzően képkockán belüli módszerrel dolgozik, azaz minden képkockát külön tömörít és tárol, így kb. 20:1 tömörítési arányt tud elérni. Az MPEG ezzel szemben vegyes tömörítési módszert használ. Az MPEG-tömörítés referencia képkocka tömörítésével kezd (képkockán belüli, I képkocka), majd kihasználja, hogy két képkocka között kicsi az eltérés, és csak a különbségeket vagy a feltételezett változáshoz képesti eltéréseket tömöríti (interframe). 10–15 képkocka után ismét egy I képkocka következik. Az elérhető tömörítési arány 200:1.

### *Bitsebesség-vezérlés*

A bitsebesség vezérlése akkor fontos, ha a rendszer korlátozott sávszélességgel rendelkezik. A jó tömörítőrendszerek megengedik a felhasználónak, hogy az átlagos vagy összes adat átviteli sebességét változtassák. Vezérlés nélkül az állandó bitsebességet igénylő alkalmazásokban a tömörített video használata akadályokba ütközik.

### *Hardver/szoftver*

A tömörített videojelek kibontása alapvetően hardver és szoftver úton oldható meg. A hardverkibontás tehermentesíti a központi processzort, gyorsabb és drágább megoldás. A hardverkibontáshoz három rendszer terjedt el: DVI (Digital Video Interactive), Motion JPEG és MPEG.

A Motion JPEG (Joint Photographic Expert Group) az állóképek tömörítésére létrehozott JPEG-szabvány mozgóképek számára módosított változata. Egyszerűbb kibontani, mint a DVI vagy MPEG tömörítést. Az egyszeres sebességű CD-ROM-meghajtókhoz nem alkalmas, mert nem elég nagy a tömörítési aránya.

A szoftver dekódoláshoz a processzor idejét kell használni, emiatt a kibontás lassabb, és csak kevésbé igényes rendszerekhez használható, viszont sokkal olcsóbb, mint a hardverkibontás. Szoftver dekódolású videoformátum pl. a Video for Windows (AVI), Indeo és Quick Time

(MOV). A szoftver dekódolás ugyanazon a számítógépen többnyire kisebb képmérettel és megjelenítési sebességgel dolgozik, mint a hardver dekódolás, ezért erősebb hardverre van szükség (pl. 133 MHz-es Pentium processzor, 2 Mbájtos videokártya).

#### 4.4.2. MPEG tömörítés

Az ISO egyik munkacsoportja (MPEG, Moving Pictures Expert Group) által kiadott tömörített digitális videoadatokra vonatkozó előírások (1988) képezték az alapját az 1992-ben ISO/IEC (International Standards Organisation, International Electrotechnical Commission) szabványként elfogadott MPEG-1 kép és hang tömörítési (kódolási) rendszernek (ISO/IEC 11172). Az MPEG-1 szabvány három részből áll: rendszer- (kép és hang keverve), kép- és hangtömörítés.

A Philips mint az egyik közreműködő vállalat az MPEG-1 videotömörítést alkalmazta CD-I lemezéhez. A C-Cube cég kifejlesztett egy alkalmas kibontó (dekódoló) áramkört, a Sigma Design pedig elkészítette az első hardver MPEG-1 dekóder kártyát PC-hez. Az ipar megmozdult, és az MPEG-1 hamarosan digitális video világszabvánnyá vált. A szabvány hangrésze számos alkalmazásban megtalálható (Video CD, CD-ROM, ISDN, videojátékok stb.).

##### *MPEG-1 hangjellemzők*

A kódolási módszer tervezésekor az emberi hallás ismerete adta az alapot. Az emberi hallásnak számunkra fontos tulajdonsága, hogy nem lineáris és alkalmazkodó hallásküszöbvel rendelkezik. A küszöb alatti hangot nem halljuk. A küszöbszint függ a frekvenciától és az egyedi embertől is. Az alkalmazkodás azt jelenti, hogy a küszöbszint a környezettől függően is változik. Ha a zenekarban az egyik hangszer nagyon hangos, a mellette halkán szóló másik hangszert nem halljuk. Ha ezeket az emberi fül számára nem hallható információkat nem tároljuk, jelentős mennyiségű helymegtakarítást, hat-hétszeres tömörítést érhetünk el. A minőség nem romlik számottevően.

Az érzékelésen alapuló részsáv kódolás (Perceptual Subband Coding) folyamatosan elemzi a bejövő hangot, és meghatároz egy maszkolási

görbét, mely alatt a hallásküszöb miatt nem hallunk hangot. A bejövő jelet frekvenciasávokra osztja, és minden részsáv mintavételezési kvantálását ennek figyelembevételével hajtja végre.

Az MPEG-1 hang számára három réteget (layer) határoztak meg. A rétegek számával nő az elérhető tömörítés, de ezzel együtt a bonyolultság is.

- Az I. réteg a legegyszerűbb, a „fogyasztói” felhasználóknak szánták. 32 azonos szélességű részsávra bontja a hallható hangokat. Az átviteli sebesség 32–448 kbit/sec tartományba esik. A Philips Precision Sub-band Adaptive Coding (PASC) eljárása széles körben elterjedt az USA-ban.
- A II. réteget a fogyasztói és professzionális alkalmazások használják (rádió, televízió, távközlés, multimédia). Az elérhető átviteli sebesség 32–192 kbit/sec (mono) és 64–384 kbit/sec (sztereó) között van. A II. réteg dekódere kb. 25%-kal bonyolultabb, mint az I. rétegé. A kódoló bonyolultságától függően a majdnem CD minőségű hanghoz 256–384 kbit/sec sebesség kell. A MUSICAM vagy Philips MPEG tömörítések minősége jobb, mint az átlagos tömörítéseké.
- A III. réteget MPEG-1 alkalmazások, keskeny sávú ISDN-távátvitel és néhány professzionális hangrendszer használja.

### *MPEG-1 videojellemzők*

Az MPEG-1 tömörítés célja a hang és kép átviteli sebességének 1,41 Mbit/sec értékre csökkentése. Ez a sebesség megfelel a kompaktlemezről olvasott vagy hálózaton átvihető adatok sebességének. Az MPEG-1 videokódolás a CCIR 601 szabvány 165 Mbit/sec sebességű átvitelét kb. 1,15 Mbit/sec sebességre tömöríti (140:1 tömörítés). A hangadatok 1,41 Mbit/sec átvitele kb. 0,22 Mbit/sec értékre csökkenthető (7:1). A kép- és hangadatok közös adatfolyamatában ez a két komponens 1,41 Mbit/sec sebességet tesz lehetővé. Az MPEG-1 tömörítés nem támogatja a váltott soros (interlaced) videót. A kompaktlemezen tárolt digitális video 74 perc terjedelmű lehet.

Az MPEG-1 aszimmetrikus tömörítés, a kódolás sokkal több időt vesz igénybe, mint a dekódolás.

## MPEG-1 videokódolás

Az MPEG-1 videokódolás nagy matematikai apparátust igényel, az eljárás bonyolultsága miatt nem foglalkozunk a részletekkel. CD-ROM, Video CD vagy egyéb tároláshoz a CCIR 601 szabványú videojelet előszűréssel SIF (Source Interchange Format) jellé alakítják. Az eredeti 720 képpont/sor Y (világosság) összetevőjét először 704-re csökkentik, majd felezik (352). A sorok számát is felére csökkentik (NTSC: 240, PAL: 288 sor). Az MPEG-1 tömörítés előtt a színkülönbség összetevőit (U és V) 4:1 arányban összenyomják vízszintes és függőleges irányban is. A videoadat így tizenhatod részére csökken, mely az átviteli sebesség tartásához szükséges (1,2 Mbit/sec).

Az MPEG videokódolás képkockán belül és képkockák közötti különbséget is tömörít. Egy képet a tömörítő algoritmus háromféle módon tud feldolgozni, és ennek megfelelően három különböző képtípust határoztak meg. Az I (intra) kép teljes képkockát kódol. A képkockát legfeljebb 396 makroblokkra tagolják, ahol minden makroblokk mérete  $16 \times 16$  képpont. Minden makroblokkot diszkrét koszinusz transzformációval (DCT, Discrete Cosine Transform) kódolnak.

A P (predicted) kép az utolsó I vagy P képhez viszonyított különbséget kódolja. Először az utolsó I vagy P kép alapján előrejelzik (megjósolják) az új P képet, majd az előjelzés és a tényleges tartalom különbségét tömörítik. Ez az előrejelzési hiba általában sokkal kisebb, mint a két kép közötti különbség.

A B (bi-directional) kép az utolsó, vagy a következő I vagy P képhez viszonyított különbséget kódolja. Hasonló előrejelzéssel dolgozik, mint a P kép, de akár az előző I vagy P képet, akár a következő I vagy P képet használhatja. Ezzel a módszerrel még a P képnél is jobb tömörítést lehet elérni. Tekintve, hogy a B képhez az előző és a következő képkockák is szükségesek, az MPEG képek nem olyan sorrendben vannak tárolva, ahogy a képkockák következnek.

Az MPEG kódoló (tömörítő) a három képtípusból IBBPBBP... vagy IBPBPBBP... sorozatokat állít össze. A sorozatokat képcsoportoknak (GOP, Group of Pictures) nevezik. Az első típusú sorozat dekódolása sokkal bonyolultabb, mint a második típusé, de nagyobb tömörítést lehet vele elérni. Minden 12–15 kép után egy I kép új szekvenciát kezd,



azaz 12–15 képkockánként egy teljes kép tömörítése következik. A video dekódolása csak I képpel kezdődhet. Az MPEG video véletlen indítású lejátszásakor meg kell várni egy I kép érkezését. A dekóder hamarabb elkezd dolgozni, mint a képkockák kijelzése elkezdődik.

### *MPEG fejlesztés*

Az ISO és IEC 1994 végén öt napon keresztül tárgyalt az MPEG-1 továbbfejlesztéséről, melynek eredménye az MPEG-2 (ISO/IEC 13818) munkacsoport megalakulása lett. Az MPEG-1 tömörítéshez képest a fontosabb különbségek:

- opcionális alacsonyabb mintavételi frekvenciák (16, 22,05 és 24 kHz),
- pszicho-akusztikus többcsatornás kódolás,
- a váltott soros video kódolásának támogatása,
- HDTV-támogatás (a jövő televíziója),
- nagyobb átviteli sebesség (4 Mbit/sec felett videónál).

A fejlődés nem állt meg az MPEG-2-nél. Az újabb változatok nem a meglévő tömörítések tökéletesítését, hanem más alkalmazási területek meghódítását tűzték ki célul. Jelenleg az MPEG-4, MPEG-7 és MPEG-8 változat fejlesztése folyik.

### **4.4.3. Laserdisc (LD)**

A Laserdisc lemez a Philips fejlesztése, a digitális hangot (CD-DA) és az analóg képet (Laser Vision technológia) ötvözi. Tekintve, hogy a lemezen analóg képet kódolnak, kompatibilitási problémák jelentkezhetnek a különböző LD-lejátszók és -lemezek között az eltérő televíziós rendszerek miatt. Az LD formátumot CD-Video-lemezként is ismerik.

Az LD-lemezt is lézersugár tapogatja le, mint a CD-DA-lemezt. Az LD-lejátszó képes a CD-DA-lemez lejátszására is. A Laserdisc különlegessége, hogy a digitális hanggal szemben a videojel analóg formában kódolt. Az analóg és digitális jelek kombinálásával a rendelkezésre álló lemezfelület jól kihasználható. Hosszabb játékidő érhető el, mintha a



képet is digitálisan tárolnánk. Az analóg képtárolás igen jó minőségű felvételt eredményez, a kép élessége és részletgazdagsága meghaladja az átlagos videomagnó felvételét. Az analóg videojel feldolgozásból hátrány is következik: a rendszer televíziószabvány-függő lett. A PAL-lemez nem játszható le NTSC-lejátszón és viszont. Léteznek olyan LD-lejátszók, melyek több szabványban is tudnak olvasni.

A Laserdisc lemez három méretben készül, különböző alkalmazási területekhez. Az LD-lejátszó természetesen mindhárom méretet képes kezelni.

- *Laserdisc single (CD-Video, CDV5 lemez)*

Az arany- vagy ezüstszerű 12 cm átmérőjű lemez 6 percnyi videót és 20 percnyi hangot tud tárolni. A hangadatok a lemez belső, a kép-adatok pedig a külső sávokban találhatóak, így a hangot bármely CD-DA-lejátszó is képes visszaadni.

- *Laserdisc EP*

Hosszabb programok lejátszására a 20 cm átmérőjű EP-lemez ajánlott. Ez a lemez kétoldalas is lehet, így 40 percnyi videoanyag fér rá. A kétoldalas lemezt két egyoldalas lemez összeragasztásával állítják elő.

- *Laserdisc LP*

Teljes koncert, opera vagy film tárolásához a 30 cm átmérőjű kétoldalas LP lemezt fejlesztették ki. Az LP-formátum terjedt el legjobban. A két oldalon együtt kétórás video- és hanganyag rögzíthető.

Az LD-lejátszók általában állandó kerületi sebességgel (CLV), és állandó szögsebességgel (CAV) is képesek forgatni a lemeztányért. Az állandó fordulatszám (CAV) jelenti az alaphelyzetet, ebben a módban a lejátszó minden tulajdonsága kihasználható. A CAV jobb minőséget jelent, de rövidebb a játékidő, mert a lemez felületét rosszabbul használja ki. Az LD-lemez CLV-módban 11 m/sec kerületi sebességgel forog. A lejátszóba tett lemezt a rendszer felismeri, és a lemez hang CD esetén 550 ford/perc, Laserdisc single esetén 2700, LP esetén pedig 1800 ford/perc fordulatszámmal indul. A CAV-sebesség 1800 ford/perc.

A Laserdisc gyártásánál a videojel világosság, szín, fekete szint és szinkronizációs információt tartalmaz analóg módon. A videojellel először egy vivőt modulálnak frekvenciában, hogy állandó amplitúdójú jelet kapjanak. A modulált analóg képjelhez keverik a digitalizált hangjelet. A digitalizált hangjel impulzusszélesség modulációval (PWM) áll elő, melynél egy igen gyors bitfolyam impulzusszélessége hordozza a hangot. A PWM hangjel ráül az igen stabil FM-videojelre. Az új jel mindkét félhullámát igen pontosan vágják, és ezt a jelet használják a mesterlemezen lyukak beégetésére.

Az LD olvasásakor a lyuksorozatról visszavert fényt fényérzékelő diódák érzékelik. Az olvasott jel hang- és képdemodulátor áramkörre jut. A hangdemodulátor a lassan változó hangjelet leválasztja, és a szokásos CD-áramkörökkel hanggá alakítja (CIRC és D/A-átalakító). A képdemodulátor a gyorsan változó képjelre érzékeny. A szinkronizációs jelek esetleges hibájának korrigálása után a videojelet RGB-összetevőkre bontják a legjobb képminőséget biztosító RGB TV csatlakozáshoz.

A Laserdiscen három különböző hangrendszer anyaga lehet. A hangrendszerek nem keverhetők tetszőlegesen. A megengedett kombinációk NTSC-lemezen:

- két analóg csatorna (ma már nem gyártják),
- két analóg + 2 tömörítetlen digitális csatorna,
- egy analóg + 2 tömörítetlen digitális + 5.1 Dolby digitális csatorna,
- két analóg + 5.1 DTS csatorna.

PAL lemezen:

- két analóg csatorna (ma már nem gyártják),
- két tömörítetlen digitális csatorna.

A hangcsatornák számára a Dolby B-hez hasonló zajcsökkentő rendszert dolgoztak ki (CX), mely a lejátszón kapcsolható be vagy ki. A CX-rendszer Dolby lemezeken nem használható. A tömörítetlen digitális csatornák megfelelnek a CD-DA-lemez hangcsatornáinak. A Dolby digitális csatornák (Dolby AC-3) új hangrendszert alkotnak, melyet az LD-lemezen kívül a DVD-lemezeken találunk meg. Az AC-3 az NTSC-

lejátszó jobb analóg hangkimenetét foglalja el. Ezen a kimeneten 384 kbit/sec sebességű 5+1 csatornás kódolt adatfolyamot ad ki a lejátszó. A rendszert olykor 5.1 csatornásnak is nevezik, mert az öt teljes sáv-szélességű (5–20 000 Hz) csatornán kívül (bal első, közép első, jobb első, bal hátsó és jobb hátsó) egy hatodikat is tartalmaz mélysugárzók számára (2–120 Hz). A DTS (Digital Theater Systems) új hangrendszer NTSC LD-lejátszók számára, a Dolbyhoz hasonló hangcsatornákkal rendelkezik.

#### 4.4.4. DVI

A DVI (Digital Video Interactive) kódoló algoritmus nagy felbontású és hosszú játékidőjű teljes mozgású video és hang tárolására szolgál kompaktlemezen. A DVI volt az első rendszer, mely tömörített teljes képernyős digitális videoadatokat tárolt. Az RCA cég 1987-ben mutatta be DVI rendszerét. A teljesítményjellemzők (másodpercenként 30 képkocka, 320×240 képfelbontás) elmaradnak a Laserdisc jellemzőitől, de a DVI lemez fordulópontot jelentett a CD-ROM digitális video világában.

A DVI saját hardverrel olvassa a lemezt, melynek az I750 Intel áramkör a motorja. A videoadatok tekintélyes tárolási kapacitást és nagy átviteli sebességet igényelnek. A DVI úgy oldja meg az átviteli sebesség problémát, hogy az adatokat lemezre írás előtt tömöríti, olvasáskor pedig kibontja. A kibontás valós időben folyik, hiszen a képkockákhoz folyamatosan biztosítani kell az adatokat. A CD-meghajtónak másodpercenként 30 képkockányi tömörített adatot kell olvasnia, ezért a képkocka tömörített mérete nem haladhatja meg az 5 kb-ot. A DVI mesterlemez készítésénél olyan tömörítést használnak, mely a képkocka méretét 5 kb-átra nyomja össze (az új jelenet első kockájához 15 kb-ot kell).

Az adatok kibontását a CD lejátszásakor videoprocesszor végzi. A képpontprocesszor futtatja a kibontó algoritmust szoftverben. A kimeneti kijelzőprocesszor meghatározza a felbontási módot és a képpontformátumot. A felbontás 256–768 képpont/sor között változik, a sorok száma legfeljebb 512 lehet. A képpontformátum képpontként 8, 16 vagy 24 bitet használhat. A hang kódolása ADPCM-

rendszerben történik. A DVI-lemez, a CD-I-lemezhez hasonlóan különböző hang-sáv szélességet és dinamikatartományt használhat.

A DVI-lemezen 74 perc játékidő fér el, a tárolási kapacitást megosztják a kép és hang között. A DVI-meghajtó használatához is esz-közmegehajtó program szükséges.

#### 4.4.5. Video CD



A Video CD technológia lineáris (teljes mozgású) videofelvételek teljes képernyős lejátszására szolgál. A lemezen tömörített kép és hangadatok találhatók, melyek több rendszerben is lejátszhatók. A Video CD-re vonatkozó előírások kidolgozásában több cég is részt vett (Matsushita, Philips, Sony és JVC), az elkészült anyagot a Fehér Könyvben adták közre 1993-ban. A Video CD a karaoke CD-formátumra épül, melyet néhány videomagnó stílusú vezérlési lehetőséggel bővítettek (gyors előre/hátra, keresés, lassítás, szünet). A Video CD egyik nagy előnye, hogy világszabvánnyá vált.

Az eltelt időben a Fehér Könyvnek több változata is megjelent. A legtöbb Video CD két változathoz tartozik. Az 1.0 változat előírásainak megfelelő zenei videók a lemezt sávokra tagolják, és nem használhatók fejezetjelölések. Az 1.1 változathoz tartozó filmek egyetlen sávot foglalnak el, de fejezetjelölés lehetséges. A 2.0 változatú lemezeket nehezebb előállítani, de sokkal érdekesebbek és professzionális alkalmazásokhoz is használhatók. A Video CD fejlesztése a 2.0 változattal befejeződött. Lássunk néhány fontosabb 2.0 lemezképességet:

- állóképek, melyeket menüként is használhatunk,
- „forró pontokkal” (hotspots) egyszerű és gyors beavatkozási lehetőség,
- lejátszási lista, mellyel előre meghatározzuk a lejátszandó videojeleneteket, állóképeket vagy hangot,
- CD-DA-hangsáv az MPEG sávok után,
- keresőtáblák minden lejátszó rendszerben a gyors előre- és hátrakereséshez.

A Video CD szektorok felépítése a CD-ROM/XA formátummal egyezik (2. mód, 2. formátum). A videoinformációt MPEG-1 tömörítési



technikával tárolják, kb. 74 perc hosszúságú VHS minőségű film rögzíthető egy lemezre. A hanginformáció MPEG-1 II. rétegű tömörítéssel van tárolva, és majdnem CD-DA minőségben játszható le.

A Video CD-lemez CD-I hídlemez. Ez azt jelenti, hogy dedikált Video CD-lejátszóval, Video CD-t támogató számítógépes rendszerrel és digitális videokazettát tartalmazó CD-I lejátszóval egyaránt használható. A dedikált Video CD-lejátszó nem általános célú eszköz, csak a Video CD-lemezt fogadja el. Ha a számítógépes rendszer meghajtója CD-ROM/XA formátumú, rendelkezik MPEG-dekóderrel, és lejátszóprogrammal, akkor alkalmas a Video CD lejátszására. A lejátszóprogram lehet a hardverbe építve, vagy önálló program a kompaktlemezen vagy a merevlemezen. A számítógép sokkal több szolgáltatást nyújt, mint a dedikált Video CD-lejátszó. A videolejátszó három módon vezérelhető. Mindhárom módban az alapkonfiguráció egy videolejátszót és videomonitorot tartalmaz:

- vezérlés a lejátszó kezelőszerveivel, távvezérlő egységgel, vonalkódolvasóval,
- vezérlés a Video CD-lemezen lévő számítógépes programmal (ritkán használják, mert különleges lejátszót igényel),
- vezérlés a videolejátszóval összekötött számítógéppel. A videoképek szokás szerint a videomonitoron, a számítógépes adatok a számítógép monitorján jelennek meg.

A Fehér Könyv meghatározza az állományok szerkezetét, és az átlapolt MPEG video- és hangszektorok indexelését, továbbá az MPEG-paramétereket is:

- **Hangkódolási módszer:** MPEG-1 II. réteg
  - Mintavételezési frekvencia: 44.1 kHz
  - Bitsebesség: 224 kbit/sec
  - Módoak: sztereó, két csatorna vagy intenzitás sztereó
- **Videokódolási módszer:** MPEG-1
  - Engedélyezett mintavételek:
    - 352 képpont × 240 sor × 29.97 képkocka (NTSC)
    - 352 képpont × 240 sor × 23.976 képkocka (NTSC film)



- 352 képpont  $\times$  288 sor  $\times$  25 képkocka (PAL)
  - Maximális bitsebesség: 1.1519291 bit/sec
- **Ajánlások:**
  - képlépték: 1.095 (352  $\times$  240) vagy 0.9157 (352  $\times$  288)
  - az I képek legalább 2 másodpercenként ismétlődjenek.
  - Álló képek: (csak képkockán belüli tömörítéssel)
- Normál felbontás: 352  $\times$  240/288 (maximum 46 Kbájt kódolt méret)
- Dupla felbontás: 704  $\times$  480/576 (maximum 224 Kbájt kódolt méret)

A Video CD egyik jellemző tulajdonsága a többszörös sávok használata. Az első sáv a következő adatokat tartalmazza:

- CD-I alkalmazói program. Jelenléte kötelező, mert ez biztosítja, hogy a Video CD-lemezt CD-I-lejátszó használni tudja. Egyéb rendszerek működőképességüket más módon biztosítják (pl. másik lemezről vagy egyéb adathordozóról töltenek be programot).
- Sávinformáció, mely leírja az összes sáv tartalmát (cím, szerző, előadók stb.). Az információ nem kötelező, valójában csak a karaoke és zenei videóknál fontos.
- A gyors előre- és hátrakeresést lehetővé tevő táblázat. A táblázatban minden szektor- és képcím megtalálható, melyektől a videót indítani lehet. A táblázattal elkerülhető az MPEG adatfolyamban történő keresés. A keresőtábla leírását nem határozza meg a Video CD 1.1 változata, de gyakorlatilag minden lemezre ráviszik a CD-I-lejátszók számára.
- Belépési címek a lemez belépési pontjához. Minden sávban 98 belépési pont lehet, a teljes lemezen azonban legfeljebb 500 (a sávok kezdetét is tartalmazza). A felhasználó igen gyorsan bármelyik belépési pontra léphet kezelőszervről vagy menüprogramból. Nem minden lejátszórendszerben vannak belépési pontok (a sávkezdetétől eltekintve).

Ha a Video CD-lemezt multimédiás PC CD-ROM meghajtójával akarjuk olvasni, szükségünk van egy MPEG dekóder kártyára (pl. Spea

Showtime Plus Card). A mozgófilmek televíziós vagy annál jobb felbontásban láthatók.

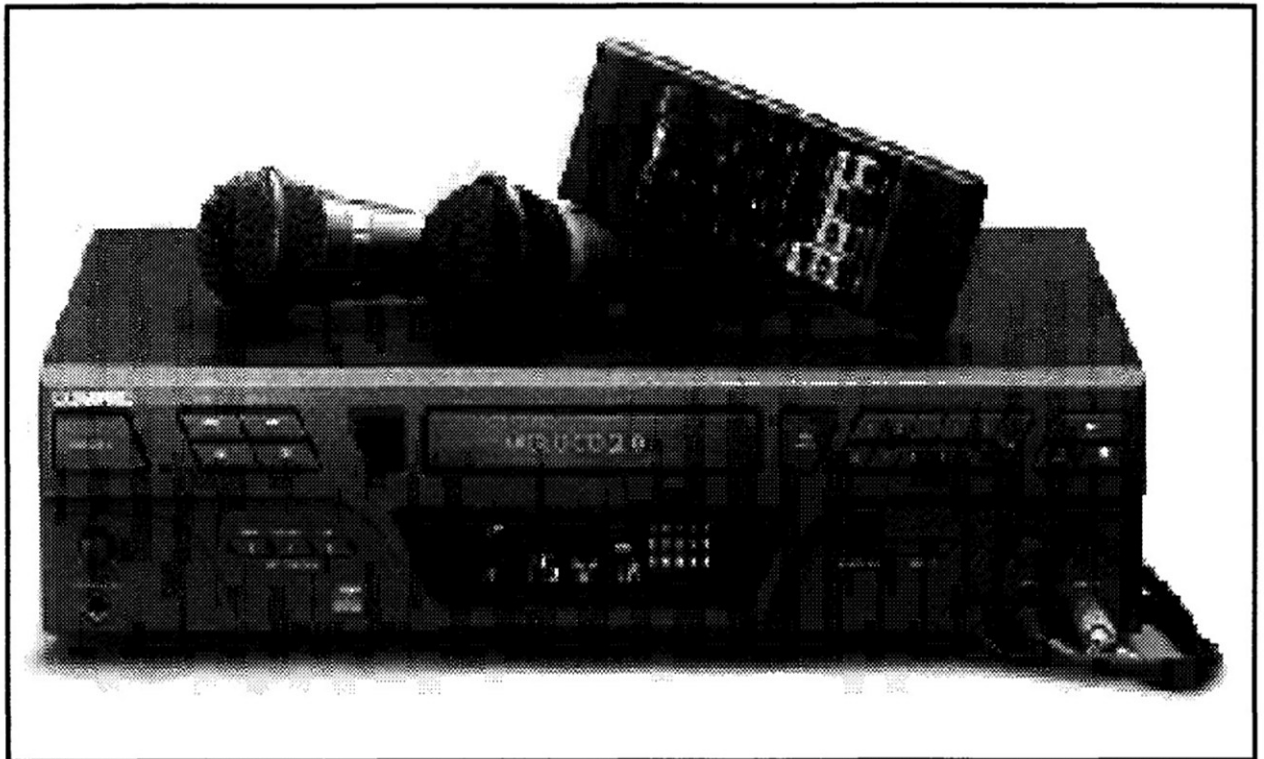
A Video CD gyártásának első lépése a lemez tartalmának és felépítésének meghatározása. Ez tartalmazza a sáv/fejezet tagolást, a hangsávok tervezését, és az operációs rendszer függő bővítéseket (pl. CD-I programok). A video forrásanyagot ezután kódolni kell MPEG-1 formátumba. Az MPEG kódolók közötti választáshoz egy sor kérdésre kell választ adnunk. A gyártáshoz létre kell hoznunk egy videoszalagot. A szalagot egy mesterkészítő stúdióban beégetik. A kész Video CD-lemezt ezután már nem lehet módosítani.

#### 4.4.5.1. Video CD-paraméterek – példa

*COMPRO VCP-120K (ACS IIPL) Video CD lejátszó (4-3. ábra)*

*Lemezformátumok:* Video CD 2.0 változatig, CD-DA, CD-I filmek  
CD-G (opcionális)

*Előlapfunkciók:* kijelző (színes grafikus fluoreszkáló)  
karaoke (funkcióvezérlés, két mikrofon, hang-erőállítás)



4-3. ábra. COMPRO VCP-120K Video CD-lejátszó

<i>Kezelőszervek:</i>	lejátszás/szünet, megállás, kidobás, ugrás előre/hátra, lépés előre/hátra, időkijelző, program, képernyőn szövegkeverés, lejátszásvezérlés
<i>Távvezérlés:</i>	minden kezelőszerv + visszhang, vokál, surround hang
<i>Videojellemzők:</i>	MPEG-1 szabvány 352 × 240/288 (NTSC/PAL) vagy 704 × 480/576 automatikus vagy kézi szabványváltás (NTSC/PAL) többnyelvű kijelzés a képernyőn (On Screen Display)
<i>Hangjellemzők:</i>	MPEG-1 CD-DA: jel/zaj viszony: > 90 dB frekvenciamenet: 20-20 kHz 1dB harmonikus torzítás: < 0,08% (1 kHz) dinamikatartomány: > 90 dB csatornaszétválasztás: > 80 dB (1 kHz) mintavételezés: 44,1 kHz × 8 (túlminta)
<i>Bemenetek:</i>	sztereó BBE II bővítés, surround hang AUX IN (RCA video, RCA sztereó hang) Mikrofon (2 db, külön vezérléssel)
<i>Kimenetek:</i>	vonali kimenet (RCA sztereó hang) monitor kimenet (kompozit, S-video) nagyfrekvenciás (PAL D/K-B/G, NTSC 3/4)
<i>Teljesítményigény:</i>	20 W aktív módba, takarékos üzemmód
<i>Méretetek:</i>	420 × 100 × 302 mm, 4,5 kg

#### 4.4.5.2. Kérdések és válaszok

*Le tudom játszani a Video CD (vagy CD-I)-lemezt PC gépemen?*

A válasz: valószínűleg igen. Az biztos, hogy Video CD- vagy CD-I-lemez lejátszásához szükség van egy MPEG-dekóderre. Szoftverdekóderrel csak Pentium gépen érdemes próbálkozni. Hardverdekóderrel már egy 486-os PC is működőképes. Az MPEG-dekóder megléte csak szükséges, de nem elégséges feltétel. Hardver, szoftver, meghajtóprogram és konfigurációs beállítások is kellenek, hogy megszólaljon (képben és hangban is) a Video CD. A dolog azért nem egyszerű, mert négy különböző formátum létezik.

- Zöld Könyv a korai (1993 előtti) Philips CD-I-lemezek előírásait tartalmazza. A lemez tartalmát PC-katalógusrendszerben nem látjuk, mert nem ISO 9660 formátumban van. Néhány CD-gyártó a meghajtó hardverbe beépíti a CD-I támogatást is. Ha a meghajtónk nem rendelkezik ilyen képességgel, „MMSYSTEM001: External Error” (külső hiba) üzenetet kapunk.

A Windows 3.1 rendszer MSCDEX.EXE programját használó CD-meghajtók képesek a Zöld Könyv szerinti lemezeket lejátszani. A Windows 95 azt hirdeti magáról, hogy teljes mértékben kompatibilis a Windows 3.1 változattal. Kivéve ezt az egy tulajdonságot: nem tudja elolvasni a CD-I-lemezeket. A Windows 95 rendszerben továbbá az IDE CD-ROM nem osztozhat a merevlemezzel közös csatornán. A CD-ROM-meghajtót a másodlagos csatornára kell csatlakoztatni, ha van ilyen.

- Fehér Könyv (1.1 változat) az 1993 utáni CD-I- és Video CD-lemezekhez. A katalógus olvasható, az állományok DAT kiterjesztésűek.
- CD-I Games. A játéklemezek nem játszhatók le PC-gépen, hacsak nem vásárolunk Philips gyártású különleges kártyát hozzá.
- A Fehér Könyv 2.0 változata, az 1.1 változat továbbfejlesztése 1996 utáni lemezekre vonatkozik. A lemez katalógusállománya olvasható, az adatok DAT kiterjesztésűek.

A Video CD- és CD-I-lemezek lejátszásához tehát az MPEG-dekóderon kívül szükség van egy meghajtóra és egy programra is, melyek támogatják ezeket a formátumokat.

# 5. Írható CD-lemezek

---

Az eddig tárgyalt kompaktlemezek (a Photo CD kivételével) csak olvasható lemezek. Ez azt jelenti, hogy a lemezekről CD-olvasóval vagy meghajtóval adat csak olvasható, információt felírni nem lehet. A csak olvasható lemezek előnye, hogy sok másolat esetén a mesterlemez elkészítése után a préselési technika igen gyors és olcsó sokszorosítást tesz lehetővé. A csak olvasható tulajdonság hátrányos, ha kevés másolatra van szükség, mert a mesterlemez drága, és elkészítése sok időt vesz igénybe. Előnyösebb lenne ilyen feladatokra az egyedileg írható lemez. Az írható lemezek előnyei három fő alkalmazási területen kamatoztathatók:

- adatok tárolása különböző időpontban felírt információk esetén (Photo CD-lemez, rendszeres növekményes adatmentés),
- CD-lemezek fejlesztésekor tesztcélok (prototípus, béta teszt, mesterlemezhez forrás adathordozó),
- kevés példányszámú termékek terjesztése, melyeknél a préselt technika gazdaságtalan. 200-nál kisebb példányszám esetén az írható CD olcsóbban állítható elő. 500 példány felett viszont a préselt lemez költsége kedvezőbb.

A Philips és Sony által 1990-ben kiadott Narancs Könyv előírásai új CD-típusokat határoznak meg, melyre a felhasználó hang- vagy adatinformációt tud írni. A Narancs Könyv előírásai kiterjednek a lemez fizikai szerkezetére és méretére, és a lemez felületének felosztására is. A könyv I. fejezete a CD-MO-(magneto-optikai) lemezre vonatkozik.



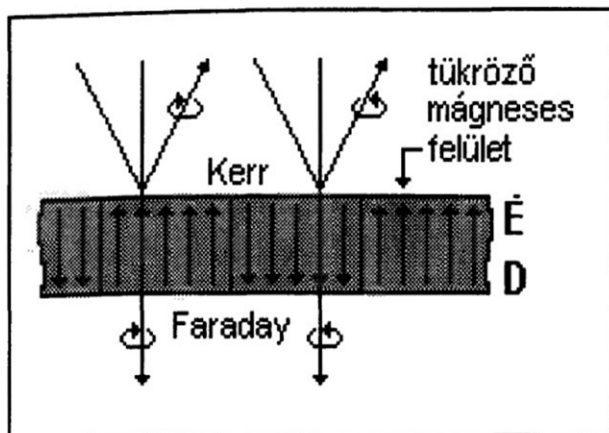
Ez a lemez írható, törölhető és újraírható. A II. fejezet az egyszer írható lemezek előírásait tartalmazza. A lemeznek több neve is van. Kezdetben WORM-nak nevezték (Write Once Read Many, egyszer írható, sokszor olvasható), majd CD-WO (egyszer írható), végül CD-R (Recordable, írható) nevet kapott. A CD-R-lemezek tartalma felírás után nem módosítható többé. A III. fejezet a nem mágneses elvet használó újraírható lemezt határozza meg, melyet CD-E (Eraseable, törölhető), majd CD-RW (ReWriteable, újraírható) néven ismerhetünk. A Narancs Könyv tartalmazza a többszekciós (multi-session) lemezek használatának leírását, melyek tartalma több menetben (időben és tartalomban elválasztva) vihető fel. A többszekciós lemezek legismertebb típusa a Kodak Photo CD-lemez.

Az utóbbi időben az írható CD-k új területen is hódítanak: biztonsági mentés céljára is kiválóan megfelelnek. A két mentés közötti idő általában rövid. A mentendő adatokat nem érdemes külön szekcióba tárolni, mert a szolgálati információk több helyet foglalnak el a lemezen, mint a tárolandó adatok. Néhány CD-R-készülék képes növekményes írásra, azaz elég csak a legutolsó mentés óta változott adatokat felírni. Ezt a módszert használva az írás befejezésekor sem a lemezt, sem a szekciót nem zárják le. A következő mentés az előző után íródik, és nem veszünk el lemezfelületet. A módszer hátránya, hogy a lemezt csak az a meghajtó és alkalmazói program tudja elolvasni, mellyel a mentés készült.

## 5.1. CD-MO

A magneto-optikai lemez írható, törölhető és újraírható. A CD-MO felvételi technológia egyesíti a mágneses jelrögzítés írási és törlési előnyeit a lézertoptika nagy írássűrűségével. A hagyományos optikai tárolók (CD-DA, CD-ROM) csak a lézerfény visszaverődési és kioltási (interferencia) tulajdonságait alkalmazták a lemezen tárolt információ olvasásához. A magneto-optikai lemezek ezzel szemben a fény mágneses térbeli viselkedését is az adattárolás szolgálatába állítják.

Három, már korábbról ismert hatásról kell néhány szót ejtenünk a tárolási elv megértéséhez. Ha a fényt elektromágneses hullámként ér-



5-1. ábra. Kerr- és Faraday-hatás

telmezzük, ez a hullám három térbeli síkra bontható (X, Y és Z). Ha a fénynyaláb csak egy komponensű (X, Y vagy Z), lineárisan polarizált fényről beszélünk. A lézer fényforrás kb. 80%-ban lineárisan polarizált sugarakat bocsát ki. Az összetevő hullámsíkok mágneses tulajdonságára vonatkozik a Kerr-hatás. Ha egy mágnesesen polarizált tükröző felületre a polarizációra nem merőlegesen fény esik, a visszavert fény polarizációs síkjai elfordulnak, elcsavarodnak. Az elfordulás mértéke kb. 0,7 fok, iránya (jobbra/balra) pedig a mágnesezettségtől függ. A lineárisan polarizált fény visszaverődésekor az elfordulás irányától függően megjelenik valamelyik hiányzó összetevő. Ha ezt a hiányzó összetevőt érzékelni tudjuk, ebből megállapítható a visszaverődést okozó felület mágneses polaritásának iránya. A fény útjába helyezett polarizátor résekkel vagy prizmával kiszűrhető a keresett összetevő a visszavert fényből, és így az érzékelés visszavezethető fényerő-érzékeléssé.

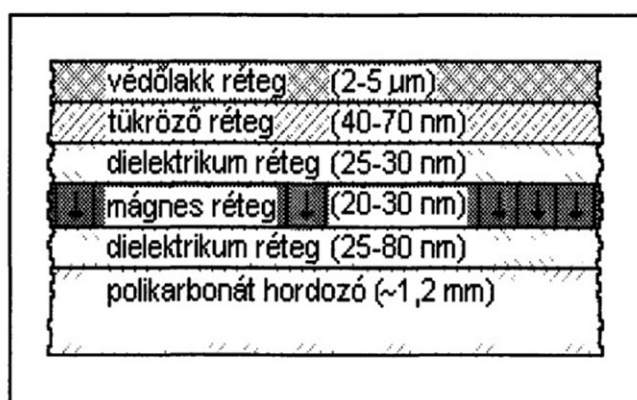
A Faraday-hatás a mágneses térerővel rendelkező átlátszó anyagok és a fény kapcsolatára vonatkozik. A fény polarizációs síkjai ilyen anyagban áthaladva a Kerr-hatással azonos irányban elfordulnak. Ez a hatás a CD-MO-olvasóknál a fénysugár erejének növelésére alkalmazható.

A harmadik jelenség a CD-MO-lemezekre történő írást könnyíti meg. A CD-MO-lemez felületén a mágneses domének egy csoportjának állása megfeleltethető lyukaknak és ép felületeknek. Lemezre íráskor a mágnesezettség irányát változtatjuk meg, azaz pl. az É/D irányú doméneket D/É állásba billentjük át. A mágneses anyagok melegítésekor elérünk egy hőmérsékletet (Curie-pont), mely felett a mágnesezettség iránya igen kevés energiával megváltoztatható. Ha nagy ener-

giájú lézersugárral felmelegítjük a mágneses réteget, gyenge külső mágneses térrel mindkét irányba beállíthatók a domének. A mágneses anyag lehűlése után a mágnesezettség iránya megmarad.

### 5.1.1. CD-MO adathordozó

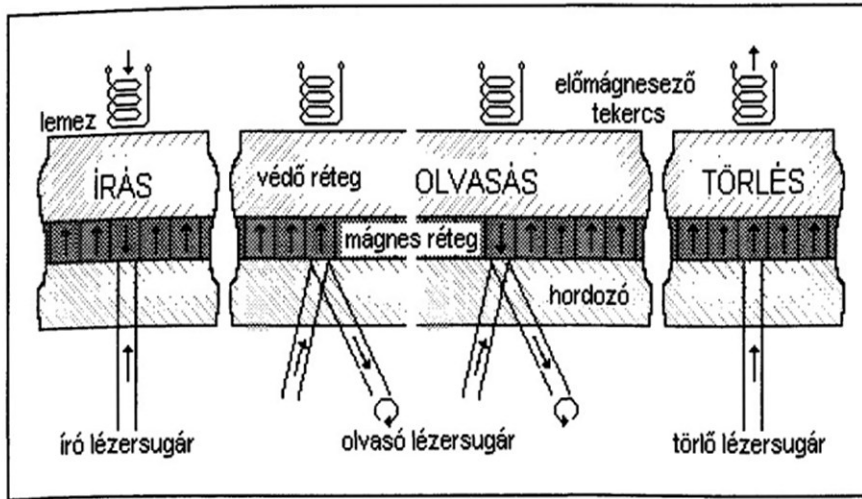
A CD-MO adathordozó többrétegű szendvics szerkezetű. A polikarbonát hordozó határozza meg a lemez vastagságát, az erre épülő rétegek vastagsága elhanyagolható a hordozóhoz képest (l. 5-2. ábra). A mágneses tároló réteget szigetelő (dielektrikum) fogja közre, melynek feladata részben a lézersugár kettős törésének kompenzálása, részben pedig az oxidációra hajlamos mágnesréteg megvédése. A felső szigetelőt tükröző arany- vagy alumíniumréteg fedi, ez veri vissza olvasáskor a lézersugarat (ha az olvasás a hordozó felüli oldalról történik).



5-2. ábra. CD-MO lemezzrétegek

Az elemi mágnesek függőlegesen állnak, míg a hagyományos mágneses jelrögzítésnél az elemi mágnesek a hordozó felületével párhuzamosan helyezkednek el. A függőleges doménszerkezet különleges kristályszerkezetű ferrimágneses ötvözet katódporlasztásával alakítható ki. A katódporlasztás során a fémréteg felvitelekor a réteghordozó hőmérséklete nem nő meg jelentősen. Erre szükség is van, mert a polikarbonát hordozó 120–140 °C hőmérsékleten már képlékennyé válik.

A CD-MO-lemez gyárilag előformázott csak olvasható, és a felhasználó által írható, törölhető és újraírható részből áll. Az előformázás a lemezre préselés útján felvitt barázdákat jelent, melyek megvezetik az író/olvasó fejet, lehetőséget adnak a lemez címzésére, és a lemez meg-



5-3. ábra. CD-MO írás, olvasás és törlés

hajtók közötti mechanikus kompatibilitást biztosítják. A hardver szektorcímezésnek nevezett módszerrel a lemezre spirálisan vagy koncentrikusan felvitt barázdákba írt információból az MO-lejátszó automatikusan követheti a lemezen lévő adatokat és azok címét. Az előformázásról a CD-R-lemeznél részletesebben lesz szó. A tárolókapacitást nem csökkenti az előformázáskor felvett információ, mert az adatok és a címek egymástól függetlenül olvashatók.

A lemez írása és olvasása mind a hordozó-, mind a védőréteg felől történhet. A kombinált fejet általában a hordozó felől találjuk meg (l. 5-3. ábra). Íráskor 3–10 mW teljesítményű, 850 nm hullámhosszú AlGaAs (alumínium-gallium-arzén) lézer fókuszált sugarával felmelegítjük a mágnesréteg egy domén csoportját a Curie pontig (120–200 °C). A doméncsoport polaritását egy 100–400 Oersted erősségű külső mágneses tér billenti át. A mágneses teret gerjesztő tekercs az írófejjel szinkronban mozog. A doméncsoport mérete kisebb, mint a hagyományos mágneses jelrögzítéssel elérhető egység, ezért a felvételi jelsűrűség növelhető. Olvasáskor a gerjesztő tekercs nem kap áramot, és a lézersugár teljesítményét is lecsökkentik 0,7 mW alá. Ekkora teljesítmény mellett a mágnesréteg jelentős felmelegedésével nem kell számolnunk. Az olvasó lézersugár polarizációs síkjának elfordulása a mágnesfelület polaritásától függ. A törlés nagyon hasonlít az íráshoz, ezért sokszor újraírással jár együtt.



Teszteléssel bizonyították, hogy az adatok törlése és újraírása több mint 10 millió alkalommal lehetséges. Az MO-lemez várható élettartamát 10 évre becsülik.

Több különböző CD-MO-formátumot vezettek be a piacra, melyek egymással nem kompatibilisek. A Narancs Könyv I. fejezetében fektették le a szabványosítás alapjait 1990-ben. Tekintve azonban, hogy az adatok olvasásakor nem a visszavert fényerő változását érzékeli az olvasó elektronika, hanem a fény polarizációs síkjának elfordulását, a CD-MO-lemez hagyományos CD-DA- vagy CD-R-meghajtókkal nem olvasható. A CD-MO-lemez csak olvasható tartományát látja a CD-DA-lejátszó. A CD-MO-meghajtó viszont képes a CD-DA és CD-R-lemezek olvasására. A CD-MO-lemez továbbfejlesztésének tekinthető pl. a Sony Minidisc-lemez.

Néhány MO-meghajtó gyártója ragaszkodik az ISO és ANSI formátumhoz, melyben az 5,25 hüvelyk átmérőjű kétoldalas előformázott lemez állandó szögsebességgel forog (CAV), és összesen 650 Mbájt kapacitást biztosít. A szektorok mérete 1024 bájt. A lemezre 1 órai zenei anyag fér el, de a felhasználónak kell megfordítania a lemezt a meghajtóban. Szélesebb körben használják a kétszeres sűrűségű lemez változatot, mely 1–1,3 Gbájt kapacitású, és felülről kompatibilis a 650 Mbájtos ISO formátummal. Egyéb lemezformátumok is léteznek, ilyen pl. a 3,5 hüvelykes egyoldalas MO-lemez 256 Mbájt kapacitással és a 20 Mbájtos floptical lemez.

A lemezt a meghajtó 3000 ford/perc sebességgel forgatja, az átlagos hozzáférési idő 20–40 msec. A sebességhez 2–4 Mbájt/sec átviteli sebesség tartozik. A meghajtóba célszerű 1 Mbájt kapacitású puffert építeni. Adattömörítési technikával a játékidő és a hatásos átviteli sebesség növelhető. A technika jelenlegi állása 3,5 hüvelykes lemezre 2,6 Gbájt adat felírását teszi lehetővé 10 Mbájt/sec átviteli sebességgel. Az 5,25 hüvelykes MO-lemezre 10,4 Gbájt adat írható.



## 5.2. CD-R



Az egyszer írható CD-technológiát a japán Taiyo Yuden cégnél fejlesztették ki 1985–1988 között. A lemez és a meghajtó felépítése nagyon hasonlít a CD-ROM felépítéséhez. A legtöbb CD-R-lemez olvasható a Vörös Könyv-beli szabványnak megfelelő lejátszóval, vagy Sárga Könyv szerinti CD-ROM-meghajtóval, pedig a lemezek fizikai felépítése különböző. Az írható CD és a hagyományos CD-ROM között szemmel is jól látható különbség a lemez színében van. Az ezüstszínű lemez a hagyományos CD-DA-ra és CD-ROM-ra jellemző (alumínium fényvisszaverő felület). Az írható CD fényvisszaverő felülete többnyire aranyszínű, az adatokat tároló szerves vegyület pedig zöld vagy sárga. Az arany jobb tükrözési tulajdonságokkal rendelkezik, mint az alumínium, és a CD-R meghajtónak szüksége is van erre. A lemezírás széles körű elterjedésének sokáig az szabott határt, hogy nem volt olyan adatrögzítési technika és hordozó, mely a lemezek otthoni írását is lehetővé teszi elfogadható áron.

Az írható CD témaköre olyan nagy, hogy egy önálló könyvet is megtöltene. Jelen könyv röviden összefoglalja az adathordozóra, meghajtóra és az írásmódokra vonatkozó ismereteket.

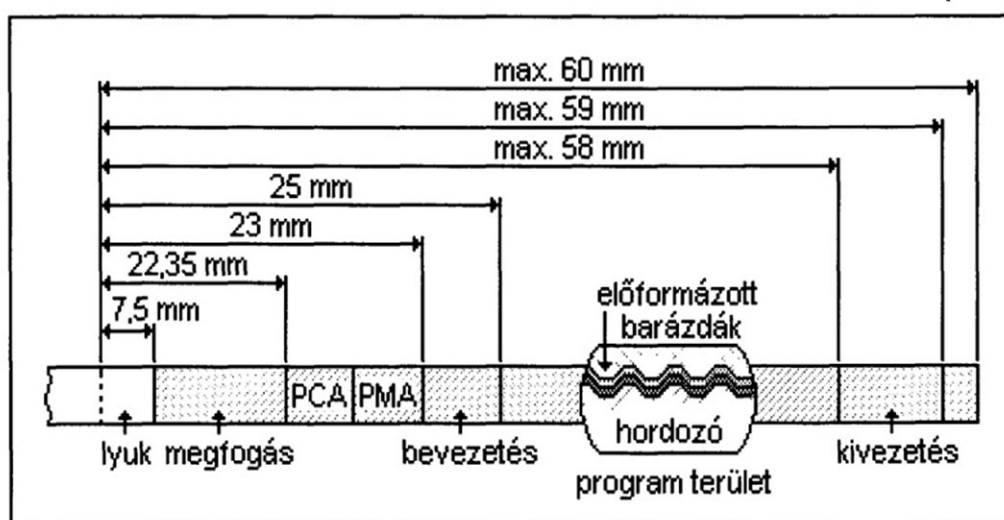
### 5.2.1. CD-R adathordozó

Az egyszer írható CD-lemezt 12 cm átmérővel (63 vagy 74 perc felvételi idő, 553 vagy 650 Mb-ajt kapacitás) vagy 8 cm átmérővel (21 perc, 184 Mb-ajt) gyártják. A 63 perc tartamú lemez kerületi sebessége 1,4 m/sec, a 74 perces lemezé 1,2 m/sec. A mindennapi gyakorlatban a 74 perces lemezzel találkozhatunk leggyakrabban. Az üres lemez gyártásakor előre elkészítik a sávok nyomvonalát (előformázási technológia). A sávok üresek, tartalommal majd a felhasználó tölti meg őket. Ha a felhasználó felírta az adatokat, a lemezre kerül a tartalomjegyzék-tábla (TOC) is. A TOC felírása előtt a lemezt csak a felíró meghajtó éri el. A TOC felírása után a lemez normál CD-meghajtóval is olvasható. Az írható CD tartalma – a választott írási módtól függően – bővíthető, adatok később is írhatók a lemezre.

## Lemezfelépítés

A Vörös és Sárga Könyvek a lemez felületét három tartományra osztják: bevezetés (Lead-In), programterület és kivezetés (Lead-Out). A lemezen lévő összes sáv száma, kezdetének és végének címe (óra:perc:szektor) a bevezetésben található Q alcsatornában tartalomjegyzék-táblaként (TOC) tárolódik. Ezek a lemezek csak olvashatók, a lemez gyártásakor már előre ismert az összes sáv adata, így nem okoz gondot a TOC kitöltése. A CD-R lemeznél a tartalom nem mindig ismert előre, ezért a TOC kitöltését másképp kell megoldani. A bevezetés 4500 szektort foglal el a lemezen, ami 1 percnek és 9 Mbájtnak felel meg. A programterületen legfeljebb 99 sáv tárolható, a sávok között 2 másodperces szünet van. A programterületet a kivezetés követi, mely 90 másodperces szünetet (6750 szektor, 13 Mbájt), üres szektorokat jelent. Többszekciós lemezen a többi kivezetés csak 2250 szektort foglal el (kb. 4 Mbájt).

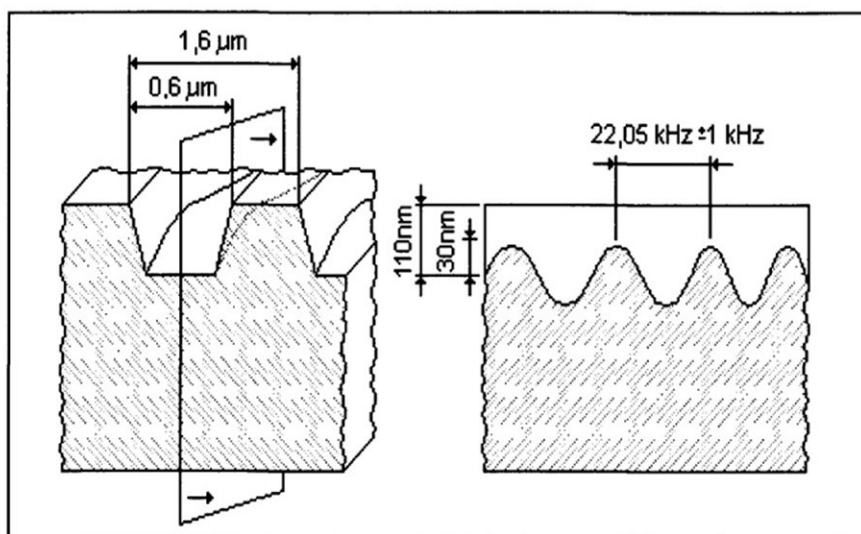
A Narancs Könyv előírásai az írhatóság érdekében tovább tagolják a lemez felépítését. A CD-R-lemez rendszer- és információs tartományból áll. A rendszertartomány magába foglalja az íróáram hitelesítő területet (PCA, Power Calibration Area) és a programmemória-területet (PMA, Program Memory Area). Az információs tartományban egy vagy több szekció lehet, minden szekció bevezetésből, programterületből és kivezetésből áll. A 12 cm átmérőjű egyszekciós CD-R-lemez felépítése az 5-4. ábrán látható.



5-4. ábra. CD-R-lemez felépítése

A PCA, nevének megfelelően az íróáram beállítására szolgáló teszt-felület, mely a tényleges tesztfelületből és egy számlálóból áll. A számláló a még tesztelésre használható felület nagyságát adja meg. Valahányszor a lemezt írás céljából behelyezzük a CD-íróba, a CD-R-meghajtó hitelesíti a lemezt, azaz meghatározza az optimális íróteljesítményt (OPC, Optimum Power Calibration). A hitelesítés különböző teljesítményű írásokból és ezek visszaolvasásából áll. A tényleges íróáram függ a lemez korától, állapotától, az írás sebességétől és a környezeti viszonyoktól. Az íróáram értéke felíródik a lemezre. A hitelesítési folyamat minden lemeznél csak 99 alkalommal hajtható végre. A PMA a felírt sávok számának, a sáv kezdő- és végpontjához tartozó címek átmeneti tárolására van fenntartva. Minden sáv felírásakor a terület aktualizálódik, és 99 sávnál többet nem lehet felírni. Ha lezárjuk a szekciót, a PMA adatai átmásolódnak a bevezetésben lévő tartalomjegyzék-táblába.

A programterület, azaz a szekció adatokat tároló része is eltér a hagyományos CD-ROM-lemeztől. A felhasználó minden adata előre formázott sávokba a fényvisszaverés megváltoztatásával rögzítődik. A CD-R-lemezek előformázása során (gyakorlatilag a lemez prézelésekor) spirális sávot, barázdákat hoznak létre (5-5. ábra), mely az író lézer megvezetésére szolgál. Ez nagymértékben megkönnyíti a hardver tervezését, és a lemezkompatibilitás tartását. A barázdák távolsága  $1,6 \mu\text{m}$ , szélessége  $0,6 \mu\text{m}$ , mélysége kb.  $110 \text{ nm}$ . A barázda két informá-



5-5. ábra. CD-R lemezbarázdák

ciót hordoz. Felülete nem sík, hanem 22,05 kHz frekvencián  $\pm 0,03 \mu\text{m}$  amplitúdóval hullámzik mélységben. Ezt az információt a CD-író vezérője a lemez állandó kerületi sebességének (CLV) tartására használja fel. A barázdák 22,05 kHz-es hullámzása 1 kHz-es jellel frekvenciában külön modulálva van. Ez a moduláció abszolút időjelként használható (ATIP, absolute time in pregroove, abszolút idő a barázdákban) a lemezfelület adott pontjának meghatározásához. Az ATIP futása a PCA területtel kezdődik. A lyukaknak megfelelő felírás a barázdákba történik.

### *Több szekció*

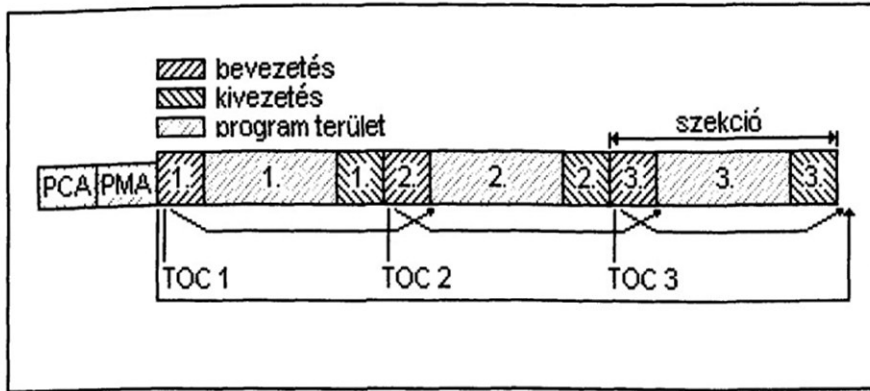
A Narancs Könyv II. része mind a hagyományos egyszekciós, mind a többszekciós felvételek előírásait meghatározza. Definíció szerint a szekció a kompaktlemez egy felírt szegmense, mely bevezetésből, programterületből és kivezetésből áll. A bevezetés tartalmazza a tartalomjegyzék-táblát (TOC). A programterület bármilyen típusú sávokat tartalmazhat. A kivezetés csak akkor íródik a lemezre, ha lezárjuk a szekciót.

A több szekció a lemeztartalom bővítésének egyik eszköze. A CD-R-írók (megfelelő szoftver vezérlése alatt) képesek arra, hogy korábban felírt szekciók után a lemezre új szekciót írjanak, és a régi és új szekciók között csatolást hozzanak létre (l. 5-6. ábra).

Minden új szekció a fenti három tartomány létrehozását jelenti. Minden szekció bevezetésében találunk egy tartalomjegyzék-táblát (TOC). A legtöbb CD-ROM-meghajtó képes többszekciós lemez olvasására, a problémák az alkalmazói programokkal függenek össze. A több szekcióhoz tartozó több tartalomjegyzék-tábla „fejben tartása” akadályozza meg másik szekció elérését, még akkor is, ha a meghajtó el tudná olvasni. Néhány CD-ROM-meghajtó ezért csak a többszekciós lemez első szekcióját látja.

A többszekciós lemezt hibridlemeznek is nevezik. A lemez két adat-terület-típust tartalmaz. Az előre felvett (formázott) adatok jelentik az első típust, a felhasználó felírásai pedig a második típust. Az előformázási adatok csak olvashatók, függetlenül attól, hogy ezeket a lemez





5-6. ábra. Többszekciós CD-R-lemez felépítése

gyártásakor vagy későbbi írásakor rögzítették. Az írható területre történhet az adatok későbbi felírása egy vagy több szekcióban.

### Kapacitás

A CD-R-lemez kapacitása felvételi idővel (perc:másodperc:szektor) és a tárolható adatok mennyiségével (Mbájt) is jellemezhető. A lemez egységnyi információja a szektor (2048 bájt). Másodpercenként 75 szektoradatot írhatunk vagy olvashatunk egyszeres sebességgel. Az írható lemezek 80 mm (21 perc) és 120 mm (63 vagy 74 perc) átmérőjű méretben kaphatók. A lemezek kapacitása:

$$21 \text{ perc} \times 60 \text{ másodperc} \times 75 \text{ szektor} \times 2 \text{ kbájt} = 189\,000 \text{ kbájt} = \\ = 184,57 \text{ Mbájt}$$

$$63 \text{ perc} \times 60 \text{ másodperc} \times 75 \text{ szektor} \times 2 \text{ kbájt} = 567\,000 \text{ kbájt} = \\ = 553,71 \text{ Mbájt}$$

$$74 \text{ perc} \times 60 \text{ másodperc} \times 75 \text{ szektor} \times 2 \text{ kbájt} = 666\,000 \text{ kbájt} = \\ = 650,39 \text{ Mbájt}$$

A lemezen található állományok általában nem tudják teljesen kihasználni a kapacitást, mert a tárolás logikai blokkokban történik. A logikai blokk mérete elméletileg 512, 1024 vagy 2048 bájt, azaz egy szektorban 4-2-1 logikai blokk fér el. A gyakorlatban az MSCDEX-program csak 2048 bájtos blokkokat olvas. Ha az állomány mérete nem többszöröse 2048-nak, az utolsó logikai blokk nincs teljesen kitöltve, azaz az állomány nagyobb helyet foglal el a lemezen, mint a



tényleges mérete. A lemez hasznos kapacitását csökkentik még a következő ISO 9660 szerkezeti elemek:

- a lemez első 16 szektora rendszercélokra van fenntartva,
- gyökérkatalógus legalább 1 szektor,
- útvonaltáblák legalább 1 szektor,
- elsődleges kötetleíró 1 szektor,
- kötetleíró lezárása 1 szektor,
- a Sárga Könyv szerint az első 150 szektor nem használható adat tárolására (2 másodperc).

### *Írási technológiák*

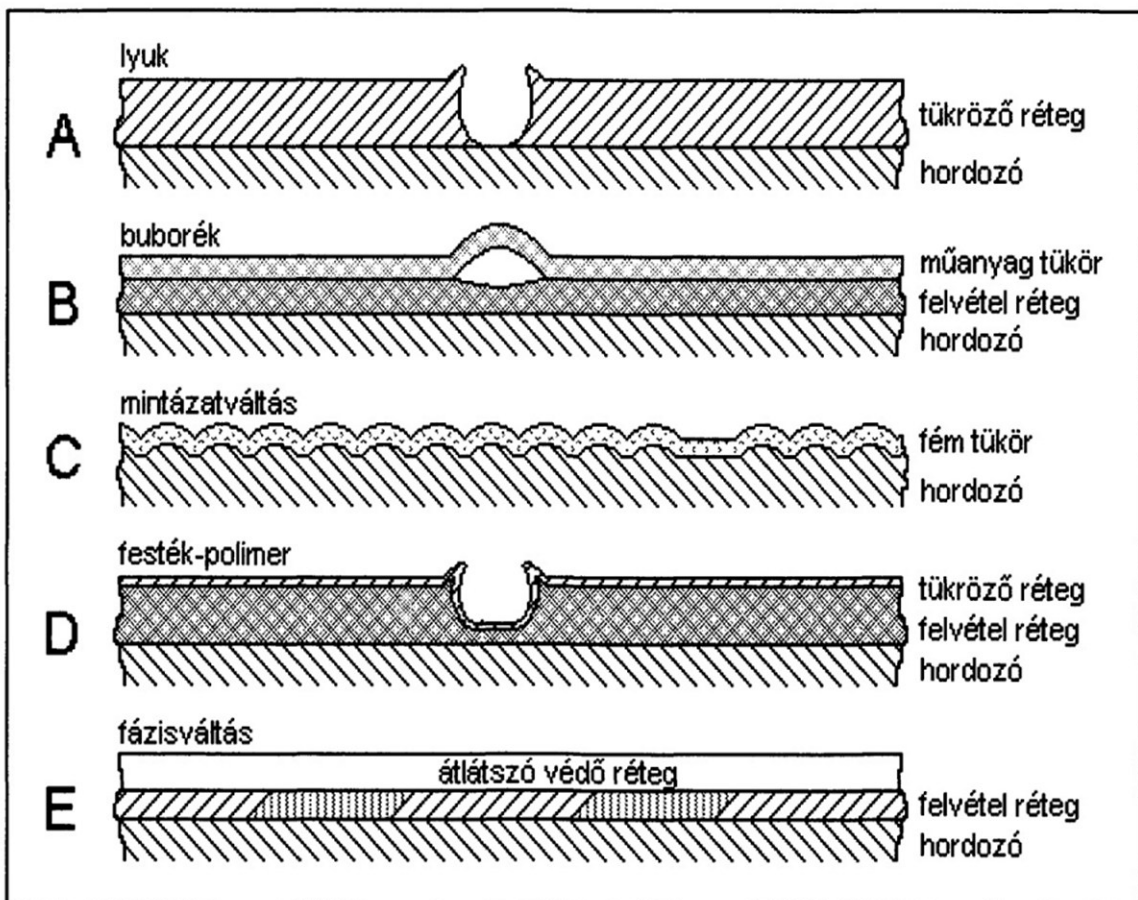
Az egyszer írható optikai lemezek többféle technológiával készíthetők (l. 5-7. ábra). A lyuk technológia beégető mechanizmusa a tükrözőrétegbe kb. 10 mW teljesítményű lézersugárral lyukat éget. Az anyag a lézersugár hatására megolvad vagy elpárolog. A lyuk helyéről az olvasó lézerfejbe sokkal kevesebb fény verődik vissza. Buborék technológia esetén a felvételréteg az írólézer hatására elpárolog, és kis buborékot hoz létre a tükröző műanyag rétegben. A buborékról az olvasólézer fénye nem a fejbe verődik vissza. A mintázatváltás technológia azon alapszik, hogy a hordozóra felvitt fémtükör felülete szórt fényt ver vissza. Ha a fémréteget lézersugárral felmelegítjük, a felület kisimul, és jó tükrös lesz belőle ezen a ponton.

A *festékpolymer* technológia (dye-polimer) esetén a felvételréteg fény- és hőérzékeny szerves vegyületet tartalmaz. A vegyület az írólézersugár hullámhosszán elnyelő képességgel rendelkezik. Az elnyelt lézersugár energiájának hatására a felvételréteg felmelegszik, megolvad és nyomást fejt ki a felette lévő tükrözőrétegre. A tükrözőréteg a nyomástól eltorzul, és rosszabbul veri vissza az olvasólézer fényét, mint az ép felület. A CD-R-lemezek elsősorban festékpolymer technológiával készülnek. A technológia továbbfejlesztett változatát a CD-RW-(újraírható) lemezek írásánál is használják. Néhány rendszerben megfordítható fázisváltással változtatják meg a felület visszaverő képességét. A *fázisváltós* technológia néhány fém kristályos (jól tükröző) és amorf

(rosszul tükröző) állapota közötti különbséget használja ki az adatok tárolásához. Az állapot változását az írólézer teljesítményével érhetjük el. Ezt a technológiát is főképp az újraírható lemezeknél alkalmazzák.

A CD-R-lemezeknél tehát a festékpolymeres technológiát alkalmazzák. Az írási mechanizmus a következőképpen működik. A felvételőréteg az írólézer sugarát elnyelve felmelegszik. Az írólézer teljesítménye 4–8 mW. A sugár a polikarbonát hordozón keresztülhalad, és kb. 250 °C fokra felmelegíti a felvételőréteg egy pontját. Ezen a hőfokon a hordozóréteg és a felvételőréteg összeolvad. Az olvadt anyag jelenti az adathordozón a lyukaknak megfelelő információt, mert fényvisszaverő képessége jelentősen kisebb lesz, mint korábban volt (pl. 75%-ról 25%-ra csökken 11T hosszúságú „lyuk” esetén). A felület olvasásakor a 0,5 mW teljesítményű lézersugár az anyagban nem okoz semmilyen változást, viszont a „lyukakról” visszavert kevesebb fény hasonlóan érzékelhető, mint a hagyományos CD esetén.

Jelenleg a CD-R-hordozó gyártásához két típusú vegyületet használnak: a cianint és a ftalocianint. Ezek a legérzékenyebbek a fényre.



5-7. ábra. Egyszeri írás módszerek

A cianin bázisú adathordozó színe világoszöld, kisebb teljesítményű és sebességű íróeszközökhöz használják. Fényvisszaverő képessége közelebb áll a szabványos CD-hez, ennek következtében kompatibilis a korábbi CD-lemezekkel. A ftalocianin bázisú adathordozó sárgászöld színű, nagyobb teljesítményű és sebességű íróeszközökhöz alkalmas. Időbeli stabilitása jobb, mint a cianiné. A kutatók ma is keresnek olyan fényérzékeny anyagokat, melyekkel az optikai érzékenység és az élettartam megnövelhető. Ígéretes vegyületnek tűnik a korábban fénymásolóokban használt azo festék.

### Gyártás

A CD-R-lemez gyártása hasonlít a fröccsöntött CD gyártásához. Az üvegmester (melyből végül is a nyomólemez készül) azonban a CD-R-lemeznél a Narancs Könyv előírásainak megfelelő előformázott barázdákat tartalmaz. A préselt hordozó felületére minden gyártó saját fejlesztésű festékvegyületet visz fel, majd ennek tetejére ezüst vagy arany tükrözőréteget alakít ki légritka térben. Legfelülre védő lakkréteg kerül, melyet néhány további védőréteg borít, hogy tintasugaras nyomtatóval is írassunk a címkére.

A hagyományos CD-hez hasonlóan az egyszer írható lemez is polikarbonát hordozóra épül. A hordozó feletti réteg szerves vegyülete alkotja az írható felületet, melyet fényvisszaverő és védőréteg fed. A szerves vegyület és visszaverő réteg együtt 73%-os fényvisszaverési arányt ad. A CD-szabványban előírt 70%-os visszaverődés eléréséhez arany fényvisszaverő réteget kell használni.

### 5.2.2. CD-R adathordozó – példa

*Traxdata Recordable Compact Disc 74 perc/700 Mbájt*

*Műszaki adatok:*

- egyszer írható, többször olvasható eszköz 682 Mbájt tárolására,
- 120 mm külső, 15 mm belső átmérő; 1,2 mm vastagság,
- polikarbonát gyanta hordozó,
- felvételi tartomány 44,6–117 mm átmérő között,

- a stabil szerves ftalocianin felvételi réteg 1, 2, 4 és 6 × sebességet tesz lehetővé,
- lézerhullámhossz: 775–800 nm között,
- több mint 70% visszaverési arány,
- 1,4 m/sec kerületi sebesség.

### 5.2.3. CD-R-meghajtó

A CD-író meghajtója az utóbbi években nagy fejlődésen ment keresztül. A fejlődés különböző fokozatait generációkban fejezik ki, ennek megfelelően ma az eszközök három generációját különböztetik meg.

Az első generációs CD-írók (Sony, Meridian Data, Optical Media International) egyszeres sebességgel egy szekcióba írtak, és a lemez olvasására nem voltak képesek. A második generációs gépek (Sony, Philips, JVC) 1991–92 körül kerültek piacra. Az írás sebessége egyszeres vagy kétszeres, néhány meghajtó többszekciós lemezt is tud írni, és a lemezek olvasását is megoldották. A méretek és az árak jelentősen csökkentek. Jelenleg a harmadik generációnál tartunk. Ezeket az eszközöket négy-hatszoros sebesség, többszekciós írásmód, CD-R-, CD-ROM- és CD-DA-lemezek olvasási képessége és az elfogadható ár jellemzi.

A CD-R-meghajtó belülről nagyon hasonlít a CD-ROM-meghajtóhoz, ami annak is köszönhető, hogy az olvasáshoz azonos szerkezeti egységek szükségesek. A meghajtó optikai fejet, lemezforgató és lemezkezelő motorokat, vezérlőt és jelfeldolgozó rendszert tartalmaz. Az optikai fej külön szerelvényre került, lézerdiódából, lencserendszerből és fényérzékelő diódákból áll. A lézerdióda teljesítménye változtatható. A lemez olvasásához kb. 0,5 mW, írásához 4–8 mW teljesítményre állítható be. Külön fényérzékelő dióda figyeli a fókuszpozíciót, követi a sávot, és olvassa az előre nyomott barázdákat.

A CD-R-meghajtóban is változó sebességgel forog a tányér. A belső barázdák fölött 530 ford/perc, a lemez külső szélén 200 ford/perc mérhető az egyszeres sebességű meghajtónál. A kétszeres vagy ennél gyorsabb írók forgási sebessége arányosan nagyobb.

A meghajtó vezérlője több funkciót integrál magába. Vezérli a fókuszt, a sávkövetést, a tányér fordulatszámát, és fogadja a felhasználó kéréseit. A lemezre írás során a lézersugár követi az előre nyomott



barázdákat. A CD-R-író meghajtók saját belső puffermemóriával rendelkeznek. A puffer mérete olykor eléri az 1 Mbájt kapacitást. A nagy puffer segít az adatok folyamatos írásában.

A keresési idő CD-R-meghajtóknál sokkal nagyobb, mint CD-ROM-meghajtóknál. Az átlagos CD-ROM-meghajtó 200–400 m/sec időt igényel az optikai fej pozicionáláshoz és a lemeztányér aktuális sebességének eléréséhez, a CD-R-meghajtóknál ehhez 350–1000 m/sec idő szükséges. Ez tulajdonképpen nem okoz gondot, mert a lemez írásakor nem olyan fontos az idő, mint a CD-ROM olvasásakor.

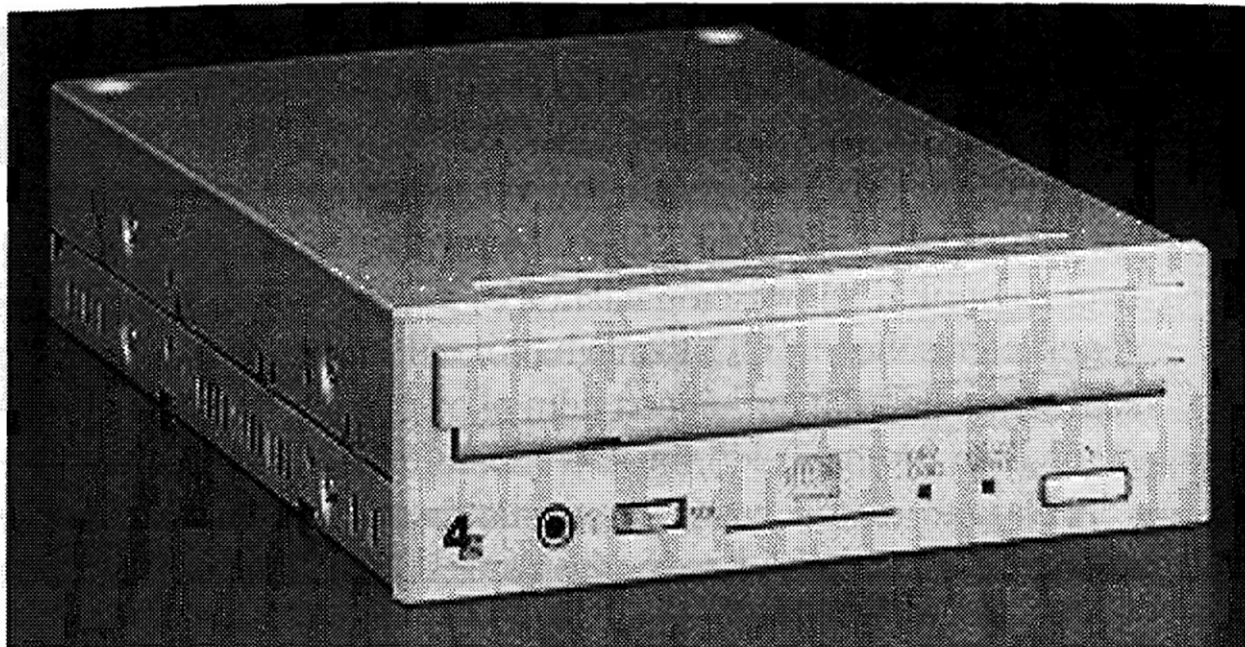
A Narancs Könyv pontosan meghatározza az adathordozó tulajdonságait, de a meghajtó hardverére vonatkozóan csak részben ad előírásokat. Másrészt a szabványok általában nem abszolút értéket írnak elő, hanem tűrési tartományt. A különböző CD-írók például eltérő írási teljesítménnyel működnek, de mindegyik teljesíti a szabványban előírt 4–8 mW értéket. A meghajtó gyártójától függően ezért a CD-R-meghajtók (akárcsak a CD-ROM-meghajtók) minősége különböző.

#### 5.2.4. CD-R-meghajtó – példa

*CDR-400 Yamaha CD-R-meghajtó (5-8. ábra)*

<i>Kivitel:</i>	kazetta (400c), tálca (400t), külső, tálca (400xt)
<i>Interfész:</i>	SCSI-2
<i>Kapacitás:</i>	1,2 m/sec: 666 Mbájt, 1,4 m/sec: 540 Mbájt
<i>Sebesség:</i>	írás: 1-2-4-szeres; olvasás: 1-2-4-6-szoros
<i>Adatátviteli sebesség:</i>	150–900 kbájt/sec
<i>Burst átvitel:</i>	4,2 (aszinkron írás); 3,4 Mbájt/sec (aszinkron olvasás)
<i>Pufferméret:</i>	2 Mbájt
<i>Hozzáférési idő:</i>	250 msec
<i>Hangkimenet:</i>	20–20 000 Hz vonali kimenet
<i>Hátlap:</i>	SCSI2 + tápfeszültség (50+4 láb) SCSI cím beállítás (12 láb) hangkimenet (Molex)
<i>Teljesítményigény:</i>	22 W (5V/2A, 12V/2,2A)
<i>Méretük:</i>	146×41,3×203 mm, 1,3 kg





5-8. ábra. Yamaha CDR-400t CD-R-meghajtó

### 5.2.5. CD-R írási módszerek

A CD-R-lemezek tetszőleges logikai állományszerkezetben írhatók fel. A Narancs Könyv II. részének előírásai több fizikai írási módszert tesznek lehetővé. Ennek ellenére nem minden CD-író eszköz és program támogatja az alább részletezett összes írásmódot. A választható írási módszerek alapvetően két dologtól függenek: milyen módszereket ismer a CD-R-meghajtó, és milyen módszereket támogat az egybeszerkesztő szoftver. A CD-R-lemez három különböző formában létezik: felíratlan, egyszerre felírt és részben felírt. A részben felírt vagy nem teljesen felírt CD-R-lemezeken eltérő színű a felírt és az üres felület.

#### *Lemez egyszerre (egy szekció)*

A CD-R-lemezek korának kezdetén csak a „lemez egyszerre” (Disc at Once) írásmód létezett. A lemezre kerülő adatokat előzetesen össze kell gyűjteni, és egyetlen, megszakítás nélküli menetben a lemezre írni. A lemezre egy szekció kerül (egy bevezetés és egy kivezetés). Az írás a lemez elején kezdődik és az íróáram kikapcsolása nélkül folyamatosan tart a lemez végéig. Az írás befejezése után az íróprogram a szekciót lezárja, és létrehozza a lemez végleges formáját (finalizing). Ez azt jelenti, hogy a kivezetésbe 1,5 perc hosszú nulla adat kerül.



5-2. táblázat. Szünet a sávok között

Sávtípus		Sáv egyszerre	Lemez egyszerre
CD-ROM után	CD-DA CD-ROM CD-ROM/XA	2 vagy 3 mp 2 másodperc 3 másodperc	2 másodperc 2 másodperc 3 másodperc
CD-ROM/XA után	CD-DA CD-ROM CD-ROM/XA	2 vagy 3 mp 3 másodperc 2 másodperc	2 másodperc 3 másodperc 2 másodperc
CD-DA után	CD-DA CD-ROM CD-ROM/XA	2 másodperc 3 másodperc 3 másodperc	Nincs 3 másodperc 3 másodperc

A látszólagos kép vagy a szimbólumjellap alapján a tartalomjegyzék-tábla (TOC) hamarabb felírható a lemezre, mint a tényleges adatok. Az adatok szerkezete megegyezik a Vörös Könyv vagy Sárga Könyv előírásai szerinti tömeggyártású lemezek szerkezetével, bevezetésből (benne a TOC), programterületből és kivezetésből áll. A felírt lemez bármelyik CD-ROM-meghajtóval olvasható, vagy bármelyik CD-DA-lejátszóval lejátszható. Ezzel a módszerrel „mester” lemez is készíthető, melyet lemezgyártó cégek forrásadatként használhatnak.

### Sáv egyszerre

A „sáv egyszerre” (Track at Once) írásnál, mint a nevéből is következik, egyszerre egy vagy több sávot (CD-DA vagy CD-ROM) írunk fel a lemezre. A sávok felírása után kerül csak a bevezetés (és a TOC) a lemezre. A felírás menete a következő: helyet tartunk fenn a bevezetés számára, felírjuk az adatokat, visszatérünk a fenntartott területre és felírjuk a sávok kezdő és végpontjainak címét (tartalomjegyzék-tábla). A lemez végső állapotát a kivezetés felírása után nyeri el, ezután a lemezre már nem lehet többé írni. Ez az írásmód egyszekciós lemezt állít elő, de a lemez nem alkalmazható mesterlemezként a CD-lemezek gyári előállításához.

### *Több szekció írása*

A többszekciós írható lemeznél a lemez tartalmát nem kell egyszerre felvennünk. Ennek azonban ára van. Minden alkalommal, mikor új szekciót írunk fel a lemezre, 13,5 Mb-ot lemezterületet elveszítünk, mert ennyi helyet foglal el a bevezetés és kivezetés. Minden szekcióban legalább egy sávnak kell lennie, melynek minimális mérete 300 szektor. Az 50 Mb-otnál kisebb méretű szekciók nem gazdaságosak, mert túl sok szolgálati információt foglalnak le a lemezen.

Ne feledkezzünk meg arról, hogy a régebbi CD-ROM-meghajtók csak egyetlen szekciót látnak a lemezen. Bizonyos többszekciós lemezekről néhány újabb meghajtó is csak az első szekciót tudja elolvasni. Ha kétségeink vannak CD-ROM-meghajtónk képességeit illetően, célszerűbb összegyűjteni a merevlemezen annyi anyagot, mellyel egy teljes CD-lemezt megtölthetünk, és ezt „lemez egyszerre” módszerrel felírunk egy CD-R-lemezre.

Több szekció létrehozásának két útja lehetséges. A **többkötetes többszekciós** (Multivolume Multisession) lemezen az egyes szekciók önállóak, a szekciók között semmilyen kapcsolat, mutató sincs. Az egyes szekciók úgy jelennek meg, mint a merevlemez partíciói. Ez az írási módszer nem terjedt el széles körben, de kiválóan használható pl. rendszeres biztonsági mentésekhez (backup). A diszkrét szekciók csak különleges CD-ROM-meghajtóval láthatók. Jelenleg csak néhány CD-író eszköz létezik, melyek alkalmasak a többkötetes többszekciós felvételre.

A **csatolt többszekciós** lemezek sokkal több rendeltetésre használhatók. Az adatok több szekcióban és különböző időben vehetők fel. A CD-meghajtó íróprogramja először beolvassa az előzőleg felvett szekció tartalomjegyzék-tábláját, és ebből meghatározza az első szabad szektor címét (óra:perc:szektor). A program ezután beolvassa az előző szekció ISO 9660 állományszerkezetét, és lehetővé teszi, hogy kijelöljük azokat az állományokat, melyeket törölni akarunk, illetve az új szerkezetben is látni szeretnénk. Az utolsó szekció tartalomjegyzék-táblájában lévő bejegyzések száma arányosan nő a szekciók számával.

Az állományok ténylegesen nem törölődnek, csak az előző szekcióból kizárandó állományok mutatója nem kerül át az új szekció ISO 9660



katalógus szerkezetébe. Ha az előző szekcióból állományokat veszünk át az új szerkezetbe, az állományokat nem kell ismét fizikailag felírni a lemezre. Elegendő, ha az állományra mutató címet bevesszük a katalógusszerkezetbe. Ha a felírandó állomány neve megegyezik egy korábbról megtartott állomány nevével, a legtöbb kezelőprogram megkérdezi, hogy mit tegyen. Ha felülírást választunk, az új állomány lemezre kerül, és a katalógusba a rá mutató címet veszi be a program.

Ha a szekció írását befejeztük, a szekció bezáródik, azaz az új szekcióhoz tartozó tartalomjegyzék-tábla a bevezetésbe íródik, és a szekció végére a kivezetés is felkerül. Ezt a folyamatot rögzítésnek (fixation) nevezik. A lemezre újabb szekció írható. Ha megtelik a lemez vagy a lemezre nem akarunk több adatot írni, az egész lemezt le kell zárnunk. Ez a művelet az utolsó TOC Q alcsatornájában lévő írásvédelmi jelző beírását jelenti, és a következő szabad szektor címe üresen marad. A folyamat neve lezárás (finalization), ezután a lemezre több szekció nem írható. A csatolt többszekciós lemez egyetlen kötetként látszik az operációs rendszerben, az ISO 9660 katalógus szerkezete az utolsó szekció tartalomjegyzék-táblájából olvasódik be.

### *Többszekciós sáv*

A „többszekciós sáv” (Track Multisession) vagy „többsáv” (Multitrack) módszerrel a CD-R-lemezen tárolt adatok bővíthetők. A módszert a legtöbb CD-R-meghajtó ismeri, de nem mindegyik. Ez a módszer az adatokat olyan ütemben engedi felírni, ahogy rendelkezésre állnak. A sáv minimális mérete 300 szektor, és egyetlen vagy több állományt is tartalmazhat. A szekció a különböző időpontban végrehajtott írások között nyitva marad. A sávokat két másodperces (150 szektor) szünet választja el egymástól. A szekció lezárásáig (bevezetés, TOC és kivezetés felírása) a lemez nem vehető ki a meghajtóból, és nem olvasható CD-ROM-meghajtóban.

A lemez PMA-tartománya szolgál az átmeneti tartalomjegyzék-tábla tárolására. Minden sáv felírása után ez a terület aktualizálódik, az új sáv száma, kezdő és végcíme felíródik a táblába. Ehhez az írófej áramát ki kell kapcsolni, és a fejet a PMA tartományra kell pozicionálni, majd az aktualizáláshoz újból be kell kapcsolni az áramot. Az írófej áramá-



nak ki- és bekapcsolásakor csatolóblokkok (Link Blocks) jönnek létre, melyekben sérült adatok is lehetnek.

A csatolóblokk puffertérületet képez a felírt szakaszok között. Hét különleges blokkból áll, melyből kettő az írólézer kikapcsolása után (Run-Out, kifutó), öt pedig a lézer bekapcsolását követően (Run-In, befutó) íródik fel. A sáv kezdetének és végének helye a PMA-tartományba íródik, de a csatolóblokkok ezekben nincsenek benne. Ha a CD-író olvassa a lemezt, a csatolóblokkokat egyszerűen átugorja. A szekció lezárásakor a TOC felíródik, és ettől kezdve a csatolóblokkok rejtve vannak a CD-ROM-olvasó elől. Ha új sáv felírásába kezdünk, a CD-író a PMA-területről kiolvassa a következő szabad szektor címét. Végül is a lemezen lehet egy vagy több szekció, de a sávok száma összesen nem lehet 99-nél több még akkor sem, ha a lemez csak félig telt meg.

### *Csomag- vagy növekményes írás*

Ez az írásmód arra szolgál, hogy a CD-R-lemezre úgy írassunk, mint egy 680 Mbájt kapacitású hajlékonylemezre. Az elv megtévesztően egyszerű: csomagírás során változó vagy állandó hosszúságú adatcsomagokat írunk a lemezre anélkül, hogy lezárnánk a sávot egy 300 kbájtos szünettel. Az ISO 9660 nem kifejezetten támogatja a csomagírást, mert a katalógusszerkezetet teljes egészében újra kell írni, valahányszor új szekciót írunk a lemezre. A csomagírás tulajdonképpen az „állomány egyszerre” felírást teszi lehetővé, mivel az újraírás helyett aktualizálja az állományrendszert. Ehhez természetesen az szükséges, hogy kiterjesszük az ISO 9660 állományformátumot vagy másik állományrendszert válasszunk.

A lemezre írandó adatok átvitele a választott írásmódtól függően csak meghatározott pontokon állítható meg: a lemez végén, a sáv végén vagy a csomag végén. Az írólézer kikapcsolásakor mindig csatolóblokk íródik a lemezre. Sáv lezárásakor a sáv kezdő- és végcíme a PMA-tartományba, szekció lezárásakor pedig a TOC-ba íródik. Csomagírásakor a felvétel megállítható anélkül, hogy lezárnánk a sávot vagy szekciót, és a PMA vagy a TOC aktualizálása megtörténne. A befejezetlen

sávra vonatkozó információk az új sáv előtt egy külön blokkban tárolódnak, melyet sávleíró blokknak neveznek (Track Descriptor Block).

A probléma abban rejlik, hogy a mai CD-ROM-meghajtók és operációs rendszerek nem tudják olvasni sem a programmemória területét (PMA), sem a sávleíró blokkot. Továbbá, ha a sávon belül csatolóblokkot talál a CD-ROM-meghajtó, a meghajtóprogram megkísérli még egyszer elolvasni, és többnyire hibaüzenettel megáll. Tekintve, hogy a Vörös Könyv előírásainak megfelelő lemezen 99-nél több sáv nem lehet, a PMA-tartományba csak 99-szer lehet sávkezdő és végcímet írni. Csomagírásnál a lemez kivehető az íróeszközből, de visszatevés után mindaddig nem írható rá adat, amíg a lézerteljesítmény újraállítását el nem végzi. Ez csökkenti a lemezírások számát, és célszerűtlenné teszi egyszerre csak kis adatmennyiségek felírását.

A fenti problémák megoldására három lehetőség is kínálkozik. Az egyik megoldás állandó hosszúságú csomagokat ír elő, mert így a csatolóblokkok helye kiszámítható. A második megoldás a 3. szintű ISO 9660 szabvány betartása, mely megengedi az állományok széttördelését. Harmadik megoldás, ha a csomagíráshoz új állományrendszert választanak. Ilyen rendszerként elsősorban az ISO 13490 jöhet szóba.

### *ISO 13490*

A vezető ipari cégek 1991-ben létrehoztak egy bizottságot, hogy a Narancs Könyv előírásainak megfelelő adathordozók szabványos állományrendszerét kidolgozzák. Ezt a csoportot az első találkozás színhelyéről Frankfurter Csoportnak, a CD-R-lemezek adatainak bővíthetőségére tett javaslatukat pedig Frankfurter Javaslatnak (Frankfurt Proposal) nevezték el. A javaslatot az Európai Számítógépgyártók Egyesülete (ECMA) ECMA 168 néven fogadta el. A Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (ISO) is megvizsgálta, és elfogadta a javaslatot, így született meg 1994-ben az ISO 13490 szabvány. Ez a szabvány kiválthatja az ISO 9660 szabványt, mert sokkal rugalmasabb.

Az ISO 13490 szabvány megengedi, hogy ugyanazon a lemezen ISO 9660 és ISO 13490 formátumú sávok legyenek. Az ISO 9660 formátum elvárja, hogy a lemez információkat tartalmazó kötetleíró az első sáv 16. szektorában legyen. Ez a szektor azonban csak egyszer írható,

ezért bonyolult a lemez tartalmának bővítése. Az ISO 13490 szabvány szerint a kötetleíró bármelyik sáv 16. szektorában lehet. Lemezre íráskor az első sávot üresen hagyjuk. Az egyes sávokat ISO 13490 szerinti formában írjuk fel, és minden sáv 16. szektorába kötetleíró kerül. Ha a lemez megtelik, az első sávot felírjuk mind az ISO 9660, mind az ISO 13490 formátumnak megfelelően, így a lemez mindkét rendszerben olvasható lesz. Az első sáv 16. szektorában a lemez összes sávjának összes állományáról és katalógusáról található információ. A CD-R-meghajtó bővítheti a részben felvett lemezt, mert az első sáv tartalmához újabb adatok írhatók hozzá.

### 5.3. CD-RW

A CD-RW-előírásokat (akkor még CD-E néven) a Philips és kilenc vezető cég (IBM Corp, Ricoh Co, Hewlett-Packard Co, Mitsubishi Chemical Co, Mitsumi Electric Co, Matsushita Kotobuki Electric Industries Ltd, Sony Corp, Minnesota Mining & Manufacturing Co és Olympus Optical Co) hozta létre. A CD-R-lemezre adat írható vagy szekció hozható rajta létre, de csak egyszer. Ha valamelyik felírt program rosszul működik, vagy valamit másképp szeretnénk csinálni, a CD-R-lemezt eldobhatjuk, és új üres lemezt kell vennünk. A törölhető és újraírható lemezek (CD-RW, CD-ReWritable) ezzel szemben a hajlékonylemezhez hasonlóan többször is írhatók.

A CD-RW törölhető és újraírható (ReWritable, korábbi neve: CD-E, Erasable, törölhető) CD-technológia lemezek és meghajtók készítésére. A CD-RW-meghajtók természetesen olvassák a CD-ROM-lemezt. A CD-ROM-meghajtók viszont módosítás nélkül nem ismerik fel a CD-RW-lemezeket. A CD-R- és CD-RW-lemezek közötti egyik lényeges különbség a fényvisszaverő képességben van. A hagyományos CD-ROM- és CD-R-lemezek a lézersugár kb. 70%-át tükrözik vissza az olvasófejbe. A CD-RW-lemezről ennél sokkal kevesebb kerül csak vissza (kb. 20%). Ahhoz, hogy a CD-ROM-meghajtó olvasni tudja a CD-RW-lemezt, az olvasó erősítő érzékenységét állítani kell. A CD-ROM-gyártók ezt az AGC-nek (Auto Gain Control, automatikus erősítésszabályozás) nevezett technológiát egyre több meghajtóba építik be.

Korábban nem volt biztos, hogy a CD-RW-lemezek egyáltalán piacra kerülnek, mivel feltűnt a DVD-technológia. Tekintve azonban, hogy az újraírható DVD-lemezekre (DVD-RAM) még várni kell, néhány gyártó a CD-RW-lemezek szabványosítását szorgalmazza. A Panasonic PD (phase change dual, kettős fázisváltás) meghajtója jó példa a CD-RW-meghajtókra. A fázisváltós lemezeket csak a PD-meghajtó olvassa, de a PD-meghajtó CD-ROM-lemezek olvasására is képes.

A kompaktlemez sikerének egyik záloga a fizikai és logikai szabványosítás, mely alól a CD-RW-lemez sem jelent kivételt. Logikai formátumként elsősorban az ISO 9660 szabvány jöhet szóba. Az ISO 9660 CD-RW-lemezre azonban nem ideális szabvány, mert igen gyakran kell újraírni a teljes útvonaltáblát és kötetleírókat. Más állományrendszerek (pl. ECMA 168) sokkal jobban illeszkednek a törölhető adathordozóhoz. A CD-ROM-meghajtókkal és az MSCDEX.EXE-programmal kompatibilitáshoz viszont az ISO 9660 valamilyen adaptációjára van szükség.

A következőkben két technológiát ismertetünk röviden, melyekkel a CD-MO-lemezek mellett újraírható lemezek hozhatók létre.

### 5.3.1. Fázisváltáson alapuló felvétel

A törölhető fázisváltós rendszerben hasonló technológiát használnak, mint az egyszer írható lemeznél. Az adathordozó anyaga két állapotú lehet. Kristályos állapotban tükröző felületet képez, amorf állapotban pedig elnyeli a fényt. Az információ tárolása a kristály állapotú anyag olvadáspont feletti hőmérsékletre hevítésével történik. Ha az anyag megszilárdul, amorf állapotú marad, és a fényvisszaverő képessége jelentősen csökken (l. 5-7. ábra). A kristályos állapot stabilabb, ezért az anyag igyekszik ebbe az állapotba visszakerülni. Ha csak az olvadáspont alatti hőmérsékletre melegítjük és hagyjuk kihűlni, visszaáll kristályos állapotába, tehát törlődik a felírt információ.

Tároló anyagként számos ötvözetet fejlesztettek ki, ilyen például a gallium antimonid és az indium antimonid. Néhány rendszerben tellúr- és germánium- vagy indiumötvözetet használnak. Ha a melegítésnél a lézer teljesítményét megnöveljük, fázisváltás helyett állandóan beégetett lyukak jönnek létre. A fázisváltós anyagok élettartama hosszú,



a környezeti hőmérséklettől és párától nem függenek, és kellően sokszor törölhetők (kb. 1 millió ciklus).

Fázisváltós rendszerben például az írás 8 mW, az olvasás pedig 1 mW teljesítményű 830 nm hullámhosszú lézerrel történhet. Törlésre 780 nm hullámhosszú 10 mW teljesítményű lézert használnak. Az egységnyi tárolófelület átmérője 1–10 m. Közös lencserendszerrel végzik a törlést és az írást, így a két művelet egy menetben is végrehajtható. Egy 8 cm átmérőjű lemez 1800 ford/perc sebesség mellett 700 Mb-át adatot tárol oldalanként.

### 5.3.2. Festékpolymeres felvétel

A törölhető lemezek másik típusát a CD-R-lemezek továbbfejlesztésével, festékpolymer technológiával valósították meg. Az adatok rögzítésének lényege, hogy a felvételi réteg íráskor megváltozik, törléskor pedig megszűnik ez a változás. A lemezt két rétegben fényelnyelő képességű vegyülettel vonják be. A két réteg különböző hullámhosszú fényre érzékeny. Az adatok írása és olvasása is lézersugárral történik. Az egyik lehetséges megoldás szerint a felső réteg rugalmas anyagú, és 840 nm hullámhosszú sugárral melegíthető. Az alsó festékréteg 780 nm hullámhosszra van „hangolva”. Íráskor nagyobb teljesítményű, 840 nm hullámhosszú lézersugár felmelegíti a felső réteget, az alsó réteg ezt a fényt teljesen átengedi. A felmelegedett felső réteg térfogata megnő, és az alsó réteget nyomva dudort képez. A lézer kikapcsolása után a felső réteg lehűl, térfogata lecsökken, de a dudor megmarad az alsó rétegben, és a gyenge teljesítményű lézersugarat olvasáskor megtöri. Az adatok újraírásához ismét nagyobb lézerteljesítményt használnak, de ennek hullámhossza 780 nm. Az elnyelt energia felmelegíti az alsó réteget, és nem nyelődik el a felső rétegben. Az alsó réteg meglágyul, és a dudor a felső réteg nyomása alatt kisimul. A tárolófelület visszanyerte eredeti alakját, és kész új adatok felvételére. Az adatok a lemez egyetlen fordulata alatt felülírhatók, csak a felületnek először a simító lézersugár, majd a formázó sugár alatt kell elhaladnia.

Az adatfelület fizikailag változik meg, ezért a lemez CD-DA-olvasóban lejátszható. Természetesen a kompatibilitás visszafelé is igaz, a

lemezíró-meghajtó is képes CD-DA-lemezek használatára. A lemez felülete a sok írás és törlés során kifárad, ezért kb. 100 törlést engedélyeznek egy lemezre. Ez a szám hang CD-alkalmazásokhoz bőven elég, de a számítógépes alkalmazásokat gátolhatja.

## 5.4. Kérdések és válaszok

*Mi a különbség a 63 és 74 perces CD-R adathordozó között?*

A 63 és 74 perces CD-R-lemezek között különbség csak a tárolási kapacitásban van. A korai CD-írók csak 63 perces adathordozóra tudnak írni, a mai felvevők bármelyiket elfogadják. Tekintve, hogy a két lemez ára majdnem azonos, célszerűbb 74 percest vásárolnunk. A 74 perces lemez kapacitása 650 Mbájt, melyet olykor összekevernek 680 millió bájttal. A 63 perces lemezre 553 Mbájt (azaz 580 millió bájt) fér el.

Néha láthatunk olyan lemezt is, melyre 780 Mbájt kapacitást írnak. Ez egy ravasz trükk, mert 74 perces lemezről van szó, de az adatszektorok 2048 bájtjával szemben a hang CD 2352 bájtos szektoraival számolnak, és így a lemez kapacitás 780 **millió** bájtra jön ki (746 Mbájt). A CD-RW-adathordozót csak 74 perc kapacitással gyártják.

*Van-e különbség a különböző gyártók lemezei között?*

Természetesen, hiszen a gyártók különböző berendezéseket használnak. A lemezek mindegyikének teljesíteni kell azonban a Narancs Könyv előírásait. A CD-R-lemezek különböző színét a felvételi festékréteg színe okozza. A festék színén kívül a visszaverő réteganyaga (alumínium vagy arany) is hatással van a lemez színére. A festék zöld, kék vagy sárga színű lehet, de a színnek nincs hatása a lemez minőségére.

*Mit jelent a puffer alulcsordulása (buffer underrun)?*

A CD írása során a lemezre írandó adatok a háttérben átlapolva kerülnek a lemezre a nagyobb adatbiztonság érdekében. Ha a CD-író elkezd az adatfolyamot felírni, nem állítható meg, csak akkor, ha az átlapo-

lás kész. Ha a számítógéprendszer nem szolgáltatja elég gyorsan az adatokat, az író meghajtójának puffermemóriája kiürül. A puffer alulcsordulása megszakítja az írási folyamatot. A félig felírt lemez használhatatlan a legtöbb CD-ROM-meghajtó számára. Többszekciós írásnál az adatokat egy új szekcióba ismét felírhatjuk. Néhány CD-író képes arra is, hogy a megszakított adatok írását folytassa.

### *Írhatók audió adatokat CD-R-lemezre?*

Igen, lehet. A hangstúdiók a CD-R-ipar indulásakor számos „referencia” lemezt dobtak ki különböző művészekről. A ma használatos CD-R-lemezek kb. egyharmada zenei felvételeket tartalmaz. Az első CD-R-író eszközök csak hangot vettek fel, és később jelentek meg a CD-ROM-formátumú adatok.

### *A CD-R-lemez használható mesterként a préseléshez?*

Igen lehet. Ha ezt tervezzük, meg kell vizsgálnunk, hogy a CD-R bemeneti adathordozóként használható-e a választott eljáráshoz. A legfontosabb, hogy ellenőrizzük a CD-R-lemezt, található-e rajta nem javítható (uncorrectable) vagy E32 kódú hiba. A legtöbb szoftver, melyet az üvegmester készítésnél az író lézersugár meghajtására használunk, az E32 hibára abbahagyja az üvegmester készítését.

### *A CD-R-meghajtóm tudja olvasni a CD-R-lemezt, de a CD-ROM-meghajtó nem. Mi lehet az oka?*

A fenti hiba leggyakoribb oka, hogy a lemez írását nem fejezte be (finalized) a CD-író program, ezért a lemez CD-ROM-meghajtóban olvashatatlan. A lemez befejezése azt jelenti, hogy a többszekciós felvétel utolsó lépéseként a bevezetésbe felíródik a tartalomjegyzék-tábla. Ezzel a lemez ISO 9660 kompatibilis lesz, és a legtöbb meghajtó és meghajtóprogram képes olvasni.

*Mi az ajánlott hardverkonfiguráció CD-felvételhez?*

A minimális konfigurációban 386-os számítógép 4 Mbájt RAM-mal, audio/video kompatibilis merevlemezzel (hőmérséklet kalibráció nélkül), SCSI-vezérlővel (600 kbájt/sec átviteli sebesség) kétszeres sebességű íráshoz megfelelő. Nagyobb igényekhez használjunk Pentium processzoros gépet (100 MHz vagy gyorsabb) PCI vezérlőkártyával, AV kompatibilis merevlemezzel (2 Gbájt vagy nagyobb) és 16 Mbájt memóriával. A merevlemezrendszernek 600 kbájt/sec sebességet kell biztosítania, mert négyszeres sebességű írásnál puffer alulcsordulás történhet.

*Olvashatók a 4× vagy 6× sebességgel írt CD-R-lemezek 1× vagy 2× sebességű meghajtóval?*

Igen. A felvételi sebesség független a lejátszás sebességétől.

*Mit jelent a CD-R-lemez „4× certified” felirata?*

A Yamaha cég készítette az első négyszeres sebességű CD-író meghajtót. A meghajtóhoz a CD-R-lemezek gyártói külön fejlesztettek ki adathordozót. Azokat a CD-R-lemezeket, melyekre négyszeres sebességgel lehet írni „4× certified” felirattal látták el. Ma már szinte mindegyik lemez hordozhatná ezt a feliratot.

*Másolható-e a másolt CD-lemez?*

Igen, de nem érdemes. Ennek oka, hogy néhány CD-ROM-meghajtó nem javítja az olvasási hibákat, ha nyers szektorolvasást végez. A nyersolvasás azt jelenti, hogy a szektor összes bájtját (2352) beolvassa, de nem értelmezi a hibajavító kódokat. A másolaton ezért több hiba lesz, mint az eredetin. Ha a hibás másolatot tovább másoljuk, a hibák megszorozódnak.



# 6. DVD

---

A CD-ROM kifejlesztésekor sokan azt gondolták, hogy ekkora kapacitású tárolóeszközre igazán nincs szüksége senkinek. Ez alapos tévedés volt, melyet az elmúlt években mások, más területen is elkövettek. Sokan talán már nem is emlékeznek, hogy a C-64 számítógép 64 kb-át memóriája után a PC 640 kb-át tárkapacitásáról is hasonló vélemény alakult ki. Ugyancsak azt véltük, hogy a 40–80 Mb-átos merevlemezek után az 500 Mb-átos lemezeket soha nem tudjuk megtölteni, és ma már a 2 Gb-át is kevés.

A CD kapacitása akkor lett igazán kicsi, amikor a felhasználók mozgóképes alkalmazásokat készítettek, és megnőtt az érdeklődés a mozi-filmek számítógépes és házi lejátszása iránt. Egy átlagos film csak két CD-I-lemezre fér el, ami tűrhetetlen dolog. Több cég is komoly anyagi erőket fektetett a nagy érzékenységgű és kapacitású CD fejlesztésébe. Már az első hírek hallatán is nyilvánvalóvá vált, hogy az új eszköz kifejlesztői és tulajdonosai hosszú évekre megerősített pozícióba kerülnek a multimédia- és számítógéppiacon.

A házi videoipar a VHS formátumnál jobb minőségű és hosszabb játékidejű médiát keresett. 1994-ben a Warner Brothers vezette Hollywood Advisory Group (Tanácsadó Csoport) az alábbi követelményeket állította fel az új adathordozóval szemben:

- egyetlen lemezre férjen el egy teljes film (135 perc);
- a kép a fogyasztói rendszereknél jobb minőségű legyen;
- surround és egyéb jó minőségű hangrendszerekkel kompatibilis legyen;

- a lemezen 3–5 nyelvű szöveg kísérhesse a képet;
- másolás ellen védett legyen;
- több képméretarány (aspect ratio) közül lehessen választani;
- a tartalom több változata legyen a lemezen;
- legyen korhatárhoz köthető a film megnézése.

1994 végére két fő fejlesztési irány tisztult le a nagy kapacitású lemezek területén. A Sony és a Philips által vezetett tábor először a Multimedia CD-t (MMCD), majd a nagy érzékenységgű CD-t (hdCD, high density CD) támogatta. A hdCD-lemez egyoldalas, de a polikarbonát hordozóban két felvételi réteg alakítható ki, így a lemez kapacitása eléri a 7,4 Gb-ot. Az olvasófej 635 nm hullámhosszú vörös lézerrel dolgozik, a lézersugár numerikus apertúrája 0,52. A lemezen lévő sávok távolsága  $0,84 \mu\text{m}$ , a legkisebb lyuk vagy ép felületszakasz hossza  $0,45 \mu\text{m}$ .

A másik tábor (SD Alliance) a Toshiba, Matsushita és Time Warner vezetésével a szuperérzékenységgű lemez (SDCD, SuperDensity CD) kifejlesztését segítette. A 120 mm átmérőjű kétoldalas lemezre oldalanként 135 perc videoanyag tárolható, így egy lemezen két MPEG-2 kódolású filmet lehet kiadni. A tárolási kapacitás növekedését a lyukak méretének és a spirális sávok távolságának csökkentésével érték el. Az SDCD (néha SDD-nek nevezik) lemezt két  $0,6 \text{ mm}$  vastagságú lemez összeragasztásával készítik, oldalanként 5 Gb-ot adat tárolására alkalmas. Az olvasásra használt lézer hullámhossza  $650 \text{ nm}$ , a numerikus apertúra értéke 0,55. A lemezen lévő sávok távolsága  $0,74 \mu\text{m}$ . A rövidebb hullámhossznak és a nagyobb apertúrának köszönhető a nagyobb tárolási sűrűség. A Matsushita cégnél kifejlesztettek egy hologramos lencsét, mely lehetővé teszi a lézersugár fókuszálását  $0,6 \text{ mm}$  és  $1,2 \text{ mm}$  távolságra. Ez a lencse biztosítja, hogy az SDCD-meghajtó az SDCD-lemezt és a CD-lemezt is képes legyen olvasni. Az eredeti tervekben szerepelt egy kétoldalas kétrétegű lemez is, melyen 18 Gb-ot adat tárolható, de a terveket a DVD miatt nem valósították meg. A 6-1. táblázatban a két új média és összehasonlításképpen a hagyományos CD paramétereit láthatjuk.

Türelmes tárgyalások eredményeként a fejlesztésben részt vevő cégek (Hitachi, Matsushita, Mitsubishi, Philips, Pioneer, Sony, Thomson,

6-1. táblázat. A hagyományos CD, a hdCD és az SDCD összehasonlítása

Paraméter	CD	hdCD	SDCD
Lézerhullámhossz	780 nm	635 nm	650 nm
Numerikus apertúra	0,45	0,52	0,55
Olvasási sebesség	1,2-1,4 m/sec	4 m/sec	3,27 m/sec
Lemezátmérő	120/80 mm	120/80 mm	120 mm
Lemezvastagság	1,2 mm	1,2 mm	2*0,6 mm
Oldalak/rétegek száma	1/1	1/2	2/1
Program kezdete/vége	r=25/58 mm	r=23/58 mm	r=24/58 mm
Fényvisszaverés	70 %	65/30 %	70 %
Bitolvasási sebesség	4,3 Mbit/sec	26,6 Mbit/sec	24,53 Mbit/sec
Lyuk hossza/szélessége	0,83/0,5 $\mu$ m	0,45/0,35 $\mu$ m	0,4/0,35 $\mu$ m
Sávköz	1,6 $\mu$ m	0,84 $\mu$ m	0,74 $\mu$ m
Kapacitás	740 Mbájt	7,4 Gbájt	10 Gbájt
Moduláció/hibajavítás	EFM/CIRC	EFM+/CIRC+	NEM+/RPC

Time Warner, Toshiba és JVC) 1995-ben konzorciumot alkottak. Megállapodtak az alapvető műszaki paraméterekben, és abban, hogy az új optikai tároló neve ne legyen sem hdCD, sem SDCD, hanem nevezzék DVD-nek. A DVD nem rövidítés, hanem fantázianév, mégis két jelentést is tulajdonítanak neki. Kezdetben Digital Video Disc-nek (digitális videolemez) nevezték, később a Digital Versatile Disc (sokoldalú digitális lemez) használata terjedt el. 1997 áprilisában a DVD-konzorcium DVD-fórummá alakult át, és minden érdeklődő számára megnyitotta a társulás lehetőségét.

A DVD-lemez fejlesztése jelenleg is folyik, a viták még nem csendesedtek el. A terminológiai zavar még nem szűnt meg, de a DVD már valóság. A gyártással kapcsolatos technológiai problémák megoldódtak, a DVD-család elemeinek szabványosítása napjainkban is folyik. Egyre több cég jelenti be DVD meghajtó elkészültét, és egyre nagyobb a lemeztárolók is. A DVD olyan média, mely a video-, hang- és számítástechnikában egyaránt nagy népszerűsége tehet szert.

A DVD-rendszer felülről kompatibilis a létező CD-lemezekkel. A CD-DA- és CD-ROM-lemezek olvasását vagy kettős fókuszú optikai rendszerrel, vagy külön olvasólézerrel oldják meg. A DVD-meghajtók sokáig nem tudták olvasni a CD-R-lemezeket, de az 1997. június

közepén megjelent Samsung SDR-130 meghajtó már erre is képes. A meghajtóban egy lencse és két lézer van.

Az optikai lemezek DVD-családját néhány vonatkozó szabványkönyv írja le. A könyveket A–E betűvel jelölik (úgy tűnik, elfogytak a színek), és mindegyik egy-egy szakterületet fed le:

- DVD-ROM („A” könyv)      CD-ROM (Sárga Könyv)
- DVD-Video („B” könyv)      CD-V (Fehér Könyv)
- DVD-Audio („C” könyv)      CD-DA (Vörös Könyv)
- DVD-R („D” könyv)      CD-R (Narancs Könyv 2. rész)
- DVD-RAM („E” könyv)      CD-RW (Narancs Könyv 3. rész)

## 6.1. DVD-adathordozó



A DVD-lemez külsőre nagyon hasonlít a CD-lemezhez. Tárolási kapacitása azonban – az oldalak és tárolási rétegek számától függően – 7–25-szöröse a megszokott értékeknek. Az alapvető fizikai különbség a lemezek között, hogy a DVD-lemez mindig két 0,6 mm vastagságú lemezből összeragasztással készül, és mindkét oldalon tárolhat adato-

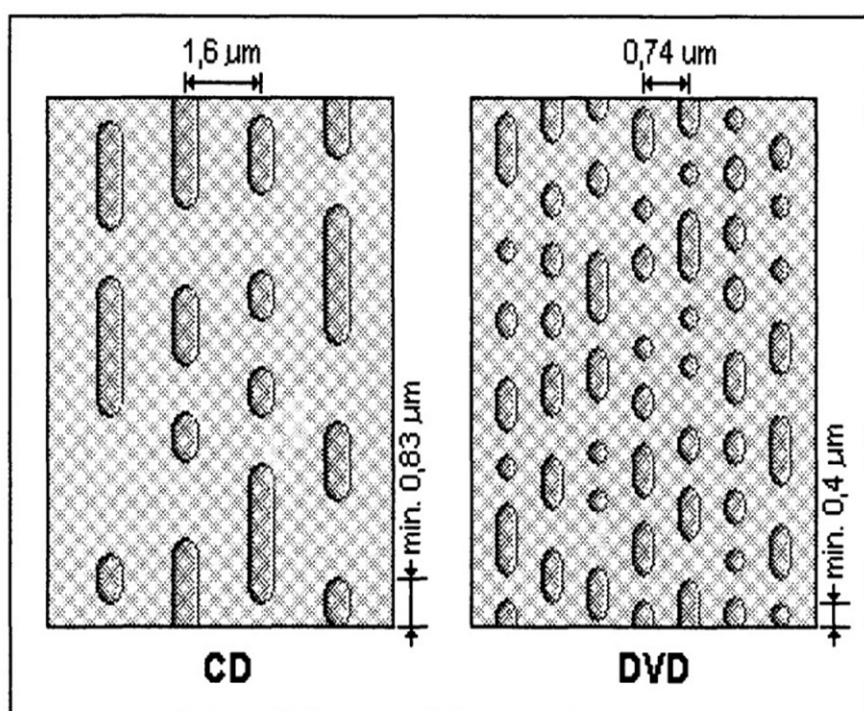
6-2. táblázat. DVD-jellemzők

Paraméter	DVD5	DVD9	DVD10	DVD17
Lézerhullámhossz	635/650 nm	635/650 nm	635/650 nm	635/650 nm
Numerikus apertúra	0,6	0,6	0,6	0,6
Olvasási sebesség	3,49 m/sec	3,84 m/sec	3,49 m/sec	3,84 m/sec
Oldalak/rétegek száma	1/1	1/2	2/1	2/2
Program kezdete/vége	r = 24/58 mm	r = 24/58 mm	r = 24/58 mm	r = 24/58 mm
Lyuk hossza (min.)	0,4 μm	0,44 μm	0,4 μm	0,44 μm
Sávköz	0,74 μm	0,74 μm	0,74 μm	0,74 μm
Kapacitás	4,7 Gbájt	8,5 Gbájt	9,4 Gbájt	17 Gbájt
Moduláció/hibajavítás	EFM+/RPC	EFM+/RPC	EFM+/RPC	EFM+/RPC



kat. Ezenkívül a technológiai fejlődésnek köszönhetően a DVD-lemez mindkét oldalán két felvételi réteg alakítható ki. Az oldalak és rétegek számának kombinálásából jött létre a DVD négy alaptípusa. A lemezek fizikai tulajdonságai a lemez kapacitását határozzák meg, az egyes alkalmazásokhoz, és a DVD-család később ismertetett tagjaihoz típusok kötődnek. A 6-2. táblázatból az is kiderül, melyik paraméter honnan származik (SDCD vagy hdCD).

A DVD-lemez kapacitásának ilyen mértékű növelése a hagyományos CD több műszaki jellemzőjének megváltoztatásából ered. A két oldal és két réteg bevezetése mellett csökkent a lyukak mérete ( $\sim 2,08x$ ), megnőtt a spirális sávok sűrűsége ( $\sim 2,16x$ ) és a hasznos lemezfelület ( $\sim 1,02x$ ), továbbfejlesztették a csatornamodulációt ( $\sim 1,06x$ ) és a hibajavítási rendszert ( $\sim 1,32x$ ), kevesebb szolgálati információ van a szektorban ( $\sim 1,06x$ ). Finomabban fókuszálható a lézer és merevebb a lemez. A lemez és az optika esetleges szöghibáiból adódó visszaverődési hibák a vékonyabb adathordozóban (0,6 mm) kevésbé zavaróak. A 6-1. ábrán a DVD és CD lyukak legkisebb mérete és a spirális sávok távolsága látható.



6-1. ábra. CD és DVD lyukméretek

### DVD5

A legegyszerűbb DVD-lemez egyoldalas, egyrétegű, ezért a kapacitása „csak” 4,7 Gb-át. A két 0,6 mm vastag polikarbonát hordozó közül csak az egyik hoz létre lyukakat, a másikat üresen hagyják. A másik lemez feladata az 1,2 mm-es vastagság biztosítása (l. 6-2. ábra). Az egyoldalas lemez bármilyen hagyományos módszerrel címkézhető (pl. tintasugaras nyomtató).

### DVD9

A kétrétegű egyoldalas lemez kapacitása 8,5 Gb-át. Kicsit kevesebb, mint a DVD5 kétszerese, hogy a második réteg könnyebben olvasható legyen. A két réteg távolsága 20–70  $\mu\text{m}$ , és tiszta gyanta választja el őket egymástól. A DVD9-lemez két módon is előállítható. Az első módszer szerint (l. 6-2. ábra) a két réteget egy-egy 0,6 mm vastag lemez felületén alakítják ki, majd a lemezeket átlátszó ragasztóval (UV fényel kezelt fotopolimer) összeragasztják. A második rétegben lyukak helyett kiemelkedéseket gyártanak, hogy a ragasztás után lyukaknak látszanak. Az alsó rétegre 0,05  $\mu\text{m}$  vastag féligáteresztő tükröfelület kerül, hogy a lézersugár a felső rétegre is tudjon fókuszálni. A féligáteresztő tükrő általában alumíniumból készül, és egyenletes felvitele a kétrétegű lemezek gyártásának kritikus pontját jelenti.

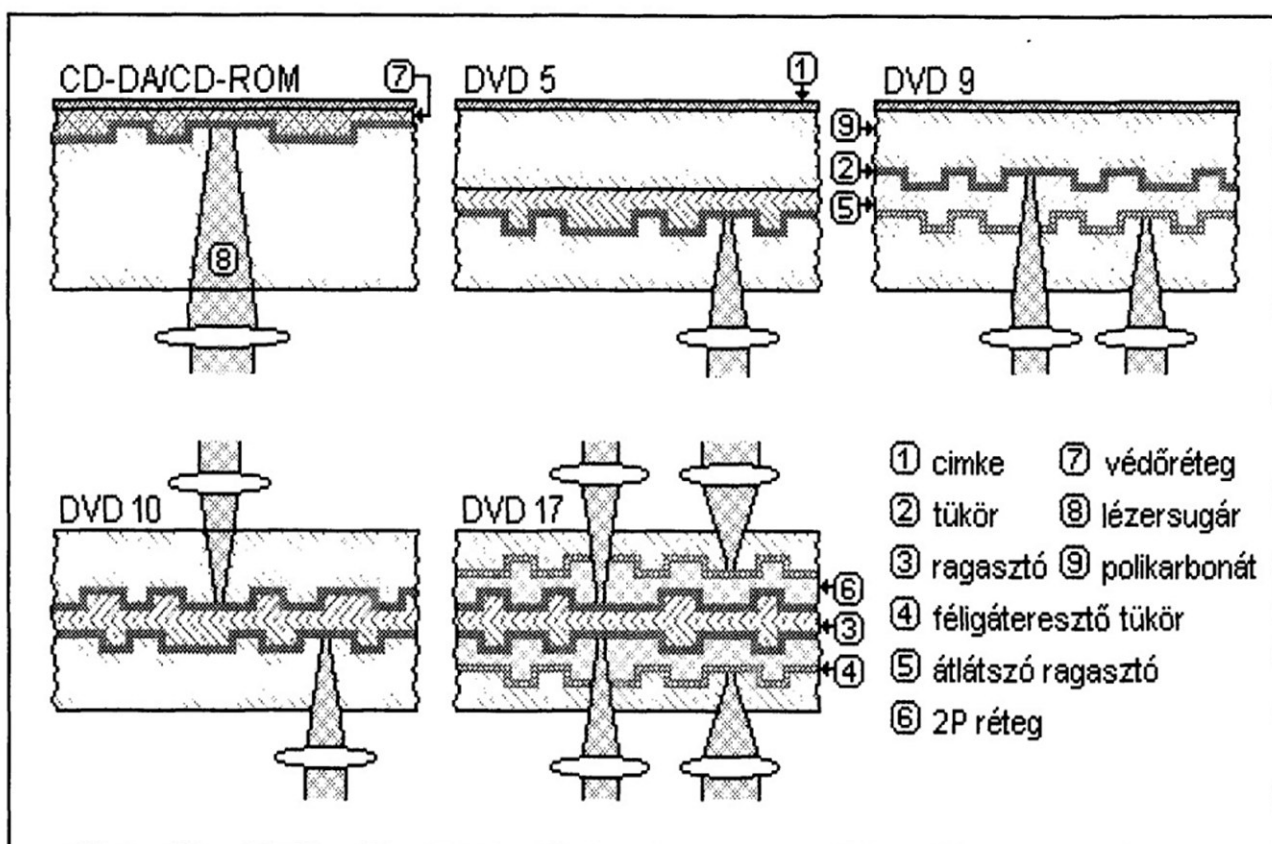
Számolni kell azzal, hogy a belső réteg olvasásakor kicsit látható a külső réteg is, ami csökkenti a jel/zaj viszonyt. A megbízhatóbb olvasás érdekében a kétrétegű lemezeknél a lyukak minimális méretét ezért egy kicsit megnövelték (0,44  $\mu\text{m}$ ). Az adatsűrűség tartásához ezzel egy időben az olvasási sebességet is nagyobbra választották a tervezők (3,84 m/sec). A nagyobb olvasási sebesség viszont azt eredményezi, hogy a lemez kapacitása kismértékben csökken az egyrétegűhöz képest.

Kétrétegű lemez gyártható úgy is, hogy az egyik hordozóban alakítják ki a két réteget, és másik hordozó üres. A kezdet azonos az előző módszerrel: az egyik hordozót polikarbonátból fröccsöntik, és vékony rétegben féligáteresztő tükröt hoznak létre rajta. A második réteg létrehozásához különleges technikát alkalmaznak, melyet 2-P eljárásnak neveznek. A tükröfelületre ráhúzott fotopolimert (2-P) réteg hordozza

a második rétegben lévő információs lyukakat. Végül az egészet befedi tükröző felülettel. A két lemezt ezután természetesen összeragasztják. Ugyanezzel a technikával készül a 6-2. ábrán látható DVD17-lemez is, csak ott mindkét lemezen két réteget hoznak létre.

### DVD10

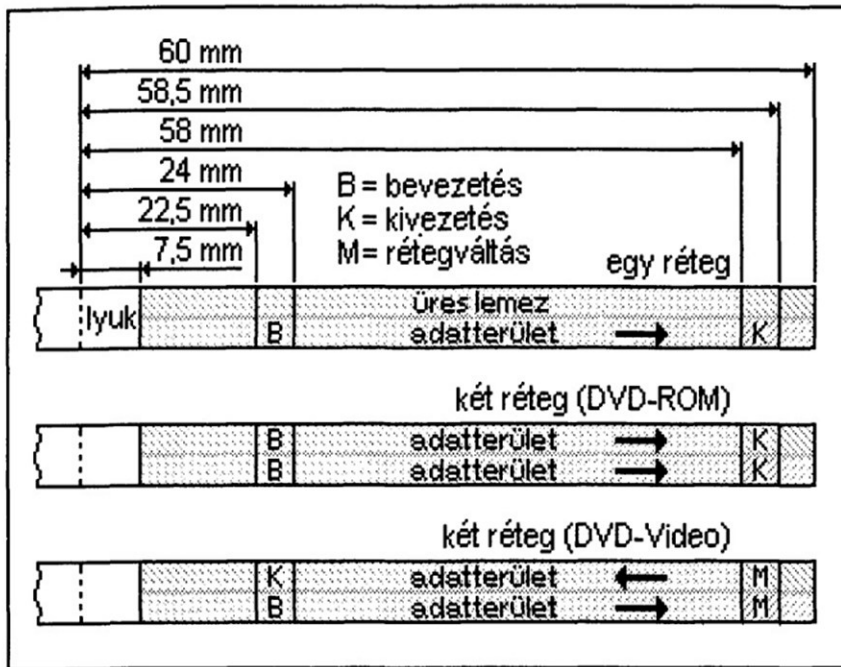
Kétoldalas lemez 9,4 Gb-át kapacitással, ami pontosan kétszerese a DVD5-lemeznek. Ennek oka, hogy gyártása csak abban tér el a DVD5-lemeztől, hogy mindkét 0,6 mm vastagságú lemezben kialakítanak lyukakat összeragasztás előtt. A második oldal olvasásához a lemezt meg kell fordítani a lejátszóban. A 6-2. ábrán a kétoldalas lemezt úgy ábráztuk, mintha az olvasófej került volna felülre.



6-2. ábra. DVD-rétegek

## DVD17

Két réteg, két oldal, 17 Gb-át kapacitás, jelenleg ez a csúcs. A két lemezt külön gyártják és összeragasztják. A két rétegtechnikát részletesen a DVD9-lemeznél írtuk le. A legnagyobb kapacitás a legbonyolultabb gyártást is jelenti.



6-3. ábra. DVD-lemez felépítése

A DVD-lemezek fizikai méreteit, a lemezfelület tagolását és az egyes rétegek olvasási irányait a 6-3. ábrán láthatjuk. Az ábrán csak a 120 mm átmérőjű lemez adatait tüntettük fel, de a DVD-lemezeknek létezik 80 mm átmérőjű változata is. A kétrétegű lemez érdekes tulajdonsága, hogy a második réteg mindkét irányban olvasható. A szabványos CD-kötet információja mindig a lemez elején van (legbelső spirál). Ugyanez igaz az egy- és kétrétegű DVD-lemezre is, de a második réteg kívülről befelé olvasva is tartalmazhat adatot. Ez a képesség olyan alkalmazásoknál használható ki, melyek a lemezre folyamatosan felvett anyagot (pl. mozifilm) tartalmaznak, és a külső réteg végén azonnal folytatni kell a belső réteg olvasását. Az átváltás technikailag egyszerűen megoldható, mivel a szögsebesség nem változik, csak az olvasófej fókuszát kell a belső rétegre átállítani. Nehezebb kérdés az olvasás fo-



lyamatának fenntartása (szinkronizálás és a csatolások követése), melyet egy középső terület létrehozásával biztosítanak. Ezen a területen egy rétegek közötti kivezetést és bevezetést hoztak létre (M = rétegváltás).

### 6.1.1. DVD-adatformátum

A DVD-lemezen lévő adat formázása eltér a CD-lemezétől. A DVD-lemezt kezdettől fogva hang, kép és számítógépes adatok tárolására tervezték. Emlékeztetésül: a CD-lemez egysége a szektor (keret), mely 98 blokkra tagolódik. Minden blokkban egy szinkronkarakter, egy alkód, 24 adat és 8 hibajavító bájttal található. Egy szektorban összesen 2352 (98×24) adatbájttal van, melyből a különböző CD-változatok eltérő mennyiséget használnak információ tárolására, illetve második szintű hibajavításra. A DVD és CD formátum között három lényeges különbség van:

- nincs alkódbájttal a tárolt adatsorozatban, és emiatt nincsenek alkódcsatornák vezérlési célokra;
- minden adat 2048 bájtos szektorban tárolódik (az Audio, Video és ROM lemezeknél), és a szektorformázás különbözik a CD-szektortól;
- nincs második szintű hibajavítás, mert az ECC karakterek az első szintű védelembe integrálódtak.

#### *Szektorformátum*

A DVD-szektorok (keretek) 2064 bájt méretűek, melyből 2048 felhasználói adatbájttal. A teljes szektor hibajavítási célból 12 sorra tagolódik, minden sorban 172 bájtal. Az első sor 12 bájt fejléccel kezdődik, az utolsó sor végén pedig négy bájt EDC (Error Detection Code) hibaérzékelő kódmező található. A fejléc négy bájt azonosítóadattal (ID, Identification Data) kezdődik. Az azonosító olyan fontos információ, hogy két bájt ID hibajavítót (IEC, ID Error Correction) rendeltek hozzá. A fejléc végén hat bájt későbbi célokra fenntartott mező áll (6-3. táblázat).

6-3. táblázat. DVD-szektor felépítése

0.sor	ID	IEC	fenntartott	160 bájt felhasználói adat	
1. sor				172 bájt felhasználói adat	
2. sor				172 bájt felhasználói adat	
				6×172 bájt felhasználói adat	
9. sor				172 bájt felhasználói adat	
10. sor				172 bájt felhasználói adat	
11. sor				168 bájt felhasználói adat	EDC

### Hibajavítás

A DVD hibajavító algoritmus is átszótt Reed-Solomon kódolással működik. A CD CIRC algoritmusával szemben a DVD-hez választott megoldás mintegy tízszer robusztusabb. Ez a megoldás RS-PC vagy RPC (Reed-Solomon Product Code, Reed-Solomon együttes kód) rövidítésként vált ismertté. A CD-lemezekre jellemző csoportos hibák elleni védekezésül a DVD is átszövési technikával dolgozik. Az átszövés egy – 16 szektor összesen 192 sorából álló – blokkra vonatkozik. A hibajavító bájtokat kétdimenziós módon fűzik össze (innen származik a kódolás együttes [szorzat] meghatározása). A kétdimenziós mód azt jelenti, hogy hibajavító bájtok íródnak a sorok végére és a blokk végére is (l. 6-4. táblázat).

Minden sor végére 10 bájt RS hibajavító adat kerül, és a blokk végére 16 sornyi RS adatot fűznek. A blokkban lévő összes adat így 208 sorból, soronként 182 bájtól áll (37 856 bájt), melyből  $192 \times 172 = 33\,025$  bájt képi a szektort, és  $16 \times 2048 = 32\,768$  bájt hasznos adat. Százalékban kifejezve az összes lemezen tárolt adatból 87% szektor adat, és 86% felhasználói adat. Az RS-PC technikának köszönhetően az egyrétegű DVD-lemezeknél 6, a kétrétegű lemezeknél 6,5 mm hosszú csoportos hiba javítható.

6-4. táblázat. DVD-blokk felépítés

0. sor	172 bájt/sor szektor adat	10 bájt RS adat
191. sor		
192. sor	182 bájt/sor RS adat	
207. sor		

### 8/16 moduláció

A DVD-tárolás legalacsonyabb szintjén a lemezre írt lyukaknak megfelelő csatornabitek előállítására folyik. A csatornabitek képzése azonban eltér a CD EFM rendszerétől. Az EFM 8 adatbitet 14 csatornabitre modulál. A név egy kicsit csalóka, mert minden 14 bites csatornakeraktert 3 összekötő bit követ, így valójában nyolcra 17 bitre történő átalakításnak kellene nevezni. A DVD az EFM továbbfejlesztett változatával dolgozik, melyet kezdetben EFM+, majd később 8/16 modulációnak neveztek el. A nyolc adatbit 16 csatornabitre alakítása hatékonyabb, mint az EFM. Tovább csökkenti az egyenáramú összetevőt, és egyszerű áramkörrel dekódolható. Az eredeti SDCD lemezhez 8:15 átalakítást választottak, így a lemez kapacitása 5 Gbájt volt. A számítógépipar kérésére a modulációt a DVD-nél 8:16 átalakítással oldják meg, mert így nagyobb az olvasás megbízhatósága, viszont a kapacitás lecsökkent 4,7 Gbájt-ra.

A 8/16 moduláció lényegében azonos az EFM-mel, de a moduláció során megtakarítunk egy összekötő bitet. Minden 8 bites adathoz egy táblázat segítségével 14 bites kódot feleltetünk meg, melyet két összekötő bit egészít ki 16 csatornabitre. Az összekötő bitek a kód egyenáramú komponensének csökkentését szolgálják (azonos számú nulla és egyes bit a kódban). Tekintve, hogy a modulációs elv alapjaiban megmaradt, a DVD lyukak és az ép felületszakaszok hossza is 3T és 11T

között van (T az egy csatornabit tárolásához szükséges hosszúság), mint a CD-nél.

A fizikai szektor a hibajavító bájtokkal együtt átlag 2366 bájtól áll. A 16 szektorból álló blokkban  $16 \times 2064 = 33\,024$  szektor bájt és  $192 \times 10 + 16 \times 182 = 4\,832$  RS adatbájt található. A szektor átlagos hosszára így jön ki 2366 bájt, azaz 18 928 bit. A 8/16 moduláció után a bitek száma megduplázódik és kiegészül további 832 szinkronbittel. A szinkronkarakterek most is a szektor kezdetét jelzik. Egyediek, azaz 8/16 modulációval nem hozhatók létre.

A szektorban lévő 2048 felhasználói adat tárolásához szükséges összes csatornabit száma végül is  $2 \times 18\,928 + 832 = 38\,688$ . A 2.1.2.1. fejezetben kiszámoltuk, hogy a 24 adatbájtot tartalmazó blokk tárolásához 588 csatornabitet használ fel a CD. A szektor 98 blokkból áll, tehát az összes csatornabit 57 624, melyben 2 352 bájt adat van, és a felhasználó számára pl. a CD-ROM 2. mód 1. formánál 2048 bájt használható. Hasonlítsuk össze ezt a csatornabit számot a DVD-hez tartozó 38 688 csatornabit számával, és látjuk a nagyobb tárolási kapacitás egyik magyarázatát.

### 6.1.2. ISO 9660/mikro UDF állománykezelő rendszer

A DVD-lemezek a mikro UDF/ISO 9660 hídformának nevezett állománykezelő rendszert használják. Mint a nevéből is következik, ez a rendszer az ISO 9660 és az UDF (Universal Disc Format, általános lemez formátum) rendszerek keresztezéséből alakult ki. Az ISO 9660 rendszert eredetileg a csak olvasható lemezekhez készítették, és az írható CD-lemezeknél komoly gondokat is okoz használata. Az UDF-rendszert az optikai tárolókhoz fejlesztette ki az OSTA (Optical Storage Technology Association) cég. Az UDF 1.02 változata (mikro UDF) a DVD-lemezekre vonatkozó előírásokat tartalmazza. A DVD-ROM-, DVD-Video- és DVD-Audio-lemezek a CD-ROM-kompatibilitás miatt mindkét rendszert (ISO 9660 és UDF) használják, a DVD-R- és DVD-RAM-lemezek csak UDF-rendszerben dolgoznak.

Az UDF évek óta ECMA 167 szabványként a véletlen elérésű adathordozók állománykezelő formátuma. Az ISO kisebb módosításokkal elfogadta merevlemezhez, hajlékonylemezhez és különböző opti-



kai tárolókhoz használható rendszerként ISO 13346 szabványszámmal. Az OSTA fejlesztői az ISO 13346 szabványból kiindulva új, platformfüggetlen rendszert dolgoztak ki a magneto-optikai újraírható eszközök számára 1995 végére. A DVD alkalmazásokhoz létrehozott állománykezelő rendszert a TWG-t (Technical Working Group, műszaki munkacsoport) alkotó hét cég (Apple, Compaq, Fujitsu, Hewlett Packard, IBM, Microsoft és Sun) jóváhagyta.

Az UDF különválasztja a hardvert a tartalomtól. Ez azt jelenti, hogy a szórakoztatóipari lemez és a számítógépes lemez ugyanazt az állományformát használhatja. Az állománykezelő rendszerek központi kérdése az állomány nevének meghatározása. A mikro UDF az állománynevekkel kapcsolatban a következő engedményeket teszi az ISO 9660-hoz képest:

- megszűnt a hagyományos 8.3 név konvenció,
- kis- és nagybetű keverhető a névben,
- a név 256 karakter hosszú lehet,
- nincsenek tiltott karakterek,
- Unicode-rendszer támogatja a nemzeti karaktereket.

A mikro UDF megengedi, hogy egy teljes állomány több különálló részben, a lemez nem folytonos felületén tárolódjon. Ez előnyös, ha például egy hét lemezből álló CD-ROM-készletet, vagy egy hatalmas adatbázist másolunk fel DVD-lemezre. A mikro UDF képes az erőforrások és elágazások megőrzésére Macintosh alkalmazásoknál. Ez azt jelenti, hogy ha egy keresőalgoritmus működik merevlemezen és CD-ROM-lemezen, akkor DVD-n is működni fog.

A DVD-lemez két különböző információtípusra tagolódik: navigációs (vezérlő) és prezentációs (megjelenítési) adatokra. A vezérlőadatok – a FAT rendszer bejegyzéseihez hasonlóan – mutatófeladatot látnak el, az aktuális videó- és hangmegjelenítési adatokra mutatnak a lemezen. A DVD referencia lejátszó modellben a prezentációs és navigációs adatsomagok a sávpufferben választódnak el. A vezérlőadatok a 6-5. táblázatban látható egymásra épülő szintek sorozatára bonthatók le.

A lemezkötet legfeljebb 99 különböző címet tartalmazhat. Mind-egyikben egy kezdeti navigációs menü teszi lehetővé, hogy a felhasználó a cím különböző változatait lejátsssa. A gyökér menü, melyből az összes címre elágazhatunk a video kezelőben (VM, Video Manager) van kódolva.

6-5. táblázat. DVD állományvezérlő adatszerkezet

Cím (Title)	A mozifilmeket vagy tv-epizódokat különbözteti meg. Két típusú cím lehet: egyedi programlánc (One_Sequential_PGC_Title) és különböző programláncok gyűjteménye (Multi_PGC_Title)
Programlánc (Program Chain)	Programok gyűjteménye
Címrész (Part of Title)	Csatolás egy vagy több program- (PG) egységhez. A PGC-hez hasonlóan ez a mechanizmus is különböző változatok létrehozására használható (kameraszög, arányok, események) ugyanabban a programláncban. A POT jeleneteket is megjelölhet.
Program	Általában egy jelenet. Több cellát tartalmaz.
Cella (Cell)	Navigációs és váltakozva video- és hangcsomag előzi meg. A cella általában egy egész számú képcsoporthoz (GOP) tartozó összes video- és hanganyagot jelenti.
VOBU	Video Object Unit (video tárgyegység), másként GOP
GOP (Group of pictures)	1. a lemezen elérhető legkisebb egység (képkockán belüli tömörítés képcsoportja) 2. képkockák közötti tömörítés legnagyobb kódolási egysége. Általában 15 kép (0,5 sec) hosszú.
Csomag (packet)	A DVD-csomag 2048 bájt méretű, mint egy szektor. Az MPEG-adatfolyamban a csomag csak egyféle adatból áll.
NAV csomag	Az opcionális billentyűparancsokat tartalmazza, melyek a cella lejátszási módját határozzák meg.

### 6.1.3. DVD és a Microsoft operációs rendszer

A Microsoft cég követi az új eszközök megjelenését. A DVD-előírásoknak megfelelő lemezek kezelését a Windows 98 és Windows NT 5.0 operációs rendszerek már beépítve tartalmazzák.

Az új eszközök támogatása nemcsak a DVD-ROM-meghajtókhöz új meghajtóprogram kiadását jelenti, hanem a DVD-alkalmazások számítógépen történő futtatásához szükséges szoftverek és alkalmazói környezet megteremtését is.

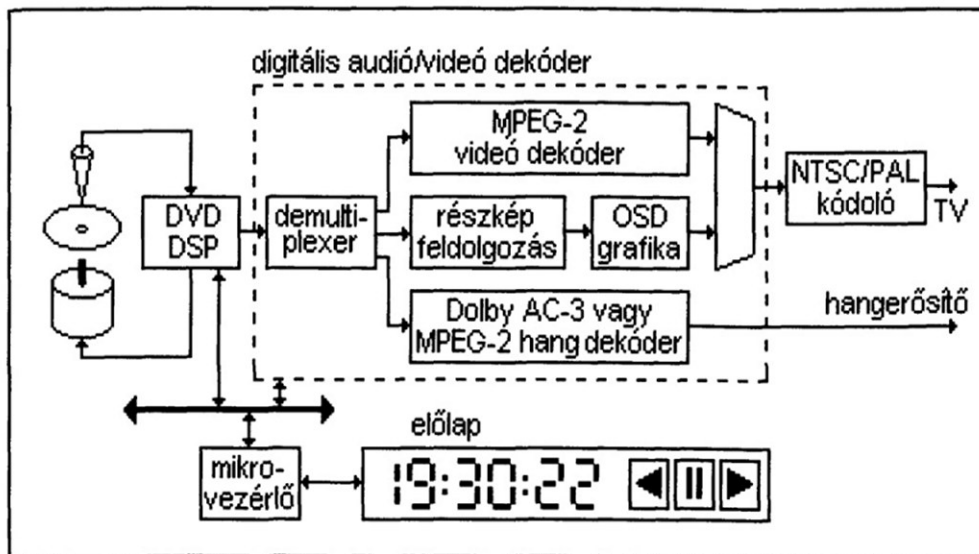
- DVD mozifilmek lejátszása. Ez a támogatás elsősorban a szórakozásra használt PC-gépeknél érdekes, de bármely hardvermegoldásnál fontos lehet, ahol filmek jó minőségű lejátszása a cél. A támogatás magában foglalja a szabványos DVD-Video-lejátszók interaktivitására és minőségi lejátszásra vonatkozó szolgáltatásait. Tekintve, hogy a számítógép-monitorok jobb képet adnak, mint a televízió, a számítógépes alkalmazás a DVD-lemez képességét jobban ki tudja használni.
- DVD tárolóeszközök kezelése. A már kapható DVD-ROM-lemezek igen nagy állományokat olcsón tárolnak. A Microsoft eszközmeghajtó programja a DVD-ROM csak olvasható alkalmazását és az 1.02 változatú UDF állománykezelő rendszert támogatja Windows és Windows NT rendszerekben. Ez a támogatás teljesen független a DVD-Video mozifilmjeinek lejátszásától. Az egyszer és többször írható lemezek támogatási módjáról a Microsoft később dönt.

## 6.2. DVD-meghajtó

DVD-lemez olvasására képes eszközök két formában kaphatók a piacon. A szórakoztatóipar asztali készüléket kínál azok számára, akik csak élvezni szeretnék a DVD képességeit és nincsenek számítógépes vénával megáldva. Az asztali készülék nagyon hasonlít a mai videókra és analóg CD-lejátszókra. Kezelése az előlapról történik (illetve távvezérlőről), és közvetlenül csatlakozik a televízióhoz. A készüléket önálló mikroszámítógép vezérli, számítógépes csatlakozásra nagyon ritkán van

lehetőség. A másik kivitel számítógépbe építhető. Külsőre erősen emlékeztet a CD-meghajtókra, várhatóan ki is szorítja a számítógépből a CD-meghajtót. Jelenlegi alkalmazása főképp a multimédia területére és mozifilmek lejátszására korlátozódik, de az írható DVD-lemezek megjelenésével háttértárként is megnő a szerepe.

A DVD-lejátszók és meghajtók felépítése és képességei az alkalmazástól függően eltérnek egymástól. Természetesen az alapok közösek, mert mindegyik eszköz a lemezen tárolt lyukak olvasásából nyeri vissza a tárolt információt. A 6-4. ábrán mintaként egy DVD-Video-lejátszó blokkvázlatát láthatjuk.



6-4. ábra. DVD-Video-lejátszó blokkvázlata

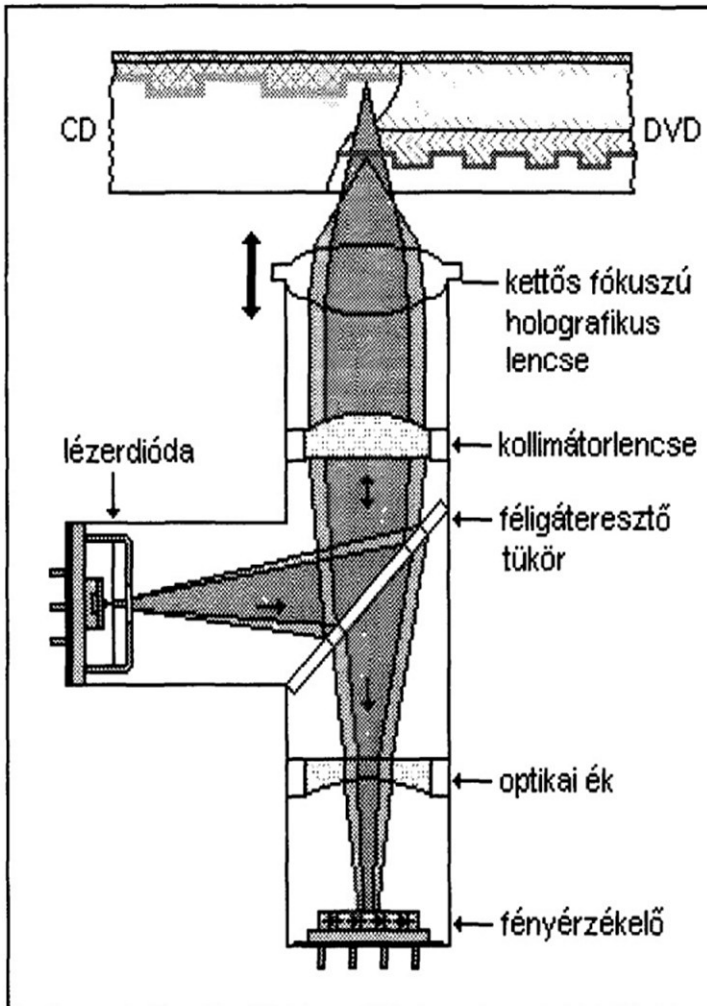
### Optikai rendszer

A lézerhullámhossz csökkentése és a numerikus apertúra növelése kisebb fényfolttra fókusztést tesz lehetővé, így a lemezen kisebb méretű lyukak és közők hozhatók létre, és a spirális sávok távolsága is kisebb lehet. A DVD-CD kompatibilitást minden gyártó igen fontosnak tartja (elsősorban üzletpolitikai szempontból). A Matsushita és a Mitsubishi két különböző lencserendszert alkalmaz a hagyományos CD és DVD közös olvasásához. A Matsushita meghajtóban holografikus lencsét találunk (az eredeti meghatározás szerint integrált hologram aszférikus üveglencsét), mely 0,6 vagy 1,2 mm távolságra tud fókusztálni. A holografikus lencsefelület közepére bevágásokat készítettek, melyek szét-



szórják a fényt, és hosszabb fókuszt eredményeznek. A lencse szélén nincsenek bevágások, az itt áthaladó fény rövidebb távolságban fókuszáldik. Visszaverődéskor a fényérzékelőn keletkező fényfolt koncentrikus körökből áll. A belső körök 1,2 mm távolságról származnak, a külső körök pedig 0,6 mm-ről verődtek vissza.

A Mitsubishi megoldás ikerlencsés aktuátort tartalmaz. A csúcson csapágyazott optikai fejben külön tárgylencse szolgál a hagyományos CD, és külön tárgylencse a DVD olvasására. A sávkövetést és a fókuszállást fáziskülönbség érzékelő vezérli az egysugaras letapogatással működő CD-nél leírt módhoz hasonlóan. A fényérzékelő a befogott teret négy negyedre osztja négy fotodiódával, melyek eredő jelei (összeg és különbségi jelek) adják az olvasott jelet, és vezérlik a sávkövetést és fókuszállást.



6-5. ábra. DVD optikai rendszer

## Sebesség

A jelenlegi DVD-meghajtók normál CD üzemmódban átlagosan nyolckilencszeres sebességgel olvasnak. A lemezről olvasott anyag sebessége a különböző műveletek során folyamatosan csökken. A 6-6. táblázatban a DVD-Video-lejátszó átviteli sebességeit foglaltuk össze.

6-6. táblázat. DVD-lejátszó bitsebességek

Szint	Sebesség
Csatornabitek (8/16 moduláció + szinkron)	26,16 Mbit/sec
8/16 demoduláció után	13,00 Mbit/sec
Hibajavító bájtok	1,92 Mbit/sec
Felhasználói adatok	11,08 Mbit/sec
Információs állomány + DSI-csomag	1,0 Mbit/sec
mux_rate	10,08 Mbit/sec
Video, hang és részkép összesen	max. 9,80 Mbit/sec

A lemezről olvasott adatok 26,16 Mbit/sec sebességgel érkeznek. A csatornabitek demodulálása után a sebesség a felére csökken. Ha a hibaérzékelő (EDC) hibát jelez, az RS hibajavító bájtok segítségével megtörténik a sérült adatok helyreállítása. Ez a folyamat a sebességben kb. 2 Mbit/sec csökkenést eredményez. A következő lépésben a megkevert adatok sorrendjének helyreállítása és a másolás elleni védelem visszafejtése történik. A sorrend helyes helyreállítását ismét EDC-kódokkal ellenőrzik. Ezek a lépések nem okoznak sebességcsökkenést.

A felhasználói adatok tehát 11,08 Mbit/sec sebességgel érkeznek a FIFO pufferbe. A lejátszó viselkedésének vezérlésére szolgáló DSI és PCI csomagkeretek eltávolítása után az MPEG rendszerdekóder számára 10,08 Mbit/sec sebesség marad. A mux\_rate az MPEG-2 (ISO/IEC 13818-1) szabványban meghatározott kombinált átviteli sebes-

ség, mely az összes elemi adatfolyam-csomagra vonatkozik (video és audió), beleértve a rendszer-csomag fejlécet is. Az MPEG rendszer-dekóder szétválasztja az adatfolyamot, és szétosztja a dekóderek számára (video, hang, részkép és VBI). A művelet eredményeképp az adatfolyam sebessége legfeljebb 9,8 Mbit/sec lesz.

### *Lejátszó*

A mintaként választott DVD-Video-lejátszó (6-5. ábra) a következő főbb összetevőkből áll:

- lemezolvasó mechanizmus: lemezforgató motor, optikai fej;
- digitális jelfeldolgozó processzor (DVD DSP): integrált áramkör, a fényérzékelőkön keletkezett impulzusokat digitális jelekké alakítja további dekóderek számára;
- digitális audio/video dekóder: ez a bonyolult integrált áramkör a tömörített digitális jelekből stúdió minőségű képet és CD minőségű hangot állít vissza. Az OSD az On-Screen Display (kijelzés a képernyőn) funkciót jelenti;
- mikrovezérlő: a lejátszó központi vezérlője, vezérli a lejátszó műveleteit, kezeli a felhasználó beavatkozását (előlapon vagy távvezérlőn keresztül).

## **6.3. DVD-könyvek**

A DVD lehetséges alkalmazási területeit figyelembe véve hozták létre a fejlesztők a DVD-családot. A család tagjai tulajdonképp a CD-lemezek DVD megfelelői, egységes rendszerbe foglalva.

Jelenleg a DVD-ROM-, DVD-Video-, DVD-R- és DVD-RAM-szabványok vannak készen. A DVD-Audio-szabvány kialakításán folyamatosan dolgoznak a szakemberek. 1997 áprilisában a fórumot alkotó 10 cég bejelentette, hogy engedélyezi más gyártócégeknek a DVD-technológia és logo használatát. A DVD-technológia kiterjed a lejátszókra, meghajtókra, egyéb berendezésekre és lemezekre, de nem jelenti a szabadalom felszabadítását.

Fontos megértenünk, mi a különbség a DVD-Video és a DVD-ROM között. A DVD-Video-lemez (gyakran egyszerűen DVD-nek nevezik) videoprogramokat (filmet) tartalmaz, és televízióval összekötött DVD-lejátszóban játsszák le. A DVD-ROM-lemezen számítógépes adatok vannak, melyek számítógépbe épített DVD-meghajtóval olvashatók le. A különbség hasonlít az audió CD és CD-ROM közötti különbséghez. A DVD-ROM egyszer írható változatát DVD-R-, többször írható változatát pedig DVD-RAM-lemeznek nevezik. Várhatóan először a DVD-Video-lejátszók terjednek el. Az új, beépített DVD-ROM-meghajtót tartalmazó számítógép nagy része képes a DVD-Video-lemez lejátszására is. A DVD-Audio-formátum jelenleg még nincs meghatározva.

### 6.3.1. „A” könyv (ROM)



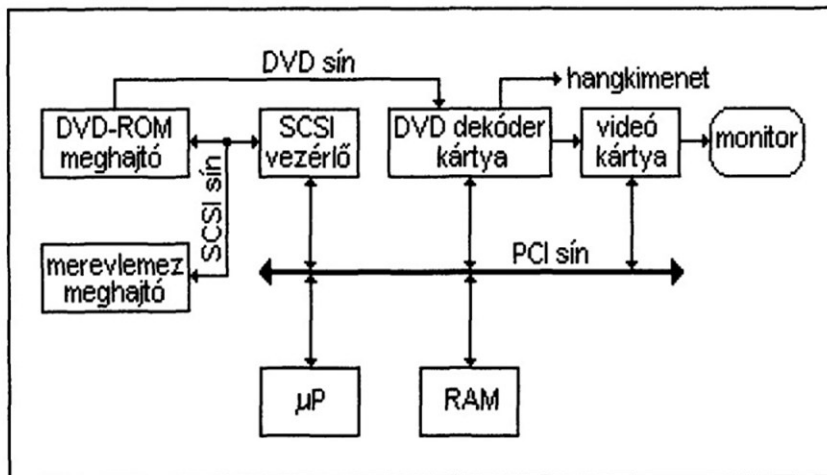
A DVD-ROM előírásai tetszőleges típusú számítógépes és multimédiás adatok tárolására alkalmazható formátumot határoznak meg. A DVD-Videoval szemben itt nincsenek alkalmazási előírások, ugyanakkor a CD-ROM Sárga Könyvhöz képest állománykezelő-rendszer specifikációkat tartalmaz az A könyv. Az A, B és C könyv szerinti lemezekhez azonos fizikai és logikai formátumot határoztak meg. A számítógépipar műszaki munkacsoportja (TWG, Technical Working Group) az alábbi követelményeket írta elő a DVD-ROM-lemezekre:

- egyszerű adatsere-szabvány;
- lefelé kompatibilitás a létező CD-ROM-lemezekkel;
- felfelé kompatibilitás az egyszer és többször írható DVD-lemezekkel;
- közös állománykezelő-rendszer az összes alkalmazáshoz és formátumhoz;
- olcsó meghajtóeszközök és lemezek, kazetta (caddy) nem szükséges;
- a létező CD-lemezekkel egyező vagy jobb megbízhatóság;
- nagy kapacitás;
- gyors keresés és adatátvitel;
- magas teljesítmény soros és közvetlen hozzáféréseknél;
- megbízható adattárolás.



A DVD-ROM-lemez a fenti tulajdonságokból következően ideális adathordozó multimédiás alkalmazásokhoz, és az alkalmazói programok terjesztésére. A legtöbb DVD-ROM-meghajtó keresési ideje 150–200 msec, hozzáférési ideje pedig 200–250 msec. Az adatátvitel sebessége 1,3 Mbájt/sec, burst átvitelnél eléri, sőt meg is haladhatja a 12 Mbájt/sec értéket. Ez a sebesség kb. egy kilencszeres CD-ROM-meghajtónak felel meg. A DVD-lemez fordulatszáma kb. háromszor nagyobb a CD-ROM-lemeznél, ezért néhány DVD-ROM-meghajtó csak háromszoros sebességgel olvassa a CD-ROM-adatokat, de a legtöbb meghajtó 12-szeres vagy gyorsabb sebességgel működik. A DVD-ROM-meghajtók kétszeres és háromszoros változatai hamarosan megjelennek. A Hitachi és Creative Labs új kétszeres sebességű meghajtói már 24-szeres sebességgel olvasnak.

A DVD-ROM-meghajtók a CD-ROM-hoz hasonló felületen köthetők számítógéphez, főként ATAPI (EIDE) vagy SCSI-2 interfésszel találkozhatunk. Jelenleg még nem kaphatók olyan meghajtók, melyek hang- vagy videokimenettel rendelkeznének (nincs beépített audió/videó dekóder a meghajtóban).



6-6. ábra. DVD-ROM PC-ben

Természetes igény, hogy a PC-tulajdonosok DVD-ROM-meghajtót szeretnének számítógépükbe. Ha még egy DVD video dekódert is beépítenek, minden rendelkezésre áll, hogy kiváló minőségben élvezhessék a DVD előnyeit filmek nézése, játék, oktatás vagy gyakorlás területén. A 6-6. ábrán egy lehetséges PC-rendszer blokkvázlata látható. A DVD-ROM-meghajtó SCSI sínen keresztül kapcsolódik a PC belső

sínére. A tényleges adatfolyam saját DVD-sínen áramlik, így nem terheli a PCI sít. Ez a megoldás a másolás elleni védelmet is szolgálja, mert ha a PCI sínen vinnénk át DVD-adatokat, a védelem megsértésével másolhatnánk merevlemezre vagy mágnesszalagra.

### 6.3.1.1. DVD-ROM-meghajtó – példa

*DVD-U01 Pioneer DVD-ROM-meghajtó (6-7. ábra)*

*Lejátszható rendszerek:*

egy- és kétrétegű DVD-lemez, DVD-R, CD-ROM (minden mód),  
CD-DA (CD-R és DVD-RAM nem olvasható)

*DVD-ROM jellemzői:*

Átviteli sebesség: 1,38–10 Mbájt/sec (burst)

Átlagos elérési idő: 200 msec

Adatpuffer: 512 kbájt

*CD-ROM jellemzői:*

Átviteli sebesség: 1,5–10 Mbájt/sec (burst)

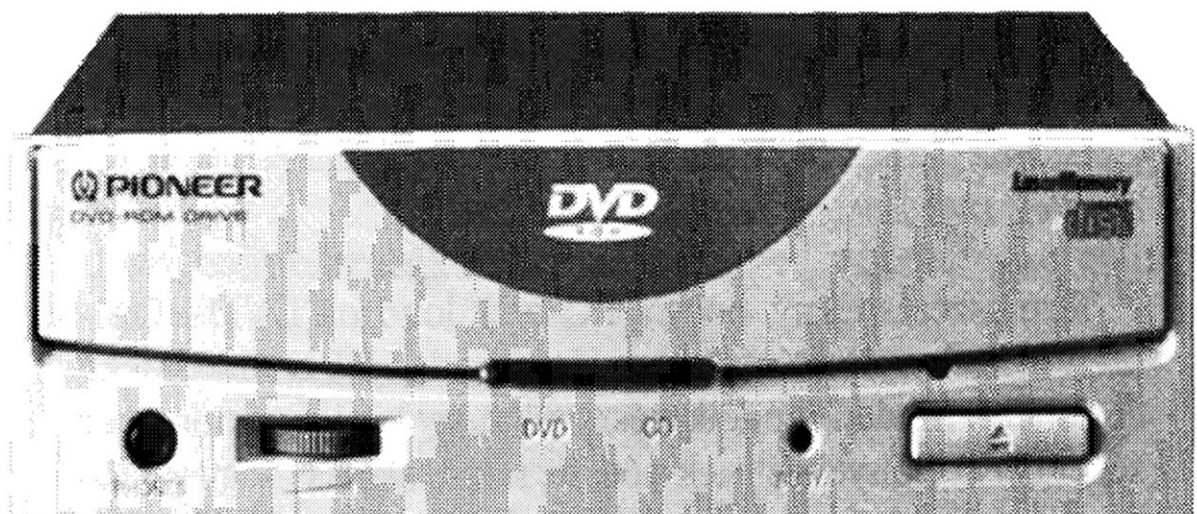
Átlagos elérési idő: 150 msec

Adatpuffer: 128 kbájt

*CD-DA jellemzői:*

Frekvenciamenet: 17–20 000 Hz ( $\pm 2$  dB)

Harmonikus torzítás: 0,1 vagy kisebb



6-7. ábra. Pioneer DVD-U01 DVD-ROM-meghajtó

Hangkimenet: 0,7 V (vonali)

Fejhallgató-csatlakozó

Interfész:

SCSI-2

Méretetek: 146 × 41,3 × 202,5 mm, 1,0 kg

### 6.3.2. „B” könyv (video)



A DVD-Video-lemez nagy kapacitású csak olvasható lemez, melyet elsősorban mozifilmek és játékok tárolására készítenek. A lejátszáshoz DVD-Video-lejátszó televízióval vagy számítógépbe épített DVD-ROM-meghajtó szükséges. A DVD-Video olyan sok belső képességgel és újdonsággal rendelkezik, hogy az interaktív mozi új adathordozójává vált. Az új képességek közé tartozik a több képméretarány, több kamera-szög, több hangcsatorna, részkép átlapolások, védelmi eszközök és interaktivitás.

A DVD-Video-szabvány különleges formátumú video- és hangadatokot, valamint interaktivitási képességet ír elő. Az állományrendszer mikro UDF/ISO 9660 híd formátumú. A CD-ROM esetében nem volt ilyen egységes adat- és állomány-specifikáció. A CD-ROM nem kötelező ISO 9660 állományrendszert használni. A CD-ROM-hoz a fejlesztők egyedi hang- és videoformátumokat hoztak létre, mint pl. a Video for Windows, Indeo és Quicktime. Semmi garancia nincs arra, hogy az egyik számítógépes CD-ROM-konfigurációval készült alkalmazás egy másik számítógépes modellen futni fog. A DVD előre meghatározott hang és kép formátuma, állományrendszere viszont biztosítja a keresztkompatibilitás előnyét. A DVD minősége messze meghaladja a jelenlegi televíziók képességét, ezért érdemes számítógépmonitort használni megjelenítéshez.

A DVD videoformátum MPEG-1 és MPEG-2 tömörítéssel készül, melyeknek országtól függően 525/60 NTSC és 625/50 PAL változatai vannak. Ez azt jelenti, hogy külön lemezt kell készíteni a nemzetközi kiadványokhoz, bár egyre több kombinált NTSC/PAL lejátszó létezik Európában is.

Az elsődleges formátum az MPEG-2, mely kétórás kiváló minőségű videofelvételt tesz lehetővé az egyrétegű egyoldalas lemezen. MPEG-1

tömörítéssel kb. nyolcórás anyag készíthető, de a minőség sokkal gyengébb. Nagyon jó minőségű színes állóképek is tárolhatók a lemezen. Ezeket elsősorban menüként vagy háttérképként használják, de diabemutatóhoz is alkalmasak hanggal kísérvé vagy anélkül. A széles (widescreen) filmek szabványos (4:3) vagy széles (16:9) tv-n nézhetőek. A DVD-lemezezől majdnem stúdióminőségű kép, és a hang CD-nél jobb minőségű hang játszható elő. A DVD-Video sokkal jobb, mint a videoszalag, és általában jobb a Laserdisc-nél. A minőség több gyártási tényezőtől függ.

A DVD-Video további tulajdonságai még: nyolc digitális hangsáv több nyelv számára, mindegyik 8 csatornával. 32 részkép/karaoke sáv. Automatikus „varrat nélküli” elágazások a videolejátszásban (történet szétágazás). Kilenc különböző szögből felvett kép közül választhat a felhasználó, és az átváltás nem befolyásolja a folytonosságot. Többnyelvű azonosító szöveg lehet a lemez, az album és a dal nevéhez.

A DVD-Video hangminősége igazán kiváló. Három DVD-Video tömörített hangformátum közül választhatunk: LPCM (lineáris impulzuskód moduláció), Dolby Digital és MPEG audió. Országtól függően jelenleg csak két formátum terjedt el. Az NTSC országokban PCM és Dolby-rendszert használnak, az MPEG csak opcionális lehetőség. A PAL országokban a PCM és MPEG terjedt el, a Dolby opcionálisan választható. A DVD előírások megengedik a DTS (digitális színház rendszer) és az SDDS (Sony dinamikus digitális surround) választását is.

A szabvány készítésekor néhány paramétert túlméreteztek, hogy elkerüljék a CD-szabványnál elkövetett hibákat (régébbi és újabb CD-szabványok közötti inkompatibilitás). A mozitársaságok érdekei miatt azonban a szabványosság már most csorbát szenvedett, mert az NTSC és PAL országok audio kódolása eltérő (Dolby AC-3 és MPEG-2 hang).

### *DVD-Video-lejátszó tulajdonságok*

A legtöbb DVD-Video-lejátszó támogatja az alábbi szabványos képességeket:

- nyelvválasztás (automatikusan videojelenet, hangsáv, alcímsáv és menük kiválasztásához);



- különleges hatások a lejátszás során: kimerevítés, léptetés, lassú, gyors és érzékelés (visszafelé lejátszás és léptetés nincs);
- menük és egyszerű beavatkozási lehetőségek játékok, rejtvények során;
- lemez, kötet, sáv és idő kód szerinti keresés;
- korhatárhoz kötött lejátszás;
- programozhatóság (a kiválasztott szekciók tetszőleges sorrendű lejátszása);
- véletlen sorrendű és ismételt lejátszás;
- digitális hangkimenet (PCM sztereó és Dolby-Digital);
- hang CD kompatibilitás.

Néhány lejátszó egyéb képességekkel is rendelkezik:

- komponens kimenet kiváló minőségű képhez (YUV vagy RGB);
- Video CD és Laserdisc kompatibilitás;
- hatcsatornás audiokimenet belső audiodekódtól;
- visszafelé léptetés képkockánként;
- RF-kimenet tv-hez;
- többnyelvű képernyőkijelzés.

A DVD-Video-anyagot stúdió mesterszalagról MPEG-2 formába tömörítik. Ez a veszteséges tömörítés eltávolítja az ismétlődő információt (a képkockák között nem változó területeket), és az emberi szem számára nem látható információt. A maradék video, különösen ha összetett vagy gyorsan változó, néha zavarokat tartalmaz, melyek a tömörítés minőségétől és mennyiségétől függenek. Az átlagos átvitel (3,5 Mbit/sec) mellett a zavarok jobban észrevehetőek. Nagyobb átviteli sebesség mellett a minőség is jobb. 6 Mbit/sec felett az eredeti mesterhez képesti különbségek már nem érzékelhetők.

### *DVD-Video-lejátszó kimenetek*

A lejátszók több kimenettel rendelkezhetnek a kép és hang feldolgozására. Az alábbi felsorolás minőségi sorrendet is jelent. Nem található meg az összes kimenet minden lejátszón.

**Video:** Komponens analóg video 3 RCA-csatlakozóval (YUV és RGB) vagy SCART-csatlakozóval (RGB). A YUV és RGB kimenet/bemenet nem köthető össze közvetlenül.

S-Video (6-8. ábra).

Kompozit video (CVBS) RCA-csatlakozóval.

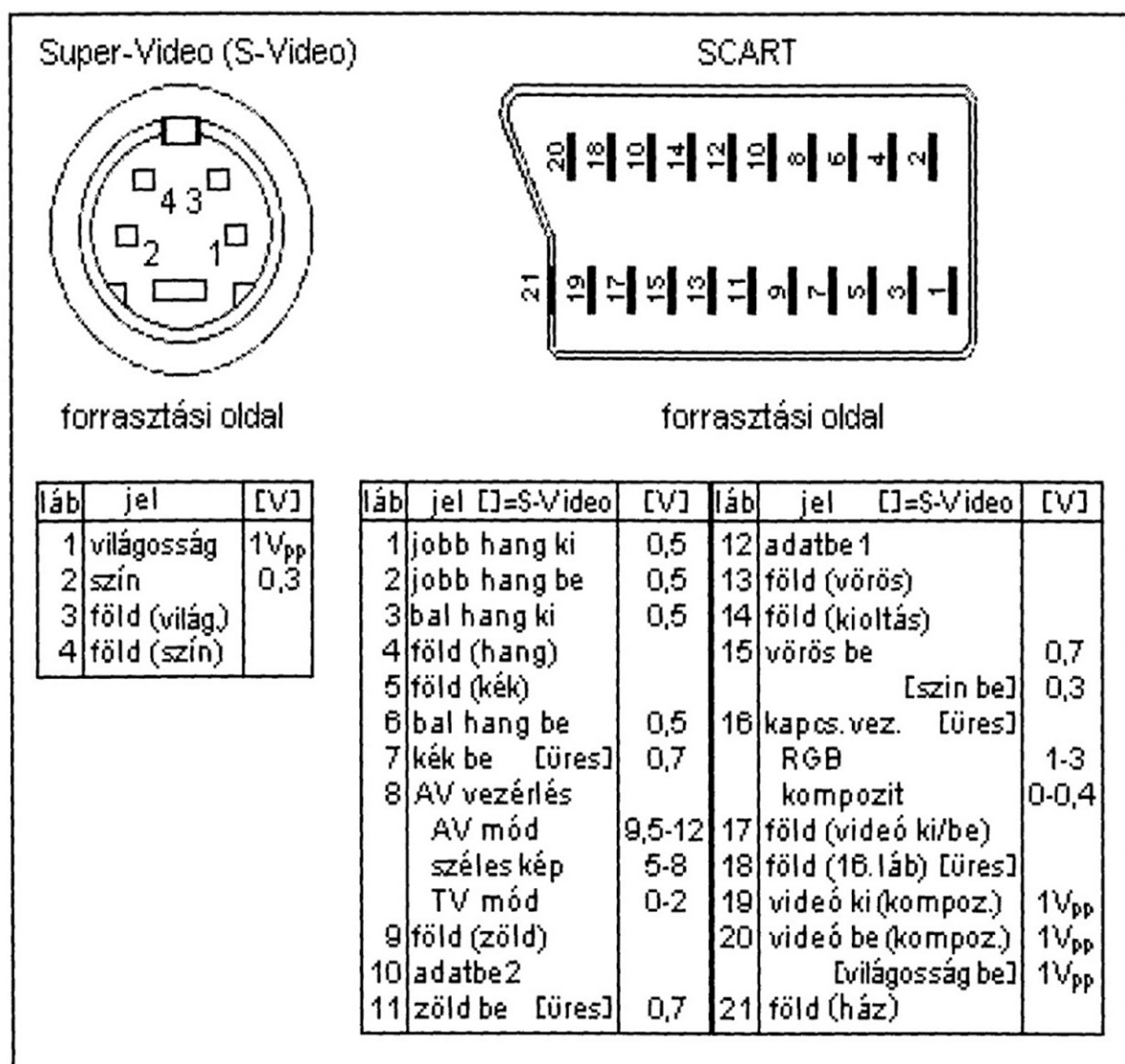
Nagyfrekvenciás kimenet (RF) a 3.-4. TV csatornára (USA).

**Audio:** Digitális audio (IEC-958 Type II RCA koax vagy EIAJ CP-340 opto Toslink). A bináris digitális audio (AC-3, MPEG-2, PCM vagy DTS/SDDS) külső dekódert igényel. Az AC-3 kimenet nem azonos a Laserdisc AC-3 kimenetével.

Analóg surround hangkimenet 6 RCA csatlakozóval.

Kettős RCA analóg sztereó hang Dolby Surround kódolással.

AC-3 nagyfrekvenciás kimenet LD/DVD kombinált lejátszón.



6-8. ábra. S-Video és SCART-csatlakozók

### 6.3.2.1. Videoformátumok

A DVD-Video MPEG-2 adattípusai nem tetszőlegesen, mint a DVD-ROM esetén, hanem a TV megjelenítésre, reprodukcióra korlátozottak:

- mozifilm (24 kép/sec);
- NTSC video (525 TV sor, 60 Hz félképfrekvencia vagy 29,97 kép/sec nem váltott soros);
- PAL/SECAM video (625 TV sor, 50 Hz félképfrekvencia vagy 25 kép/sec nem váltott soros).

Ha a forrásanyag mozifilm, az MPEG-2 kódoló jelzőket helyez el az adatfolyamba, melyek alapján a dekódoló végrehajt egy 3:2 arányú képfrekvencia konverziót a 60 (59,94) Hz-es kijelzők vagy 2:2 arányú átalakítást az 50 Hz-es kijelzők számára. Számítógépes DVD-Video-lemez lejátszásakor a jelzőket figyelmen kívül hagyja az elektronika, és a video az eredeti képfrekvenciával látható. Néhány szó a képfrekvencia konverzióról. A film két egymás utáni képkockáját 1/12 másodpercig látjuk (24 kocka/sec). Az átalakítás során az első film képkocka két

6-7. táblázat. Video-előírások

Tömörítés	MPEG-2	MPEG-1
Állandó/változó	Állandó vagy változó	Csak állandó
Képváltás	29,97 vagy 25 Hz	29,97 vagy 25 Hz
Kódolási TV-rendszer	NTSC vagy PAL	NTSC vagy PAL
Képarány	4:3 és 16:9	4:3
Kijelzési mód	pan/scan, levélszekrény	
Felhasználói adat	Zárt szöveg	Zárt szöveg
NTSC képméret	720/704×480,352×480/240	352×240
PAL képméret	720/704×576,352×576/288	352×288
Max. Bitsebesség	9,8 Mbit/sec	9,8 Mbit/sec

NTSC kockának van megfeleltetve, azaz 2/60 másodperc hosszú. A második film képkockát 3/60 másodpercig látjuk. Az öt NTSC kocka ideje tehát 5/60, azaz 1/12 sec hosszú, éppen a filmnek megfelelő lesz. Sajnos olyan lejátszó még nincs a piacon, mely a PAL és NTSC rendszer közötti átalakításra képes lenne.

A képernyő felbontása 720×480 képpontra (NTSC) vagy 720×576 (PAL) képpontra történik. A képek felbontása CCIR-601 4:2:2 formából 4:2:0 formára csökken a tömörítés során, ami 12 bit/képpontos átlagos felbontásnak felel meg (8 képponthez 12 bájt). A színmélység marad 24 bites, de egy 2×2 képpont méretű tartományra azonosak a színkülönbség jelek. A tömörítetlen forrás 124,416 Mbit/sec (NTSC video 720×480 képpont×12 bit×30 kép/sec vagy PAL video 720×576×12×25), illetve 99,533 Mbit/sec (NTSC mozi 720×480×12×24) vagy 119,439 Mbit/sec (PAL mozi 720×576×12×24) sebességgel érkezik.

A különböző gyártók különböző bitszámmal végzik a video digitális/analog átalakítást (a Sony és Toshiba 10 bitet, a Pioneer és a Panasonic 9 bitet használ), az MPEG-2 dekóder azonban csak 8 bitet igényel mintánként. A lejátszóban lévő több bit a kép minőségét közvetve javítja.

### *Amerika/Európa*

A DVD-Video ugyanazzal az NTSC/PAL problémával terhelt, mint a videomagnetofon és a Laserdisc. A DVD-Video két kölcsönösen inkompatibilis rendszert támogat: NTSC (525 TV sor, 60 Hz félképfrekvencia) és PAL/SECAM (625 TV sor, 50 Hz félképfrekvencia). A két rendszer lejátszása között három lényegi különbség van:

- képméret (720 × 480 és 720 × 576 képpont);
- képkockák megjelenítési sebessége (29,97 és 25 képkocka/sec);
- surround hang (Dolby Digital és MPEG-2).

Vannak DVD-Video-lejátszók, melyek csak NTSC- lemezeket, illetve csak PAL-lemezeket tudnak lejátszani, de az Európában forgalmazott lejátszók zöme mindkét szabványú lemezt elfogadja (multi-standard). Ezekhez két televízió vagy egy kétnormás TV szükséges. A normák közötti gondokat megoldaná egy szabványátalakítást tudó leját-



szó, mely a 625/50 lemezről szabványos NTSC-kimenetet, az 525/60 lemezről pedig szabványos PAL-kimenetet produkálna, de egyelőre ilyen lejátszót még egy gyártó sem jelentett be.

### *MPEG-2 video*

A kiváló minőségű tömörítés a DVD-Video-technológia nélkülözhetetlen feltétele. Két óra tartamú videoanyag (CCIR-601 4:2:2 felbontásban) tömörítés nélküli tárigénye kb. 144 Gb-ot (20 Mb-ot/sec) hang nélkül. Ha ezt az információt kiegészítjük hanggal, és egyéb adatokkal kb. 40:1 tömörítés szükséges, hogy a DVD5-lemezre ráférjen. A korábbi CD-lemezeken használt MPEG-1 tömörítés képességei nem teszik lehetővé az elvárt minőségű DVD-lemezek előállítását, ezért a DVD-lemezek alap tömörítési eljárásaként az MPEG-2 tömörítést választották. Az MPEG-2 video azon alapszik, hogy az idő- és térbeli ismétlődések elhagyhatók, figyelembe véve az emberi szem tulajdonságait is. Az MPEG-2 adatfolyamban (az MPEG-1-hez hasonlóan) I kép (képkockán belüli tömörítés), B kép (kétirányú) és P kép (előjelzett) adott sorrendű ismétlődése található meg. A képsorozatokat képcsoportnak (GOP, Group of Pictures) nevezik.

Az MPEG-2 tömörítési aránya változtatható, a bitsebesség 1,5 és 40 Mbit/sec közötti érték lehet. A magasabb bitsebesség azt jelenti, hogy a képekhez több bit tartozik, és a tömörítendő információ bonyolultabb lehet. Ezenkívül a képcsoportok felépítése is módosítható. MPEG-1 tömörítésnél egy képcsoportba általában 15 kép tartozik, MPEG-2-nél a képek száma 1 és 15 között változhat. Ha csak egy kép van a GOP-ban, az kötelezően I kép, melynek a legrosszabb a tömörítése, de legkevésbé veszteséges, azaz nagyobb bitsebesség kell az átviteléhez. Ha a 133 perces mozifilm DVD5-lemezre tömörítjük, az átlagos MPEG-2 bitsebességet olyan pontosan 3,5 Mbit/sec értéken kell tartanunk, amennyire csak lehetséges.

Az MPEG-2 kódolás több fokozatból áll. Először a jelet komplexitásra értékelik ki, és minden képkockához meghatározzák az optimális bitsebességet (a bonyolultabb képekhez nagyobb bitsebességet, az egyszerűbb részekhez kisebb sebességet rendelnek). Ez az ún. adaptív, változó bitsebességű (VBR, Variable Bit Rate) eljárás. Az MPEG-1 tömörí-

tés bitsebessége állandó (CBR, Constant Bit Rate). Az első fokozat eredménye egy lista (EDL, Encoding Decision List, kód döntési lista), melyet a második fokozatban, a tényleges tömörítéskor használnak fel. A második fokozat valós időben is folyhat, mert a felhasználó egyszerre kódolhatja és dekódolhatja (megtekintéshez) a video adatfolyamot. Az MPEG-2 rendszer sokkal bonyolultabb, mint amennyi helyet könyvünkben szántunk rá. A téma iránt érdeklődő szakembereknek más irodalmakat vagy az Interneten való böngészést ajánljuk.

A DVD formátum 4:2:0 komponens videotömörítést használ, mellyel max. 10 Mbit/sec sebesség érhető el. Az MPEG-2-nek köszönhetően a DVD5-lemezen 133 perc videoanyag, háromnyelvű 5.1 csatornás hanganyag és négynyelvű részképek férnek el. Mindez együtt 4,692 Mbit/sec átlagos bitsebességet igényel. Nézzük meg, hogy jön ki ez a szám:

Átlagos video bitsebesség:	3,500 Mbit/sec
Háromnyelvű hang:	$3 \times 0,384 = 1,152$ Mbit/sec
Négynyelvű részképek:	$4 \times 0,010 = 0,040$ Mbit/sec

---

Átlagos bitsebesség (a fentiek összege):	4,692 Mbit
Szükséges bitek száma percenként:	281,52 Mbit
133 perchez szükséges bitek száma:	37442,16 Mbit
133 perchez szükséges bájtok száma:	4680,27 Mbajt = 4,57 Gbajt

### *Állókép, részkép, VBI*

Az állóképek MPEG-2 I képként kódolódnak, és általában menü célra használják őket. Az állóképeket hang is kísérheti.

A részkép átlapolás (subpicture overlay) a DVD lejátszásakor létrehozott kép, a mögötte lévő videóhoz kapcsolódik. A szöveg nem korlátozott. Bármilyen 720×480 (NTSC) vagy 720×576 (PAL) felbontású bittérkép szolgálhat részképként. A DVD-Video legfeljebb 32 részkép átlapolást enged meg a video számára (32 nyelven feliratozható a film). A részképek elsődleges feladata a többnyelvű alcímek nyújtása, karaoke szöveg beszúrása, menük, animációk, utasítások és szinkronfeliratok (ha nincs ilyen nyelvű hangcsatorna) megjelenítése. Minden részkép csoporthoz négy szín választható 16 színű palettáról, és négy árnyalat

egy 16 szintű készletből (áttetszőtől az opálosig). A részkép kijelző parancsszekvenciák különböző hatások létrehozására alkalmasak (görgetés, mozgatás, színnövelés és csökkentés). A részképek bitsebessége legfeljebb 3,36 Mbit/sec lehet. A részképek a képernyő tetején jelennek meg.

A függőleges kioltási időköz (VBI, Vertical Blanking Interval) az analóg televíziótechnikában használt fogalom. A tv-kép megrajzolása után az eltérítés visszaugrik a képernyő tetejére, és ezalatt a megjelenítés tiltott. A képernyő alján és tetején így marad néhány tv-sor, mely nem tartalmaz képinformációt. A VBI-adatok a felső területre kerülnek (NTSC: 10–23, PAL 6–23 TV sor). A VBI-adatok MPEG-2 csomagok, melyek közvetlenül a videojelbe szűrhető képinformációt tartalmaznak, és 16 szintű szürkeskálán jelennek meg.

### *Képméretarány*

Az eredeti 35 mm-es filmhez 4:3 képméretarányt (aspect ratio, a vízszintes és függőleges képméret aránya) választottak, melyet azután a televízió is átvett. A képarányt gyakran tizedestörttel fejezik ki ( $4:3 = 1,33$ ). A filmtechnikában azóta megnőtt a méretarány (Cinemascope), de a televízió maradt a 4:3-nál. A szélesebb képek megjelenítése a televízión két úton oldható meg: pan/scan módszernél az eredeti képméretből kivágnak egy képernyőnyi ablakot, a levélszekrény (letterbox) módszernél pedig az eredeti képet lekicsinyítik, hogy beférjen a képernyő szélességébe (a képernyő alján és tetején fekete csík látható). A 16:9 képarányt a széles képernyőjű (widescreen) televízió számára fejlesztették ki, és ugyanezt az arányt használja a HDTV is. A DVD-Video képes alkalmazkodni minden típusú képforráshoz függetlenül a képméretaránytól. A lejátszó négy különböző úton állíthat elő videokimenetet:

- teljes képkocka (4:3 video 4:3 kijelzőhöz);
- levélszekrény (16:9 video 4:3 kijelzőhöz);
- pan/scan (16:9 video 4:3 kijelzőhöz);
- széles kép (16:9 video 16:9 kijelzőhöz).

A 4:3 méretaránytal tárolt videoanyagot nem változtatja meg a lejátszó. Szabványos televíziónál nincs probléma, a széles televízió vagy megnöveli a méretet (vízszintes szűréssel), vagy fekete sávot hagy a képernyő szélein.

6-8. táblázat. Képarány átalakítás

	Kijelző képarány	
	4:3	16:9
Forrás 4:3 Képarány 16:9	Nincs átalakítás Levélsekrény vagy pan/scan	Vízszintes szűrés a kijelzőben Nincs átalakítás

Ha a tárolt képanyag 16:9 formátumú, választhatunk a levélsekrény és a pan/scan módon történő képcsökkenés közül. Levélsekrénymódnál a lejátszó fekete sávokat hagy a képkocka alján és tetején (60 TV-sor NTSC-hez, 72 TV-sor PAL-hoz, l. 6-9. táblázat). A szélesebb téglalapba úgy fér be a kép, hogy egy levélsekrény szűrő minden négy TV-sorból három TV-sort készít. A függőleges felbontás NTSC szabványban 480 TV-sorról 360-ra csökken ( $480 \cdot 4/3 / 16/9 = 480 \cdot 0,75 = 360$  sor).

Pan/scan módban a videót nem nyomják össze, hanem csak a kép egy része látszik a képernyőn. A képernyőre kerülő képrész a videoadatfolyamba van kódolva. A pan/scan ablak a vízszintes felbontást 720 képpontról 540-re csökkenti.

A DVD-Video megjelenése várhatóan hatással lesz a TV-technika fejlődésére is, a képernyők minősége megközelíti vagy akár el is érheti a számítógépes monitorok felbontását.



6-9. ábra. Széles kép megjelenítése



6-9. táblázat. Levélszekrénymódszer

60 TV-sor (525/60 NTSC)	72 TV-sor (625/50 PAL)
360 TV-sor	432 TV-sor
(összesen 480 TV-sor)	(összesen 576 TV-sor)
60 TV-sor	72 TV-sor

### Korhatárvezérlés

Az interaktivitáshoz tartozik, de érdemes külön megemlíteni a korhatárvezérlés (parental control) kérdését. Ez a képesség a felnőtteknek megengedi, hogy jelszóhoz kössék egy film megnézését. Másik megoldási lehetőség, hogy egy filmnek több változata készül el, melyek különböző korosztályok számára engedélyezhetők. A lemez gyártója határozza meg, hogy milyen korosztályos változatokat hoz létre a lemezen, és a felhasználó választhat ezek közül (G [gyerek], PG, PG-13 [korlátozott], R [teljes] vagy NC-17 [grafikus]).

### Interaktivitás

A DVD-Video nagyon interaktív. Hierarchikus elágazó menüvel könnyen navigálhatunk a filmben, nyelvet választhatunk, befolyásolhatjuk a játék menetét vagy a filmbeli történetet. A DVD-lejátszók interaktív képességei néhány elágazásból és vezérlőutasításból álló legfeljebb négyszintű menürendszerből állnak. A dinamikus videofolyam vezérlésével ugyanannak a filmnek több változatát láthatjuk életkortól és felhasználói beavatkozástól függően.

A DVD-Video-lejátszók és szoftver DVD-Video-navigátorok parancskészlettel rendelkeznek, mellyel alapvető interaktivitás valósítható meg. Az alapeszköz a menü, mely szinte minden lemezen megtalálható a tartalom kiválasztásához, vagy a tulajdonságok vezérlésére. Minden menühöz tartozik egy állóképes grafika, és 36 kiemelhető fényű négyzetes gomb. Széles kép, levélszekrény és pan/scan módban csak 12 gomb van. A távvezérlőn 4 nyíl gomb található a képernyő gombok

kijelölésére, számmező a számok bevitelére, továbbá egy kiválasztás, egy menü és egy Return gomb. A távvezérlőről kiegészítő funkciók is hívhatók (kép kimerevítése, léptetés, lassú, gyors, érzékelés, következő, előző, hangkiválasztás, alcímkiválasztás, kameraszög-választás, lejátszási mód kiválasztása, programkeresés, fejezetkeresés, időkeresés, kameraszög-keresés).

A parancskészlet kiegészítéseként egyszerű matematikai és logikai műveletek, regiszter töltés, mozgatás és csere végezhető. 24 rendszer-regiszter (nyelvkód, audió és részkép beállítások, korhatárszint stb.) és a parancsok számára 16 általános regiszter létezik. A parancsok szétághazhatnak, illetve másik parancsra ugorhatnak. Parancsokkal lehet a lejátszó üzemmódját megváltoztatni, a lemez tetszőleges részére ugrani, és a hang és kép megjelenítését vezérelni.

A DVD-Video-lemez tartalma címekre (titles, filmek vagy albumok) és alcímekre (fejezetek vagy dalok) tagolódik. A címek cellákból tevődnek össze, a cellák kapcsolatát egy vagy több programlánc tartalmazza (PGC, Program Chain). A PGC sorrendi lejátszást, ismétléseket (random) és ismétlés nélküli (shuffle) véletlen lejátszást határozhat meg. Az egyedi cellákat több PGC is használhatja (pl. korhatáros lejátszás vagy történet szétágazás során). A kameraszög és a látó szétágazás anyaga kis csonkokba (chunk) van szervezve. A lejátszó csonkról csonkra ugrik, közben kihagyja a nem használt kameraszögeket és szétágazásokat. A kameraszögek egyenként vannak rögzítve, így a bitsebességet nem befolyásolják, de a helyigényt igen. Ha egy új kameraszöveget adunk a programhoz, a helyigény kb. kétszeresére nő, és ezzel a játékidő felére csökken.

### *Körzeti (ország) kódok*

A filmstúdiók szeretnék a filmek lejátszási lehetőségét országonként korlátozni, mivel különböző változatú filmeket terjesztenek. Ehhez az szükséges, hogy a DVD-lemez és -lejátszó szabvány olyan kódokat tartalmazzon, melyekkel csak adott földrajzi helyeken lehet a lemezt lejátszani. Minden lejátszónak saját körzeti kódja van, így maga a lejátszó utasítja vissza a lemezt. A rendszer hátránya, hogy pl. az USA-ban vásárolt DVD-lemezt itthoni lejátszónkban nem használhatjuk.

A körzetkód rendszer nem kötelező. Minden DVD-lemezen látható, melyik körzethez tartozik. Ha a DVD-lemezen nincs körzeti kód, bárhol használható. A körzeti kód egyetlen bájtból áll, mely 6 régiót (helyszínt) határoz meg. A lemezen több régió is megadható, ha több körzetben engedélyezett. A körzeti kódok az alábbi helyeket azonosítják:

- 1: Észak-Amerika;
- 2: Japán, Európa, Dél-Afrika, Közel-Kelet (Egyiptom is);
- 3: Délkelet-Ázsia, Kelet-Ázsia (Hongkong is);
- 4: Ausztrália, Új-Zéland, Csendes-óceáni szigetek, Közép- és Dél-Amerika, Karib-szigetek;
- 5: Korábbi Szovjetunió, Indiai-félsziget, Afrika (Észak-Korea és Mongólia is);
- 6: Kína.

Néhány korai DVD-lejátszó módosítható, hogy körzettől függetlenül le tudja játszani a lemezt. Léteznek meghajtók, melyeknél a körzetkód törölhető, mások önprogramozóak, azaz a lejátszott filmből nyerik ki a körzet számát. A körzetkódokat a DVD-ROM-rendszerek is átveszik, de csak a DVD-Video-lemezeknél figyelik. A számítógépes programokra nem vonatkoznak a kódok. Az új operációs rendszerek (pl. Windows 98) beépített funkciókat tartalmaznak a DVD-Video-lemezek körzetszám ellenőrzésére. A DVD-Audio-lemezeknél várhatóan alkalmazni fogják a körzetkód rendszert.

### *Másolás elleni védelem*

Több másolás elleni formát is használnak a DVD-lemeznél. Mind-egyik forma csak ajánlás, nem kötelezi a lemez gyártóját. A DVD-Video piaci bevezetését késlelteti, hogy megoldatlanok bizonyos jogi problémák. Jóllehet a konzorcium tagjai kidolgoztak több másolásvédelmi eljárást, de még nem sikerült megállapodniuk abban, hogy melyiket alkalmazzák.

1. A DVD-lemez analóg videoszalagra másolását Macrovision 7.0 vagy hasonló áramkörrel akadályozzák meg a lejátszóban. Az eljárás

neve: analóg védelmi rendszer (APS, Analog Protection System). Az S-video kimenőjellel rendelkező számítógépes videokártyáknak is használnia kell az APS-t. A Macrovision rendszerben a kompozit és S-video kimenőjelhez gyorsan modulált colorburst („Colorstripe”) jelet adnak (függőleges kioltó impulzusokkal, AGC). A videolejátszók 95 százalékánál ez megzavarja a szinkronizációt és az automatikus felvétel szabályozást. Sajnos, a kevert jel rontja a képminőséget a régi vagy nem szabványos készülékeknél.

2. Minden lemez tartalmaz információt arról, hogy másolható-e tovább. Ez a soros generációs másolást kezelő rendszer (CGMS, Serial Copy Protection Management System) a másolatok másolása ellen véd. A CGMS információ a kimenő videojelbe van beágyazva. A CGMS hatékonyságához a másolást végző eszköznek fel kell ismernie a CGMS-t, és figyelembe kell vennie az előírásait. Az analóg NTSC szabványban (CGMS/A) az adatok a 21. képsorban vannak kódolva. A digitális szabvány (CGMS/D) fejlesztése jelenleg még nincs lezárva, IEEE 1394/Firewire (tűzvonal) néven készül.

3. A teljes digitális másolás veszélye miatt néhány filmstúdió mélyebb szintű védelmet követelt a DVD-Video szabványba. A Matsushita cég által javasolt tartalomtitkosító rendszer (CSS, Content Scrambling System) adattitkosítást végez, hogy elriassza az állományokat közvetlenül lemezzől olvasókat. A titkosítás szektorról szektorra folyik, de a navigációs vezérlés a szektorok fejében érintetlen marad. A legtöbb lejátszó rendelkezik titkosítást feloldó áramkörrel, amely még az audió vagy video dekódolása előtt működik. A titkosítás kulcsa rejtett módon felvehető a lemezre, és változhat a lemez címei között. Ez azt jelenti, hogy a DVD-ROM-meghajtók és a videokijelző kártyák kiegészítő hardvert tartalmaznak (magasabb árért) a filmek másolása elleni védekezésül. 1999-től kezdve minden DVD-ROM-meghajtó köteles támogatni a körzeti kódokat és CSS-t.

A CSS csak a DVD-Videotartalomra vonatkozik. A DVD-ROM-lemezen található számítógépes adatok másolás elleni védelmére más titkosítási rendszerek is számításba jöhetnek.

4. A Matsushita cég másik javaslata szerint az adatokat titkosítani kell a DVD-ROM áramkörökben és a video vagy hang dekóderekben is. A számítógépes sínen a lemezzől átkerülnek a titkosított adatok a



dekóderekhez, ahol kétfokozatú kétirányú hitelesítési folyamat zajlik le. Az eljárás szerint három 40 bites kulcs van a lemezen, a hitelesítő kulcs és a lemezkulcs a lemez bevezetésében (Lead In), a címkulcs pedig a szektor fejlécében található.

A lemez behelyezésekor az audió/video dekóder előállít egy 80 bites véletlen számot, és elküldi a DVD-ROM-meghajtóba. A DVD-ROM-meghajtó beolvassa a hitelesítő kulcsot a lemezzel és a 80 bites számmal együtt a Matsushita saját algoritmusával képez egy számot. Ezt válaszként visszaküldi a dekódernek. A választ a dekóder ellenőrzi helyességre. Ha egyezést talált, akkor most a meghajtó képez egy 80 bites véletlen számot a dekóder számára, és a dekóder hajtja végre a hitelesítő algoritmust. Erről választ küld a meghajtónak, mely ellenőrzi azt egyezésre. A többi kulcs szerinti ellenőrzés csak az első fokozat sikeres befejezése után következik.

A kalóz DVD-lemezek gyártói ellen a Macrovision és DigiMarc cégek vízjellel ellátott lemezeket ajánlanak. A vízjel minden képkockán láthatatlanul rajta van, csak a videolejátszó érzékeli.

### 6.3.2.2. Hangformátumok

A DVD-Audio formátuma jelenleg (1998. február) még nincs meghatározva, az első gyors előírás 1998. januárban jelent meg. A DVD-Video-szabvány ettől függetlenül tartalmaz előírásokat a hangsávokra. Néhány DVD-gyártó (pl. Pioneer) DVD-Audio-lejátszót fejleszt a DVD-Video-hangelőírások alapján.

A lemezen legfeljebb nyolc hangsáv (stream) lehet. Minden sáv a következő három formátum valamelyikének felel meg:

- Dolby Digital (korábban AC-3): 1–5.1 csatorna;
- MPEG-2 audió: 1–5.1 vagy 7.1 csatorna;
- LPCM: 1–8 csatorna.

Két további hangformátumot támogat még a DVD-Video-szabvány: DTS (digitális színház rendszer) és SDDS (Sony dinamikus digitális surround). Mindkettőhöz külső dekóder szükséges. Mind az öt

audióformátum támogatja a karaoke módot (bal és jobb csatornás sztereó), és egy választható dallamcsatornát (M) két vokális csatornával (V1 és V2).

A „.1” jelzésű csatorna alacsony frekvenciás effektusok csatornája, melyre mélysugárzót kapcsolnak. Ez a csatorna kihangsúlyozott basszusjeleket hordoz. A DVD-Video-lemezek hangformátuma nem választható teljesen szabadon. Az NTSC-lemezeken legalább egy hangsávnak PCM vagy Dolby Digital formátumúnak kell lennie. A PAL/SECAM lemezekre vonatkozóan az előírás legalább egy hangsávra a PCM vagy MPEG-2 formátum. A többi sáv tetszőleges formátumú lehet.

Néhány NTSC és PAL lejátszó a sztereó hangkimenethez (analóg vagy digitális) Dolby Digital dekóderrel rendelkezik, mely az 5.1 csatornás jelet konvertálja Dolby Surround sztereó formára. A konvertálás nem vonatkozik a mélysugárzó csatornára, és a minőség romlását jelenti.

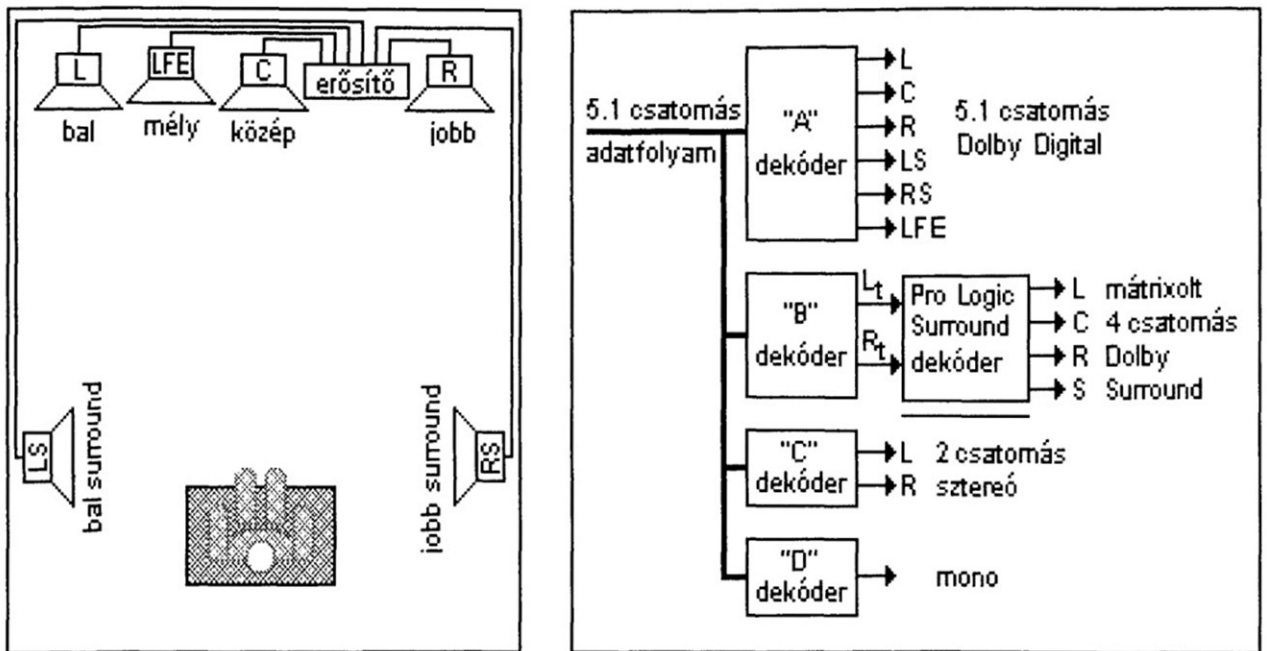
A DVD5-lemezen, ha csak sztereócsatornát használ (192 kbit/sec), több mint 55 órás hanganyag fér el. A DVD-18 200 óra feletti hangot tárolhat.

### *Dolby Digital*

Az 1970-es évek végének mozijában négycsatornás hangrendszert használtak a térhatás elérésére (bal, közép, jobb és környezeti hangtér [surround]). A 35 mm-es filmre Dolby Stereo formában két optikai hangsávra mátrixolták a négy csatornát. Az otthoni sztereó azonban a hanglemez korlátjai miatt csak kétcsatornás volt. Amikor a Dolby Stereo filmeket átvitték videoszalag formátumra, a kódolt négycsatornás hang érintetlen maradt. A 1980-as évek elejétől a Dolby Surround dekóder lehetővé teszi a csatornák otthoni dekódolását, és ezzel megszűnt az otthoni kétcsatornás sztereó korlát. Ez a négy analóg csatorna a bal, közép és jobb hangszórókat, valamint a környezeti hangtérhez közös oldalsó hangszórókat hajtott meg.

A Dolby Laboratories cég kezdetben a Dolby Digital elnevezést a film és színház technikában 1992-ben bevezetett új digitális rendszerre alkalmazta. Az otthoni rendszerekre a Dolby Surround AC-3 (Dolby

Surround Digital, vagy csak AC-3) megnevezés vált elterjedtté. A két rendszer közös technológián alapszik, ezért a cég elhatározta, hogy a – moziban, DVD-nél, HDTV-nél stb. használt – többcsatornás digitális formátumot ezután **Dolby Digital**-nak nevezi. Filmnél az 5.1 csatornás digitális adatokat a filmperforációk közötti optikai sávba rögzítetik. A Dolby Digital a hat csatornát a Laserdisc és DVD-lemezen egyetlen sávra (jobb sáv) csomagolja össze. A bal sáv mono változatot vagy egyéb hanganyagot tartalmazhat.



6-10. ábra. Dolby Digital-rendszer és átalakítás

A Dolby Digital hat teljesen elválasztott digitális hangcsatornát biztosít. Három csatornán jön az első hangszórókhöz a hangtér bal, közép és jobb oldala. A környezeti hangtér kialakítását hátul két külön csatorna (és hangszóró) biztosítja. Ez az öt csatorna teljesen egyenrangú, mindegyik 20 Hz–20 300 Hz ( $\pm 0,5$  dB) átvitellel rendelkezik. A hatodik csatornát .1 csatornának is nevezik, mert elhagyható, és az átvitele csak 20 Hz–120 Hz ( $\pm 0,5$  dB). Ez egy mélysugárzót hajt meg különböző alacsony frekvenciás hatások (LFE, Low Frequency Effects) elérésére.

A Dolby Digital az eredeti 48 kHz/16 bit mintavételezésű PCM adatokat tömöríti AC-3 kódolási technikával. A tömörítés eredménye, hogy a bitsebesség alacsonyabb, mint a CD-DA sebessége. Az átviteli sebes-

ség 32 kbit/sec-től 640 kbit/sec-ig terjed (az 5.1 csatornás sebesség 384 kbit/sec, a kétcsatornás sztereó sebessége 192 kbit/sec).

A Dolby AC-3 (Audio Coding number 3) érzékelésen alapuló digitális audió kódolási (zajcsökkentési és tömörítési) technika. A Dolby Laboratories a tömörítéshez felhasználta zajcsökkentési tapasztalatait. A zajcsökkentés azon alapszik, hogy csökkenti a kimenő szintet, ha nincs jel, és engedi, hogy a nagy hangerő elfedje a jelben lévő zajt. Csak a jelhez közeli frekvencián keletkező zaj nyomható el így, ezért a Dolby a hallható hangokat minden csatornán keskeny frekvenciasávokra tagolja a hallás frekvencia érzékenységének megfelelően. Ha a sávban van jel, az elnyomja a zajt. Ha nincs jel, a Dolby Digital csökkenti vagy megszünteti a zaj kódolását. A tömörítés igen erős. Míg a tömörítetlen csatornához kb. 700 kbit/sec sebesség szükséges, a Dolby Digital teljes sávszélességű csatornájához átlagosan 75 kbit/sec elég.

### *MPEG-2 audió*

Az MPEG audió többcsatornás digitális audióformátum, mely az eredeti 48 kHz/16 bit mintavételezésű PCM adatokat tömöríti. A DVD-Video mind az MPEG-1, mind az MPEG-2 hangtömörítést támogatja. Az MPEG 32 kbit/sec és 912 kbit/sec között változó bitsebességgel dolgozhat, az átlagos átviteli sebesség 384 kbit/sec. Az MPEG-1 nem mehet 384 kbit/sec fölé, és csak kétcsatornás sztereóval használható. A lehetséges csatornakombinációk MPEG-2-ben a következők (első/oldalsó sugárzó): 1/0, 2/0, 3/0, 2/1, 3/1, 2/2, 3/2 és 5/2. Mélysugárzó mind a nyolc kombinációhoz választható. A 7.1 csatornaformátum bal közép és jobb közép csatornát is tartalmaz, de házi használata nagyon ritka.

MPEG-2 surround csatornák egy kibővített adatfolyamban az MPEG-1 sztereó csatornákra mátrioxolhatók, így az MPEG-2 audió lefelé kompatibilis az MPEG-1 hardverrel. A DVD-lejátszó tartalmazhat beépített Dolby Digital vagy MPEG-1 dekódert (vagy mindkettőt). MPEG-2 audiódekóder jelenleg nincs a készülékekben. A dekóder átalakítja a többcsatornás hangot PCM audióvá. Ez kerül a digitális kimenetre, illetve analóg átalakítás után a szabványos hang kimenetre.



## LPCM

A lineáris impulzuskód modulációval előállított adatfolyam nem tömörített digitális hangot jelent. Formátuma megegyezik a CD-vel. A mintavételezés 48 vagy 96 kHz sebességgel, és 16, 20 vagy 24 bit szélességgel történhet (a hang CD 44,1 kHz/16 bitre korlátozott). Összesen nyolc csatorna lehetséges. A maximális bitsebesség 6,144 Mbit/sec, mely korlátozza a mintavételi sebességet és a bitmélységet öt vagy több csatorna esetén. Általában kijelenthető, hogy a nagy hanghűségű hangkeltéshez 48 kHz-es mintavételi sebesség elegendő (akár a 16 bites minta 96 dB dinamikus tartománnyal, akár a 20 bites minta 120 dB dinamikával). Ennek ellenére a legtöbb stúdióban további bitekkel és magasabb mintavételi frekvenciával dolgoznak, hogy csökkentsék a zajt, jobbá tegyék a digitális jelfeldolgozást, és közvetve lehetővé tegyék a háromdimenziós hangtér létrehozását.

## DTS

A DTS (Digital Theater System, digitális színház rendszer) opcionális többcsatornás (5.1) digitális audió, mely az eredeti 48 kHz/16 bit mintavételezésű PCM-adatokat tömöríti. Az átviteli sebesség 64 kbit/sec-től 1536 kbit/sec-ig terjed. A lehetséges csatornakombinációk a következők (első/oldalsó sugárzók): 1/0, 2/0, 3/0, 2/1, 2/2, 3/2. A mélysugárzó mind a hat kombinációhoz választható. A DVD-szabványban fenntartottak egy hang adatfolyam formátumot a DTS számára, de a legtöbb első generációs lejátszó ezt figyelmen kívül hagyja. Az első hivatalos DTS-lemez megjelenése 1998 első félévében várható.

## SDDS

Az SDDS (Sony Dynamic Digital Surround, Sony dinamikus digitális surround) opcionális többcsatornás (5.1 vagy 7.1) digitális audióformátum, mely az eredeti 48 kHz/16 bit mintavételezésű PCM-adatokat tömöríti. Az átviteli sebesség 1280 kbit/sec-ig terjedhet. A Sony nem jelentette be, hogy támogatni kívánja az SDDS-t a DVD-Videolemezen.

### 6.3.2.3. Minta DVD-Videolejátszó

*DVP-S3000 Sony DVD-lejátszó (6-11. ábra)*

*Lejátszható rendszerek:* DVD-video, CD-DA, Video CD (1.1 és 2.0 változat, NTSC, PAL)

*Jelolvasás:* kettős olvasórendszer, külön 650 és 780 nm hullámhosszú lézer

*Videorendszer:* színes NTSC

sima képkeresés 32 bites RISC-processzorral, lassú lejátszás és koc-  
kázás előre/hátra

különleges, nagyon pontos SONY MPEG-2 dekóder IC

10 bites video D/A-átalakító

felbontás 500 TV-sor felett

*Hangrendszer:* Dolby Digital (AC-3) kompatibilitás

surround/normál átkapcsoló

frekvenciamenet: 4–20 000 Hz (CD-DA), 4–22 000 Hz (DVD line-  
áris PCM)

Jel/zaj viszony: jobb, mint 107 dB

Dinamika tartomány: 97 dB

*Kompozit videokimenet:* jack, 1 V, 75 Ohm

*S-video kimenet:* DIN (4 láb), Y=1 V, C=0,285 V, 75 Ohm

*Hangkimenet:* sztereó jack, 2V

*Optikai digitális kimenet:* TOS-csatolás, átkapcsolható 16 vagy 20 bi-  
tes lineáris PCM sztereó és Dolby digitális bitfolyam között



6-11. ábra. Sony DVP-S3000 DVD-lejátszó

*Koaxiális digitális kimenet:* jack, átkapcsolható 16 vagy 20 bites lineáris PCM sztereó és Dolby digitális bitfolyam között

*Tartozékok:* RMT-D100U Unicommander távvezérlő

kompozit audio/video kábel, S-video kábel, S-csatolókábel

*Teljesítményigény:* 120 V, 26 W

*Méretetek:* 430 × 111 × 395 mm, 6 kg

### 6.3.3. „C” könyv (audió)



A DVD-Audio új, nagy kapacitású és képességű csak olvasható optikai lemezt jelent, melyet kiváló minőségű hang tárolására és lejátszására hoztak létre. A hang mintavételezése 48 vagy 96 kHz sebességgel 24 biten történik. A DVD-Audio-formátum szabványosítása még nem fejeződött be, az első vázlatos szabványt 1997. januárban adta ki a DVD Forum 4. munkacsoportja (WG4). Az első DVD-Audio-lemezek csak 1999 körül kerülnek piacra. A DVD-konzorcium további adatokat vár a zenével foglalkozó ipartól a szabványosításhoz. Ha a végleges előírások olyan képességeket és formátumokat tartalmaznak, melyek az aktuális DVD-előírásokban nem szerepelnek, fennáll a veszélye annak, hogy a DVD-Audio-lemez nem lesz kompatibilis a meglévő DVD-meghajtókkal és -lejátszókkal.

A Sony saját DSD (Direct Stream Digital, közvetlen digitális adatfolyam) formátumát erőlteti, melyet a Philips is támogat. Más cégek (pl. az ARA, Acoustic Renaissance for Audio) a veszteség nélküli tömörítési formátum mellett állnak ki, mely jobban megfelel stúdiómunkához és archiváláshoz.

Várhatóan a PCM lesz a kötelező formátum, és a többi (pl. Dolby Digital) csak opcionális. Humorosnak tűnik, hogy a DVD-konzorcium 8 cm átmérőjű lemezt támogat, míg az audióipar 12 cm-es lemezt szeretne. Ez a lemez az egyik oldalán DVD-lejátszóban, a másik oldalán CD-lejátszóban használható.

Az ipar érdeke, hogy a DVD-Audio-lemezek másolás ellen védettek legyenek. A zenéhez egy nem hallható „zaj” hozzákeverése jelentené a védelmet, melynek hiányát az új eszközök felismerik, és visszautasítják a lejátszást. A vajtűfülűek már most tiltakoznak, mert szerintük a minőség romlását jelenti ez a védelem.

### 6.3.4 „D” könyv (írható)



A DVD-R- és DVD-RAM-lemez szabványának végleges változata 1997. augusztusban együtt jelent meg. Az egyrétegű DVD-R-lemezek kapacitása 3,95 Gbájt. A DVD-család egyszer írható tagja a CD-R-lemezzel áll rokoni kapcsolatban. Felhasználási területe várhatóan a rendszeres adatmentés, szoftvertermékek fejlesztése. Jelenleg nem használhatók házi videofelvételek készítésére.

A működési mechanizmus és a rétegek felépítése a CD-R-lemezt követi. A jelenlegi fejlesztéseket az egy- és kétoldalas lemezre koncentrálják, kétrétegű lemezről egyelőre nincs szó. A DVD-R-lemez piaci megjelenése 1998-ra várható. A megjelenés esetleges csúszását a jogi kérdések tisztázása, illetve üzletpolitika (a CD-R-lemez elterjedése) okozhatja.

6-10. táblázat. A DVD-R és CD-R összehasonlítása

Tulajdonság	DVD-R	CD-R
Fényvisszaverés	>0,5	>0,65
Íróteljesítmény	4–11 mW	4–8 mW
Numerikus apertúra	0,6	0,5/0,45 W/R
Sávtávolság	0,8 $\mu$	1,6 $\mu$
Min. Lyukhossz	0,44 $\mu$	
Sebesség	3,84 m/sec	1,2–1,4 m/sec
Kapacitás	3,9 Gbájt	650 Mbájt

A DVD-R-lemez szerves festékpolymer-technológiát használ, mint a CD-R-lemez, és a legtöbb DVD-meghajtóval kompatibilis. A CD-R-től különböző izocianid festék színe rubinvörös. A technológia az évszázad végére lehetővé teszi 4,7 Gbájt kapacitás elérését, mely a DVD-ROM- és DVD-Video-termékek miatt igen fontos.

### 6.3.5. „E” könyv (újraírható)



A DVD-RAM új, nagy kapacitású és képességű írható/olvasható optikai lemezt jelent, melyet általános célú számítógépes tároló eszközként hoztak létre többszöri olvasásra, írásra és törlésre. Az adattárolás



fázisváltós elven történik, ezért a lemez kapacitása nem éri el a DVD-ROM-lemezekét. A DVD-konzorcium DVD-RAM munkacsoportja (WG5) 1997 júliusában megegyezett a DVD-RAM tárolási formátumában, a végleges változat 1997 augusztusában jelent meg. A DVD-RAM-lemez egyrétegű, egy vagy kétoldalas. A 120 mm átmérőjű lemez kapacitása oldalanként 2,6 Gb-ot, de várhatóan még 1998-ban megjelenik a 4,7 Gb-ot tartalmazó lemezformátum. A gyártástechnológiát kidolgozták, a piaci bevezetést mégis csak 1999-re tervezik, mivel a CD-RW-rendszer is csak 1997-ben került először a piacra. A kétéves eltolódást arra használják, hogy a CD-RW gyártási tapasztalatai megfelelő alapot adjanak a jóval magasabb követelményeket támogató DVD-RAM gyártásához. A DVD-RAM-lemez mind a DVD-ROM-, mind a DVD-R-meghajtókban olvasható.

A DVD-RAM technológia hasonló a Sony Minidisc-hez, ugyanolyan magneto-optikai (fázisváltás) elven tárol. Ez a technológia lézersugárral felmelegíti a lemez belső rétegében lévő mágneses anyagot, és külső mágneses térrel váltja át a mágneses domének polaritását. Az átváltás legalább 100 000-szer lehetséges. A CD-R-lemeznél láthattuk (5.2.1. fejezet), hogy a lemezen előformázott spirális sávot, barázdákat hoznak létre a fej megvezetésére, a fordulatszám tartására és időzítésre. A felírt adatok a barázdák közötti felületre kerülnek. A DVD-RAM hasonló barázdákat tartalmaz, de a technológia ma már lehetővé teszi, hogy a barázdákba és a barázdák közé is rögzíthessünk adatokat. A formátummal kapcsolatos viták a Toshiba és Matsushita és a Sony és Philips által javasolt megoldások körül folytak. A Toshiba/Matsushita ajánlása szerint adatokat mind a barázdákba, mind a barázdák közé lehet írni, így a tárolható információ mennyisége is megnő. A Sony/Philips ajánlás ezzel szemben csak barázdákba enged írni adatokat.

Végül a Hitachi által javasolt harmadik utat választotta alapként a munkacsoport. Ez a megoldás egyesíti az előző két javaslat előnyeit: adatokat lehet írni a barázdákba és barázdák közé is, de az előformázott barázdákba címjelet is tárolnak, és a barázdák hullámzásának modulációja órajel előállítására is használható. A barázdák és az elődomborított szektorfejlécek a lemez gyártásakor jönnek létre.

Az egyoldalas DVD-RAM-lemezeket kazettával és anélkül is forgalomba hozzák. Két kazettatípust terveznek: az 1. típus zárt, a 2. típus-

ból a lemez kivehető. A kétoldalas DVD-RAM-lemezeket csak zárt kazettában árulják. A DVD-RAM multimédiás adathordozó. Felülete nincs szekciókra osztva, nem szükséges lezárni a szekciót az írás befejezésekor.

A számítógépes piac egyik óriása, a NEC bejelentette, hogy 5,2 Gb-át kapacitású lemezeket hoz forgalomba 1998-ban. A bejelentés nagy felháborodást váltott ki, különösen a Sony cégnél, mivel a közelmúltban hagyott fel a DVD-RAM-szabványból kilógó 3 Gb-átos lemez fejlesztésével.

A DVD-RAM egyik alternatíváját a CD-RW-technológián alapuló DVD+RW-lemezt a Philips, a Sony és más cégek a DVD-konzorcium áldása nélkül kívánják kifejleszteni. A DVD+RW-meghajtók olvassák a DVD-ROM- és CD-lemezeket, de nem kompatibilisek a DVD-RAM-mal. A jelenlegi DVD-ROM-meghajtók viszont kis módosítással olvasnák a DVD+RW-lemezeket. A DVD+RW-lemezek oldalanként 3 Gb-át kapacitással készülnek, az adattárolás fázisváltós technológián alapul. A lemezek állandó szögsebességgel (soros video hozzáférés) és állandó kerületi sebességgel (véletlen hozzáférés) is olvashatók. A DVD+RW-lemezek 1998 vége előtt nem gyárthatók, és csak számítógépes alkalmazásra készülnek, házi videózásra nem.

## 6.4. Kérdések és válaszok

*Vehetek fel DVD-lemezre videomagnetofonról vagy televízióról?*

A válasz röviden: nem (legalábbis ebben az évszázadban).

A DVD-lemezen tárolt anyag lejátszásának minimális követelménye az MPEG videoadat-folyam, a PCM-hangsáv és az alapvető DVD-vezérlőkódok. Egyéb adatfolyamok, mint pl. Dolby digitális audió, MPEG audió vagy részképek, a legegyszerűbb esetben nem szükségesek. Jelenleg technikailag nem oldható meg, hogy a képet és hangot valós időben (a műsorral együtt) kódoljuk, hozzákeverjük a vezérlő kódokat, és az egészet DVD-lemezre írjuk. 1997 júniusában a Hitachi bemutatott egy házi videorögzítő-rendszert, mely DVD-RAM-meghajtót,

merevlemezpuffert, két MPEG-1 és egy MPEG-2 kódolót tartalmaz, de az eszköz gyártásáról egyelőre nincs szó.

Ne tévesszük össze a DVD-R- és DVD-RAM-rendszereket. A DVD-R-lemezekre felvehetünk videoanyagot, de a teljes képességgel felvett filmek felvételéhez kiegészítő hardver- és szoftverelemek szükségesek, melyekkel a videokódolás (MPEG-2), a hangkódolás (Dolby Digital, MPEG vagy LPCM), a részképek kódolása (futáshossz korlátozott bittérkép), az állóképek kódolása (MPEG-1 vagy MPEG-2), a vezérlőkódok létrehozása és az egész multiplexelése megvalósul. Tekintve, hogy ezek a folyamatok valós időben nem futnak, szükség van még egy 5–9 Gb-át kapacitású merevlemezre is.

### *Kiváltja a DVD a CD-ROM-meghajtót?*

Igen, már most is több CD-ROM-gyártó tervezi, hogy néhány év múlva leállítja a CD-ROM-meghajtók gyártását, és csak DVD-meghajtót készít. Tekintve, hogy a DVD-ROM-meghajtók elolvassák a CD-ROM-lemezt, ez nem okoz komoly problémákat.

### *Mi a Divx?*

A Divx (korábban ZoomTV) megosztja a DVD-világot. A választ adótól függően a Divx vagy a pénzsóvár stúdiók ördögi praktikája, mellyel beleszólhatnak, mit néznek otthon a saját szobámban, vagy a videokölcsönzés új technikája, mellyel megvédhető a lemezek ellopása. A Divx fejlesztését a Circuit City és egy hollywoodi jogász cég végezte, a megjelenés 1998 nyarára várható. A Divx-lejátszók gyártásában a Matsushita, Thomson és Zenith cégek járnak élen.

A Divx-lemezeket 4-5 dolláros áron forgalmazzák. Ha a lemezt be tesszük egy Divx-lejátszóba, 48 órán keresztül folyamatosan nézhetjük, tovább azonban nem. A Divx-lejátszók telefonos kapcsolattal rendelkeznek, így kb. 3 dollárért újabb játékidőt vehetünk telefonon. Néhány lemezre magasabb árért állandó nézhetőséget is vehetünk. A Divx-lejátszók természetesen használhatók közönséges DVD-lemezekkel, de a Divx-lemezt csak Divx-lejátszó tudja elolvasni. A Divx-lemezeket sorszámmal látják el, és a közönséges DVD-lemezek másolás elleni

védelmén túl, háromszoros DES (Data Encryption Standard, Adatok Rejtjelezésének Szabványa) kódolással készülnek. A DES-kódolás miatt a Divx-lemezek elterjesztését nem tervezik az USA-n kívüli államokra.

### *Lejátszhatok DVD-mozilemezt a saját számítógépemem?*

Csak akkor, ha a számítógép rendelkezik kiegészítő hardverrel az MPEG-2 video és Dolby Digital/MPEG-2/PCM hangdekódolásához. A számítógépes operációs rendszernek támogatnia kell a regionális kódokat, és a másolás elleni védelmet. Szükség lehet a mikro UDF-állományformátumot felismerő szoftverre, és a DVD-vezérlőkódok értelmezési képességére is. Az előrejelzések szerint a DVD-ROM-meghajtóval szállított új számítógépek 10–30%-a dekóder hardvert is tartalmaz.

Néhány DVD-Video-lemez, és számos DVD-ROM-lemez MPEG-1 video kódolással készül. Az MPEG-1 dekódoló szoftvert tartalmazó számítógépes rendszerek kiegészítő hardver nélkül is használhatják ezeket a lemezeket.



# Kislexikon

**A-D átalakítás:** Analóg-digitális átalakítás. Egy erre a célra tervezett áramkör segítségével az analóg (folytonos) jelből digitális jelet (számot) állítunk elő (a D-A-átalakító a fordított műveletet végzi). A-D-átalakítás szükséges a számítógépes adatok telefonvonalon történő elküldéséhez, digitális audió CD készítéséhez stb.

**A-idő:** Abszolút idő. CD-DA-rendszerben a lemez elejétől eltelt idő. Programozásnál a kevert módú CD hangszegmense kezdetének és végének meghatározásához használható. Az adatterület legelejétől mérhető (beleértve az 1. sávot is.). A sáv relatív idő ezzel szemben a sáv kezdetéhez képesti időt adja meg.

**a-karakterek:** Az ISO 9660 kötetleíróban használható karakterek (nagybetűk A-tól Z-ig, számok 0-tól 9-ig, szimbólumok: {szóköz}!"%&(|)=\*+,-./:;?\_).

**„A” könyv:** A DVD-ROM szabványát tartalmazó könyv neve.

**Adatátviteli sebesség:** CD vonatkozásban a CD olvasófeje és a lemeztányér fordulatszáma által meghatározott adatolvasási sebesség. Az eredeti adatátviteli sebesség 150 kbájt/sec volt, mely a hang CD olvasási sebessége. A többszörös sebességű meghajtók a tányér fordulat-

számának növelésével érnek el nagyobb átviteli sebességet (300 kbájt/sec–1800 kbájt/sec). A tényleges CD olvasási sebesség a meghajtó puffer és számítógép memória közötti átvitel sebességétől is függ. Lásd **Csoportos átviteli sebesség**.

**Adatterület:** Az ISO 9660 szabványban az a lemezterület, ahová a felhasználói adatok íródnak. Kezdeté a 00:02:16 címen van (kerekítve 2 másodperc).

**ADPCM:** Adaptív különbségi impulzus-kód moduláció (Adaptive Differential [Delta] Pulse Code Modulation). Audiókódolási eljárás, mely a különböző mintavételezési sebességnek, mintabitek számának, algoritmusnak és áramkörnek köszönhetően 20 órányi C szintű mono hanganyagot tárolhat egyetlen CD-lemezen. Azért nevezik különbségi kódolásnak, mert csak a két egymás utáni mintavételezés közötti különbséget kódolja általában 4 biten.

**AIFF:** Az Audio Interchange File Format (hang kicserélésére szolgáló objektumorientált állományformátum) hangadatok számítógépek közötti átvitelére szolgál. A leggyakrabban használt hangállomány-formátum, az állományok kiterjesztése AIF.

**Állandó bitsebesség:** Az MPEG tömörítés tulajdonsága (Constant bit rate, CBR). A kimenetre kerülő bitek száma állandó a tömörítés során.

**Állománykezelő rendszer:** Adatszerkezet, mely a lemez fizikai képét (szektorok) logikai szerkezetbe (állomány, katalógus) fordítja át. Az állománykezelő rendszerrel az alkalmazások és felhasználók könnyebben találják meg az állományokat. Lásd még **Logikai formátum**.

**Alkód bájt:** A CD-DA-keret és a CD-ROM fizikai szektorszerkezet az adatok mellett 98 vezérlő bájtot is tartalmaz. A vezérlőbájt bitenként van értelmezve, minden bit egy alcsatornát határoz meg, melyet P és W közötti betű jelöl. A pontos leírás a Vörös Könyvben található meg.

**ASPI:** Fejlett SCSI programozói felület (Advanced SCSI Programmer's Interface), az Adaptec cég vezette be. Szoftver primitívek és adatszerkezetek, melyek lehetővé teszik, hogy az ASPI-t használó programok az SCSI host-adaptertől függetlenek legyenek. Az ASPI eszközmeghajtókat a Windows 95 automatikusan telepíti, ha SCSI vezérlőt talált.

**ATAPI:** Az AT csomaginterfészt (AT Attachment Packet Interface) a Western Digital cég fejlesztette ki 1994 elején. Az ATAPI új, az SCSI-2 szabványra alapuló parancskészletet határoz meg. Az új csomagparancsok a már meglévő ATA (IDE) felületen keresztül merevlemezről eltérő eszközök címzésére is használhatók. Az első ATAPI-ra illesztett eszköz a CD-ROM és a mágnesszalagos egység volt. Az ATAPI parancsok nagyon hasonlítanak az SCSI-2 parancsokhoz.

**Authoring:** Lásd **Médiaelemek összeállítása**

**Befutó/kifutó blokkok:** Ha az írólézer kikapcsolódik az írás után, még két kifutó blokk (Run-Out Blocks) íródik fel. Ha ismét bekapcsoljuk a lézert, öt (négy) befutó blokk (Run-In Blocks) kerül felírásra. Ezek a blokkok csatolóterület vagy csatolóblokk néven is ismertek.

**Betöltő CD:** Az operációs rendszer betöltésére szolgáló CD. Az újabb alaplapok SETUP programja megengedi a rendszer indítását elsődlegesen CD-ROM-ról. Ennek lehetőségét az IBM és a Phoenix Technologies által 1995-ben létrehozott nyitott betölthető CD-ROM-formátum teremtette meg. Korábban az volt a gond, hogy a Microsoft MSCDEX programja betöltéskor még nem aktív, és a PC nem ismeri fel, hogy rendelkezik CD-olvasóval. A formátum előírásai El Torito néven váltak ismertté.

**Bevezetés:** A bevezetés (Lead-In) az írható CD minden szekciójának elején lévő terület, melyet üresen hagynak a szekció tartalomjegyzék-táblája számára (sávszám, start és stop pontok). A bevezetés akkor íródik fel, amikor a szekciót lezárják. Összesen 4500 szektort foglal el a lemezen, ami 1 percnél és 9 Mbájt-nak felel meg. A bevezetés azt is jelzi, hogy a lemez többszekciós, és megadja a következő írható címet a lemezen, ha nincs lezárva a lemez. Lásd **Kivezetés**.

**Bitmélység:** Színes képekben a színek számát meghatározó bitek száma. Jellemző értékek: 8–16–24 bit, melyek 256–65536–16 777 216 színű megjelenítéshez. A 24 bites felbontást valódi színek (true color) nevezik, mert az emberi szem is kb. 16 millió színárnyalatot képes megkülönböztetni.

**„B” könyv:** A DVD-Video szabványát tartalmazó könyv neve.

**BLER:** Blokkhiba gyakorisága (Block Error Rate). A másodpercenként előforduló csoporthibák száma CD olvasásakor. Az átlagos BLER nem lehet nagyobb 220-nál.

**Burst átviteli sebesség:** Az adatok a CD-ről a meghajtó sebességének megfelelő ütemben olvasódnak. A CD vezérlője az adatokat saját pufferbe tárolja, mialatt a számítógép processzora egyéb feladatot lát el. Ha megtelik a puffer, az adatokat a számítógép nagy sebességgel veszi át az operatív tárba. Ezt a műveletet jellemzi a burst (csoportos) átviteli sebesség.

**Caddy:** CD-ROM-meghajtóknál a lemezek adagolása kétféleképp történhet. Az egyik módnál a lemezt műanyagból és fémből készült kazettába (caddy) helyezik, és a kazettát a meghajtóba betolják. A másik esetben a meghajtóból kiugró vagy motorral kitolt tálcára kerül a lemez (tray loading), és külön művelettel (betolás vagy motoros behúzás) kerül a lemez a meghajtóba. A caddy megoldás költségesebb, de jobban védi a lemezt.

**CAV és CLV:** A mágneses és optikai lemeztárolók állandó szögsebességgel (Constant Angular Velocity) vagy állandó kerületi (lineáris) sebességgel (Constant Linear Velocity) forognak. CAV esetén a lemez fordulatszámja állandó, CLV esetén pedig a fej ugyanakkora lemezfelületet fut be a lemez belső és külső felületén is. A CD-ROM CLV-technikát használ, az egyszeres sebességű meghajtó feje 1,2 vagy 1,4 m/sec sebességgel fut a lemez felett. A CLV azt igényli, hogy a lemez közepét olvasva

gyorsabban forogjon a lemez, mint a lemez külső szélén.

**CBR:** Lásd Állandó bitsebesség

**CD-DA:** Digitális hang CD (Compact Disc – Digital Audio). A Philips és Sony közös fejlesztése 1982 októberében fejeződött be. A CD-DA volt az első digitálisan felvett és lejátszott kiváló minőségű hanglemez. A vonatkozó szabvány Vörös Könyvként (Red Book) vált ismertté. A hanginformáció 1/75 másodperces keretekben tárolódik. Az analóg hangból másodpercenként 44 100 darab 16 bites mintát vesznek két csatornán (bal és jobb). A szektor mérete ennek alapján kiszámítható:  $44\,100 \times 2 \times 2/75 = 2352$  bájt, ami a CD fizikai blokk maximális mérete. A CD-lemezen legfeljebb 99 sáv (dal) lehet 74 perc időtartamban. A hang CD átviteli sebessége 172 kbájt/sec. A többszörös sebességű CD-ROM-lejátszók automatikusan lelassulnak CD-DA-lemez olvasásakor.

**CD-Extra vagy CD-Plus:** A 12 cm átmérőjű CD Extra-lemez első szekciójába hangsávokat vesznek fel. A második szekció CD-ROM-adatokat, videoklipeket, fényképeket, animációkat, szöveget vagy teljes multimédia-alkalmazást tartalmazhat. Ha a hídlemez elvet alkalmazzuk, a második szekcióban CD-I-adatok is lehetnek. Az ilyen CD-Extra-lemezek futtathatók CD-DA-, CD-I-lejátszón, olvashatók IBM PC és Macintosh PC CD-ROM-meghajtójával. A CD-Extra-lemezt gyakran CD-Plus vagy Enhanced Music CD-nek nevezik. További jellemzők a Kék Könyv szabványban találhatók.

**CD-I:** A CD továbbfejlesztése interaktív multimédia alkalmazásokhoz, melynél



a CD-I lejátszó televízióhoz kapcsolható. Különösen valós idejű animációkhoz, video és hanghatások visszaadásához alkalmas. A CD-I (Interactive)-szabvány leírása a Zöld Könyvben (Green Book) található meg. Hátránya, hogy saját hardvert igényel, és külön operációs rendszer (OS9) kezeli a lemezt.

**CD-I hídlemez:** A CD-I hídlemez előírások meghatározzák, hogyan lehet kiegészítő információt írni CD-ROM/XA sávba, melyet a CD-I-lejátszó is el tud olvasni. Eredményként egy olyan lemezt kapunk, melyet a televízióhoz kapcsolódó CD-I-lejátszó, és a számítógéphez kötött CD-ROM/XA-olvasó is értelmezni tud. Megfelelő alkalmazói szoftverrel egyéb XA kompatibilis meghajtók is képesek a CD-I-hídlemez olvasására (karaoke-CD-lejátszó, Photo-CD-olvasó stb.) CD-I-hídlemez például a Kodak Photo CD-lemez, melyet a CD-I-lejátszó, CD-ROM/XA-meghajtó és a Kodak Photo CD-lejátszó is el tud olvasni.

**CD-I Ready:** Olyan audió CD-lemez, melynél az első index előtt CD-I-adat vagy alkalmazás található. A CD-DA-lejátszó számára ez az információ láthatatlan, de a CD-I-olvasón az alkalmazás lejátszható.

**CD-Plus:** Lásd CD-Extra

**CD-R:** Egyszer írható CD-lemez. Az íráshoz CD-R-író készülék, megfelelő szoftver, PC és írható adathordozó kell. Az adathordozó eltér a tömeggyártásban használt CD-lemeztől. Az előformázott, vegyileg érzékeny írható réteg mögött aranyló fényvisszaverő felület található. Írás során a lemez színe megváltozik.

**CD-ROM:** Csak olvasható, számítógépes adatok tárolására szolgáló CD (Compact Disc – Read Only Memory). A CD-

ROM-előírások először a Sárga Könyvben jelentek meg. A CD-ROM-szektorokba 2048 (1. mód) vagy 2336 (2. mód) adatbájt tárolható. A fizikai sektorméretből maradó 304 bájt hibajavításra és egyéb információk tárolására használható. A CD-ROM-on különböző formában tárolható információ (pl. ISO 9660). Néhány számítógép saját állománykezelő rendszert alkalmaz (pl. Macintosh).

**CD-ROM-meghajtó:** Számítógéphez kapcsolt vagy beépített eszköz, mely lehetővé teszi CD-ROM-lemezek lejátszását vagy olvasását. Minden újabb CD-ROM-meghajtó képes hang CD-t lejátszani, csak külső hangkeltő (pl. fejhallgató) kell hozzá. Az eredeti CD-ROM-olvasó 150 kbájt/sec átviteli sebességgel dolgozott, ma már ennek többszörösével (2x–24x) működő meghajtók kaphatók.

**CD-ROM-torony:** Több CD-ROM-meghajtó egyetlen közös házban. Többnyire hálózati alkalmazásokban használják egy megfelelő CD-ROM-szerver felügyelete alatt. Jól használható többfelhasználós környezetben, mert az összes meghajtó egyszerre elérhető, szemben a Jukebox típusú CD-ROM-csoporttal, ahol csak egy (vagy néhány) lemez olvasható egy időben.

**CD-ROM/XA:** Az XA (Extended Architecture) kiterjesztett architektúra a Sárga Könyv szabvány bővítése. Alapvetően megegyezik az ISO 9660 szabvány logikai formátumával, csak a CD-I-szabványból átvett képességeknek köszönhetően jobb hang- és képvisszaadásra képes. Két új sektortípust definiál: ezek a CD-ROM 2. mód 1. és 2. formátumú szektorai. Az új XA-szektorok átlapolt szerkezetben (CD-I-struktúra) tartalmazznak adatot, grafikát, vi-



deót és tömörített hangot. A CD-ROM XA könnyebben használható multimédia alkalmazásokban.

**CD-V:** A Compact Disc-Video VHS minőségű kép és hang tárolására alkalmas 120 mm átmérőjű lemez. Teljes mozgókép (5-6 perc) és CD-hangsávok (kb. 20 perc) tárolására használható. Elsősorban a kereskedelmi és reklámterületen terjedt el, a lemezek olvasásához különleges CD-V-meghajtó szükséges. Ne tévesszük össze a DVD (Digital Video Disc) és a Video CD (Panasonic) eszközökkel.

**CD-WO:** Egyszer írható (Write Once) CD. Lásd CD-R.

**CDTV:** Commodore Dynamic Total Vision. A Commodore cég ezt a terméket 1991-ben dobta a fogyasztói piacra, hogy a TV-monitorra dolgozó Commodore számítógépek multimédia alkalmazásokat futtathassanak. Saját állománykezelő rendszere van (CDFS), mely az ISO 9660 szabványon alapuló lemezformát használ. A CDTV képes CD-ről operációs rendszer betöltésére is.

**CIRC:** Keresztben átszőtt Reed-Solomon kódolás (Cross Interleaved Reed-Solomon Coding), az első szintű hibaérzékelésnél és javításnál használják CD-meghajtókban. Audió CD-nél csak a CIRC hibajavítás van.

**„C” könyv:** A DVD-Audio szabványát tartalmazó könyv neve.

**CMP:** Az Interactive Multimedia Association (IMA) és Society of Motion Picture and Television Engineers (SMPTE) által létrehozott multimédia technológiai bizottság (Committee on Multimedia Technology). Műszaki leírások, szabványok előkészítése, és multimédia iparban együttműködő gyártmányok támogatása céljából alakult.

**COLD technológia:** A Computer Output to Laser Disc (számítógép kimenet lézer lemezre) ipari kifejezés rövidítése. A COM (Computer Output to Microfiche, mikrofilmes kimenet) technológiát váltotta fel, de hamarosan a COAR (Computer Output Archival and Retrieval, számítógép kimenet megőrzése és visszakeresése) lép a helyére.

**CRC:** Ciklikus redundancia ellenőrzés (Cyclic Redundancy Check) az adatátvitelben keletkezett hiba észlelésére. Speciális polinomikus algoritmus szerint képeznek az átvitt adatokhoz egy ellenőrző kódot, melyet a vevő újraképez és összehasonlítja az átküldötttel. A CRC egyetlen bit tévesztését is felismeri, ezért kiválóan alkalmas a számítógépek között átvitt állományok integritásának ellenőrzésére.

**Cue Sheet:** Lásd Szimbólumjellap

**Csatoló terület vagy csatoló blokkok:** Lásd Befutó/kifutó blokkok

**Csatolt többszekció:** A csatolt többszekciós lemezen (Linked Multi) több szekció van. Az adatok a különböző szekciókban úgy látszanak, mintha egyetlen nagy szekció lenne csak. A szekciók csatolásához Easy-CD Pro 95-ben a *Load Contents*, CD Creator-ban pedig az *Import* dobozt (box) ellenőrizük.

**Csatornabitek:** A felírandó adatbájtból EFM átalakítás után 14 + 3 csatornabit lesz, melyek a CD-n lévő lyukaknak és ép felület elemeknek felelnek meg.

**Csomagírás:** A csomagírás (Packet Writing) CD-írási módszer, melynél kis növekményekben történik az írás (a merev és hajlékonylemezhez hasonlóan). Ellentét a Sáv egyszerre és Lemez egyszerre módszerek által igényelt nagymé-

retű blokkok írása. A probléma abban rejlik, hogy az ISO 9660 állománykezelő rendszer nem alkalmas a növekményes írások követésére. Az egyszerű megoldást a rendszer indexelése jelenti (útvonaltáblák), azaz minden állományról tudjuk, hogy hová került a lemezre. A végleges megoldást egy új állománykezelő rendszer, az ECMA 168 elterjedése jelentheti.

**d-karakterek:** Az ISO 9660 1. szintű állománynevekben használható karakterek, ha szigorúan betartjuk a szabványt (nagybetű A-tól Z-ig, számok 0-tól 9-ig és az aláhúzás \_ jel).

**DAT:** Digitális hangszalag (Digital Audio Tape). Általában 4 mm széles mágnesszalag kazettában, a tárolási kapacitása Gb-ot nagyságrendű. Számítógépes felhasználása a merevlemezek archiválása terén terjedt el. CD-ROM-hoz átviteli adathordozóként használják.

**Data Discman:** A Sony hordozható CD-lejátszójának neve, 8 cm átmérőjű lemezt fogad (CD-singles). 1990 óta a Data Discman ISO 9660 formátumú lemezt használ, melyen kb. 200 kb-ot információ fér el. CD-ROM/XA-formátumot használva tömörített hangot tartalmazhat.

**Digitális hangkinyerés:** A CD-DA digitális hangsávok másolása CD-lemezzel merevlemezzel vagy CD-R-lemezzel. Nem minden CD-ROM-meghajtó támogatja ezt a műveletet.

**Disc-at-Once:** Lásd **Lemez egyszerre**.

**„D” könyv:** A DVD-R (egyszer írható) szabványát tartalmazó könyv neve.

**DRAW:** A közvetlen olvasás írás után (Direct Read After Write) kifejezést az egyszer és többször írható CD-lemezek és a CD-ROM megkülönböztetésére használják.

**Dupla érzékenységű CD:** Az elnevezés a Nimbus Technology and Engineering cégtől származik (1994). A lemez kapacitásának növelését a hüvelykenkénti sávok számának (tpi) megemelésével érték el. A dupla érzékenységű CD a piaci versenyben lemaradt a DVD-lemez mögött.

**DVD:** Optikai tárolócsalád neve, melynek tagjai digitálisan tárolnak hang, kép és számítógépes adatokat nagy kapacitással. Az adathordozó egy vagy kétrétegű, egy vagy kétoldalas, a kapacitás ettől függően 4,7 és 17 Gb-ot közötti. A DVD nevet Digital Video Disc-ként vagy Digital Versatile Disc-ként értelmezik. A családhoz egyszer és többször írható tagok is tartoznak. A vonatkozó műszaki előírások az ABC-könyvekben találhatóak, a fejlesztések még nem zárultak le.

**DVI:** Az Intel és IBM fejlesztésű digitális interaktív video (Digital Video Interactive) nagyon hasonlít a CD-I-rendszerhez. A DVI olyan tömörítési elrendezést támogat, mely szabadalmazott áramkörkészletet használ hang és képanyag sűrítéséhez. Az MPEG-szabvány kiszorította a DVI-t az alkalmazások igen sok területéről.

**EAN:** Lásd **UPC**

**ECC:** Hibajavító kód (Error Correction Code). CD-ROM-, CD-R-lemezeknél az EDC (hibaérzékelés) bájtokkal együtt a hibajavítás második szintjét képezi. Lejátszáskor ez az információ segít a hibák felismerésében és javításában, melyek az olvasás során keletkeznek.

**ECMA:** Az Európai Számítógépgyártók Egyesülete (European Computer Manufacturers Association) több szabványt adott ki a CD- és CD-írás területén. Néhány ezek közül a „színes könyvekben” leírtak ismétlése.

**EDC:** Hibaérzékelő kód (Error Detection Code). CD-ROM, CD-R lemezeknél az ECC (hibajavítás) bájtokkal együtt a hibajavítás második szintjét képi. Minden szektorhoz 4 EDC bájt tartozik a szektor adatokban keletkezett hibák felismeréséhez.

**EFM:** A nyolcra tizen négyre modulációt (Eight to Fourteen Modulation) az adatok alacsony szintű kódolására használják, melynek során a 8 bites bájtból 14 bites „optikai” bájt lesz. A modulációra azért van szükség, mert a CD-re nem lehet két egymás utáni 1 értékű bitet felírni. Két egyes között legalább két, legfeljebb tíz nulla bitre van szükség. Ennek a feltételnek 14 bites kódok felelnek meg. Az optikai bájt bitjeit csatornabiteknek nevezik.

**EFM+:** Az EFM-moduláció továbbfejlesztése a DVD-lemezek számára. A moduláció során 8 adat bitből 16 csatornabit keletkezik, ezért gyakran 8/16 modulációnak is nevezik az eljárást.

**„E” könyv:** A DVD-RAM (újraírható) szabványát tartalmazó könyv neve.

**El Torito:** Az operációs rendszer betöltésére képes CD-ROM-formátum előírásainak fantáziánéve.

**Előköz:** Írható CD-lemezeknél a sávokat elválasztó köz (Pre-Gap) a sávok felvétele előtt íródik fel. A köz hossza a CD-írótól és a sáv típusától függ. Ha két egymás utáni sávba adatot írunk, a sávok közötti köz 150 szektor (2 másodperc) hosszú. Különböző típusú sávok között 225 szektor köz marad (3 másodperc). Két audió sáv között nem kell mindig közt hagyni. Lásd **Utóköz**.

**Fehér Könyv:** A Philips, a Sony, a Matsushita és a JVC által kiadott könyv (1993) a Video CD szabványát tartalmazza. Két fő változata létezik: az 1.1

és 2.0 változatok. A Fehér Könyv meghatározza az állományok szerkezetét, és az átlapolt MPEG video- és hangszektorok indexelését, továbbá az MPEG paramétereket is.

**Fejlécmező:** A CD-ROM fejlécmező (Header Field) a szektor elején található. A mezőben négy bájt van, melyek megadják a szektor címét (perc:másodperc:keret) és a szektor módot.

**Frankfurt Csoport:** Az ipar vezető cégeinek egy csoportja 1991-ben Frankfurtban ISO 9660 kompatibilis szabványt javasolt a többszekciós CD-felvételre. Az ISO 9660 korábban nem tartalmazta a többszekciós felvételt. Támogatták a Rock Ridge indítványt, amely többplatformos köteteken osztozik. A Frankfurt Csoport javaslatát az ECMA TC 15 Working Paper néven tette közzé. A logikai előírások a Narancs Könyv II. (CD-R) részét képezik. Két típusú állomány szerkezetet állapít meg: az 1. típus kompatibilis az egyéb ISO 9660 lemezekkel, és a szabványos meghajtók tudják olvasni, a 2. típus lehetővé teszi CD-R-lemezekben növekményes többszekciós írás végrehajtását.

**Futási hossz:** A CD-ROM futási hossza a lemezre írt optikai bájt két egyes bitje között lévő nullás bitek számát jelenti. Hasonló jelentése van a merevlemez és grafikus állományok tömörítésénél használt futási hossz kódolásnak (RLE, Run Length Encoding).

**HFS:** A Macintosh operációs rendszer állománykezelője (Hierarchical File System), mely az adatok merevlemezre és hajlékonylemezre írását szervezi. CD-ROM-hoz is használható.

**Hibrid:** Az írható CD Sárga Könyve szerint a hibrid olyan írható CD-t jelent,



melyre egy vagy több szekciót már felírtak, de nincs lezárva, és van hely további felírásokra. A hibrid másik jelentése: DOS/Windows és Macintosh programok együttese a lemezen, melyet a DOS ISO 9660-as lemeznek, a Macintosh HFS lemeznek lát.

**Hídlemez:** A hídlemez (Bridge Disc) az ISO 9660 állománykezelő rendszert tartalmazó CD-ROM/XA-lemez formája. Ezen a lemezen a CD-I alkalmazói programok lehetővé teszik, hogy a CD-I-lejátszó hozzáférjen az adatokhoz. Egyéb rendszereknek saját alkalmazói program szükséges az adatok kezeléséhez. A Video CD jellemző példa a hídlemezre.

**High Sierra Format (HSF):** A High Sierra csoport által javasolt szabványos logikai formátum CD-ROM számára. Ezen alapszik az ISO 9660 szabvány. Alapvetően megegyezik az ISO-val, ezért a High Sierra név használata nem javasolt.

**Hozzáférési idő:** Az információ egy darabjának visszakereséséhez szükséges idő. CD-nél a maximális hozzáférési idő alatt azt értik, amíg a fej a lemez egyik végétől a másik végéig pozicionál, megvárja a kívánt fordulatszám elérését, megtalálja a keresett információt, és beolvassa a memóriába. A hozzáférési idő mérése nincs szabványosítva, ezért mindig pontosítani kell, mit értünk alatta. A gyors merevlemezek hozzáférési ideje kb. 12 msec, CD-ROM-nál 150 msec körüli időt adnak meg.

**Hőmérséklet kalibráció:** A merevlemez működés közben melegszik, ezért az író/olvasó fejeket időnként a helyes fejpozícióhoz be kell állítani. Ezt a folyamatot nevezik kalibrációnak (hitelesítés, recalibration). Kalibráció alatt a lemez-

ről nem lehet olvasni, ami puffer alulcsordulást okozhat a CD-ROM írása során. Az ún. AV (Audio/Video) merevlemezek a visszaállítást a lemez passzív állapotában végzik, így a lemez írása és olvasása állandó sebességgel folyhat. Célszerű a CD írását ilyen merevlemezről végezni.

**ID:** A DVD-szektor fejlécében található 32 bites mező azonosítja a lemezköteten belül a szektor számát. Az azonosító tartalmát az IEC-mező javítja.

**IEC:** A DVD-szektor 4 bájtos azonosítója rendkívül kritikus információ, ezért külön kétbájtos hibajavító mező tartozik hozzá, melynek neve IEC (ID Error Correction, ID hibajavító).

**Írható lemez:** A CD-íróban használt adathordozó. Az üres polikarbonát lemezen a fröccsöntéskor létrehozott spirális barázdákat követi a lézerfej az információ felírásakor. Ezt a lemeztípust előformázottnak nevezik (pre-grooved). A polikarbonát tetején átlátszó írható réteg található, melyet arany fényvisszaverő felület borít. Legfelülre egy vékony lakkréteg és címke kerül.

**ISO:** Nemzetközi Szabványügyi Szervezet (International Standards Organization), mely a technológia és üzlet minden területére szabványokat definiál. Az ISO 9002 például meghatározza a gyártási folyamatok minőségsszabványát.

**ISO 9660 formátum:** Nemzetközi szabvány, mely meghatározza a CD-ROM-állományok és katalógusok logikai formátumát, ECMA 199 szabványként is ismert.

**ISO 13490 formátum:** Az ISO 9660 kibővítése több szekcióval.

**ISO 9660 kép:** vagy CD-ROM-kép, kép, lemezkép (image). Egyedi nagy állomány, a CD-n található összes adat és



program pontos ábrázolására mind tartalmi, mind logikai formátum szempontjából.

**ISO 9660 kicserélési szintek:** Az ISO 9660 szabványban három szint (Interchange Levels) létezik az állományok CD-re írására és elnevezésére. A három szint egymásba ágyazott, és lefelé kompatibilis.

**ISO 9660 megvalósítási szintek:** Az ISO 9660 három kicserélési szintet határoz meg, melyek az állományok nevével, és ennek különböző operációs rendszerben történő alkalmazásával foglalkoznak. Tekintve, hogy néhány operációs rendszer nem tartalmazza a kicserélési szinteket, az ISO 9660 két megvalósítási szintet (Implementation Levels) határoz meg.

**ISRC:** Nemzetközi szabványos íráskód (International Standard Recording Code). Néhány lemezíró a lemez minden hangsávjába felveszi az ISR-t is. A kód a következő elemekből áll: ország kód (2 ASCII karakter), tulajdonos kód (3 ASCII karakter, felvétel éve (2 szám) és sorozatszám (5 szám).

**Joliet:** A Joliet az ISO 9660 szabvány Microsoft által fejlesztett kibővítése. Lehetővé teszi hosszú állománynevek és az Unicode karakterkészlet használatát CD-íráshoz. Az állománynév hossza 64 karakter lehet (szóköz is megengedett). A hosszú név mellett egy DOS-szabványos név (8 + 3) is a lemezre kerül, hogy a DOS vagy korábbi Windows is felismerje az állományokat.

**JPEG:** Igen rugalmas és széles körben elterjedt veszteséges színes grafikus tömörítés. Nevét az előírásokat megalkotó csoportról kapta (Joint Photographic Experts Group). A tömörítés hardverrel és szoftverrel is megoldható, az elérhe-

tő arány a megengedett veszteségektől függ (2:1 és 60:1 között).

**Jukebox:** CD-adagolórendszer. Különböző típusú és kapacitású jukeboxok léteznek (néhány és több száz lemez között). Az adott felhasználáshoz vagy telepítéshez összegyűjtött lemezek közül bármelyiket kiválaszthatjuk menet közben kézi beavatkozás nélkül. Némely automatikus adagoló rendszerben több CD-meghajtó is található, így egyszerre több CD olvasása is lehetséges.

**Katalógus:** A lemezek logikai formátumában információs fa szerkezet, mely további katalógusokat (alkatalógus) és/vagy állományokat tartalmaz.

**Kék Könyv:** A CD Extra- (CD Plus, Enhanced Music CD) lemezek műszaki előírásait tartalmazó színes könyv.

**Kék lézer:** 1993-ban Japánban kifejlesztették egy gallium-nitrid alapú kék színű lézer diódát, mely több Gb-át kapacitású CD-lemezek gyártásának lehetőségét teremti meg.

**Kétrétegű CD:** A 3M cég által fejlesztett technológiában a CD-lemez ugyanazon oldalán két rétegben lehetséges az írás. Az olvasáshoz egy fej tartozik, melynek fókusztávolsága állítható. A kétrétegű CD műszaki adatait a DVD-formátum leírása tartalmazza.

**Kettős fénytörés:** CD és egyéb optikai lemezek gyártásakor préselés során a hordozó nem megfelelő lehűlése okozza. Optikai alkalmazásokban a kettős fénytörés káros jelenség, mert az olvasási funkciót zavarja.

**Kevert módú lemez:** A CD számítógépes adatot (vagy CD-I sávot) és CD-DA-hangsávokat is tartalmazó lemez. A kevert módú lemezek többsége a Sárga Könyv 1. mód szerinti adatok az 1. sávban, a Vörös Könyv szerinti hangada-

tokat pedig a többi sávban tartalmazza. A számítógépes és hangsávok együtt nem haladhatják meg a 99-et. A kevert módú lemezek legjobban játékokban alkalmazhatók.

**Kiterjesztés:** Rövid program, mely „bedugható” egy nagy programba, hogy megnövelje a főprogram teljesítményét. Az operációs rendszerek kiterjesztéseket (extensions) használnak a CD olvasásához (pl. MSCDEX.EXE).

**Kivezetés:** A szekció végén lévő terület (Lead-Out) azt jelzi, hogy elértük az adatok végét. A kivezetésben nincs tárolt adat. Az első kivezetés a lemezen 6750 szektor hosszú (1,5 perc és kb. 13 Mbájt), a többi csak 2250 szektort foglal el (kb. 4 Mbájt). Lásd **Bevezetés**.

**Kötet:** Az ISO 9660 szabvány szerint egy CD-ROM-lemez. Ha az adatok vagy program nem férnek el egy lemezre, kötetkészletről beszélünk, de az MSCDEX nem támogatja ezt a formát.

**Kötetleíró:** Az ISO 9660 szerint a kötetleíró (Volume Descriptors) 2 kbájt hosszúságú felírás, mely alapvető információkat tartalmaz a CD-ről, és a CD-olvasási módjáról.

**Lead-In:** Lásd **Bevezetés**

**Lead-Out:** Lásd **Kivezetés**

**Lemez egyszerre:** Írási módszer, melynél egy vagy több sáv egyetlen művelettel íródik a lemezre (Disc-at-Once). A lemez lezáródik az írólézer kikapcsolása nélkül, ezért nincsenek futási blokkok és kattánások a hangsávok között (l. **Sáv egyszerre**). A Lemez egyszerre képesség csak az újabb CD-írókban és programokban található meg.

**Lemezfej:** A mágneses vagy optikai háttértárolók fejjel vagy fejekkel rendelkeznek, melyek a felület felett repülve olvassák vagy írják az adathordozót. A

CD-meghajtónak csak egy olvasófeje van, melyben alacsony intenzitású infravörös lézer dióda és fényérzékelő szolgál a felület olvasására. Néhány egyszer írható vagy újraírható meghajtóban két fej található (író és olvasó), míg másokban egy fejjel oldják meg az írást és olvasást is. Írásra ezek a fejek nagy fényerejű kék lézert használnak. A hang CD vagy CD-ROM tömeggyártásához használt mesterlemezben különleges írófej található.

**Lemmezárás:** Az írható lemez zárása (Close Disc) azt jelenti, hogy többé nem lehet a lemezre írni. Ez akkor történhet, ha az utolsó szekció (session) bevezetését (lead-in) is felírtuk. A következő írható cím nem kerül a bevezetésbe, így a CD-író a soros íráskor nem tudja, hova lehet írni. Nem szükséges a lemezt lezárni, hogy közönséges CD-ROM-meghajtóban olvasni tudjuk.

**Lemzgyorsító:** A RAM terület része, mely az igen gyorsan elérendő adatok átmeneti tárolására használható. CD-ROM-alkalmazások jellemzően a katalógusállományokat tartják itt. Az előre olvasó lemezgyorsítók az olvasásnál megtalált adatot követő blokkot is beolvassák a gyorsító pufferbe, mert azt feltételezik, hogy ez lesz a következő igényelt adatblokk.

**Lezárás:** Az SCSI kábelben folyó nagy sebességű adatátvitelben hiba keletkezik, ha a kábel mindkét végét nem zárják le ellenállás blokkal.

**Logikai blokk:** A lemez legkisebb címezhető területe. Minden logikai blokk rendelkezik egy egyedi logikai blokkszámmal (Logical Block Number, LBN), mely nullától kezdődik és folyamatosan növekvő értékű. Az ISO 9660 szabványban a CD minden adatát logikai blokk-

számmal címzik. Jelenleg a CD írás az „egy logikai blokk egyenlő egy logikai szektor” hozzárendelést támogatja.

**Logikai formátum vagy logikai szerkezet:**

Az ISO 9660-hoz hasonló logikai állomány formátum átfordítja a szektoronkénti látást katalógusok és állományok virtuális fájjá, mely mind az ember, mind a számítógép számára érthetőbb információ.

**M-O-technológia:**

Újrírható optikai lemezeknél használt magneto-optikai technológia. A lemezhordozóra több réteg vagy vékony film kerül, melyek közül az egyik mágnesesen írható (vas, kobalt vagy terbium). A Kerr-hatás alapján a mágneses felületről visszavert fény polarizációs síkja érzékelhető, és felhasználható a lemezre írt adat felismerésére. Az elemi felület mágnesezettsége a Curie-pontig felmelegítve kevés energiával megváltoztatható. A mágneses irány megfeleltethető a lyukaknak és ép felületeknek. Két lemezt összeragasztva kétoldalas M-O-lemezt kapunk 5,25 vagy 3,5 hüvelyk átmérővel.

**Mastering:**

Az üveg mesterlemez készítése folyamatát jelenti, melyből minőségi CD állítható elő. Az asztali CD-író rendszereknél a mastering és pre-mastering együtt a lemezre írást jelenti.

**Médiaelemek összeállítása:**

A médiaelemek összeállítása (Authoring) során jön létre a CD-re írható alkalmazás. Ha például multimédia játékot vagy bemutatót akarunk készíteni, szükségünk van egy authoring programra, mely lehetővé teszi a hang, a grafika és a szöveg kombinálását és biztosít néhány felhasználói beavatkozást is. Ha befejeztük az alkalmazás létrehozását, az Easy-CD Pro, CD Creator2, vagy hasonló

program segítségével rögzíthetjük a CD-re.

**Meghajtóprogram:**

Számítógépes értelmezésben eszközmeghajtó program, melyet a CPU hajt végre valamilyen beviteli/kiviteli eszköznek a rendszerbe illesztésére (video, megosztás, nyomtató, egér stb.). Minden eszközhöz saját meghajtó program szükséges. A meghajtóprogram interfésztől is függ, pl. az EIDE-meghajtó program nem használható a SCSI interfészhez. A program végrehajtása DOS alatt a CONFIG.SYS állományba írt DEVICE=VALAMI.SYS parancsra történik. Lásd még **MSCDEX.EXE**

**MiniDisc:**

A MiniDisc-lemezt a Sony 1992-ben dobta piacra. CD-nek nevezik, pedig valójában nem az. Magneto-optikai lemez (MO), mely nem felel meg egyetlen CD-szabványnak sem, még az MO-előírásokat tartalmazó Narancs Könyvnek sem. A lemez 2,5 hüvelyk átmérőjű, és a 3,5 hüvelykes hajlékonylemezhez hasonló tokban van. Hangfelvételek készítésére és lejátszására használják fogyasztói elektronikus eszközökben.

**Mintavételezés:**

Az analóg-digitális átalakítás egyik lépése. Az analóg jelből meghatározott gyakorisággal mintát vesznek, és a mért adatot kvantálják (számszerű értéket adnak neki). Az átalakítás minőségére mind a mintavételező frekvencia, mind a kvantálás felbontása hatással van. A CD-DA-lemezeknél pl. 44,1 kHz sebességgel vesznek mintát 16 bites felbontással.

**MPC:**

A multimédia szabvány (Multimedia PC) hardver és szoftver összetevőket definiál a multimédia képességhez. A szabvány fejlesztése során eddig három szintet határoztak meg. Például



csak az a számítógép teljesíti az MPC 3. szintjét, amely MPEG videót tud olvasni a CD-ről.

**MPEG:** Video- és hangtömörítési mód, a név a Motion Picture Experts Group rövidítése. Az MPEG képtömörítés első képe referenciaként szolgál, a további képek csak az előzőhöz képesti különbségeket tartalmazzák. Veszteséges tömörítés, azaz nem minden információ állítható vissza. Az MPEG-1 1,5 Mbit/sec átvitelrel 30 darab  $352 \times 240$  felbontású képkockát biztosít másodpercenként. Az MPEG-2 tömörítés állandó vagy változó bitsebességgel folyhat. A további MPEG változatok fejlesztése jelenleg is folyik.

**MSCDEX:** A Microsoft DOS CD-ROM kiterjesztése. Az MS-DOS fejlesztését a CD-ROM PC platformon történő megjelenése előtt fejezték be. Az MSCDEX segédprogram lehetővé teszi, hogy az ISO 9660 szabványnak megfelelő CD-ROM-ot a DOS saját kötetként kezelje (pl. D: meghajtóként). Az MSCDEX indítása az AUTOEXEC.BAT kötegelte állományból történik, de előtte a CONFIG.SYS állományból a CD-ROM-meghajtó programját el kell indítani. Lásd **Meghajtóprogram**.

**Multisession:** Lásd **Több-szekció**

**Mux\_rate:** Az MPEG-2 (ISO/IEC 13818-1) szabványban meghatározott kombinált átviteli sebesség, mely az összes elemi adatfolyamcsomagra vonatkozik (video és audió), beleértve a rendszer-csomag fejlécét is.

**Narancs Könyv:** A Philips és a Sony előírásai a felhasználó által egyszer vagy többször írható CD-lemezek írására vonatkozóan (1990). Az I. rész a többször írható magneto-optikai (CD-MO) lemezekre vonatkozik. A II. rész az egy-

szer írható CD (CD-WO) rendszerekre vonatkozik. A III. rész a nem-mágneses elvet használó újraírható lemezt határozza meg. A Narancs Könyv szabványa kiterjed a több szekció létrehozására és a csomagíráásra is.

**Növekményes írás:** Lásd **Csomagírás**.

**Numerikus apertúra (NA):** Az optikai lencserendszerek fénygyűjtő képességének egység nélküli mérőszáma, mely meghatározza a felbontóképességet és a mélységélességet. Az NA értékét megkapjuk, ha a szinuszát vesszük a beérkező lézersugár félkúpszöge és a lencse anyag fénytörési mutatója szorzatának. Vákuumban a numerikus apertúra értéke definíció szerint 1. Az optikai rendszer annál jobb minőségű, minél nagyobb az NA értéke.

**Nyers állomány:** A nyers állomány (Raw File) minden változtatás nélkül írható a CD-re, mert az állományban lévő adatok CD formátumúak. Minden nyers állomány egy CD sávot jelent. Például a hang CD egy zeneszáma egy nyers állományban tárolható. A képállományok is nyers formátumúak.

**On-the-Fly Writing:** Lásd **Röptében írás**

**OPC terület:** Valahányszor a lemezt írás céljából behelyezzük a CD-íróba, a CD-R-meghajtó hitelesíti a lemezt, azaz meghatározza az optimális íróteljesítményt (OPC, Optimum Power Calibration). A hitelesítés a PCA-ra (Power Calibration Area, íróáram hitelesítő területet) történő különböző teljesítményű írásokból és ezek visszaolvasásából áll.

**PCA:** Íróáram hitelesítő terület (Power Calibration Area). A lemez elején található, a lemez írásához itt hitelesítik a lézersugarat és számolják a hitelesítéseket.



**Photo CD:** A CD-ROM/XA és a Sárga Könyv hibrid lemez előírásain alapuló CD, melyet fényképek tárolására és nyomtatására fejlesztett ki az Eastman Kodak és a Philips cég 1991-ben. A Photo CD valójában egy többszekciós hídlemez, CD-ROM/XA 1. formátumú szektor szerkezetben max. 100 db 35 mm-es fénykép tárolására.

**Play-Station:** A Sony Playstation kiváló játékgép, mely CD-ROM/XA formátumú lemezt használ. A lemez színe fekete, mert a polikarbonát hordozó fekete. Az infravörös lézer számára a lemez átlátszó. A Playstation lemezek hibás ECC bájtokkal védettek másolás ellen. Ha hagyományos CD-íróval lemásoljuk a lemezt, nem fog futni, mert az újraképzett ECC bájtok nem egyeznek az eredetivel. A lejátszó beépített JPEG dekódert tartalmaz.

**PMA:** Programmemória-terület (Program Memory Area). Az írható CD azon területe, melyben átmenetileg tárolódnak a sávszámok és azok kezdő- és végpontjai (ez ugyanaz, mint a szekció tartalomjegyzék-táblája), ha a sávot felírták a szekcióba, de még nem zárták le a szekciót. Ha lezárják a szekciót, ez az információ (TOC) a bevezetésbe íródik fel.

**Premastering:** A CD-re felírást megelőző adat-előkészítő eljárás. Tartalmazza az adatok megosztását szektorokra, a szektorok felírását a lemezre fejléccel (címek) és hibajavító információval. Az írható CD-nél a premastering és mastering egyetlen művelet, és olvasásra kész lemezt eredményez.

**Puffer alulcsordulás:** A CD-írás legnagyobb problémája. A puffer alulcsordulás akkor fordul elő, ha a rendszer nem képes olyan ütemben adatot biztosítani, mint ahogy a CD-író várja. A CD-

írást nem lehet megszakítani, ezért az író beépített pufferrel rendelkezik. A megszakítás akadályozása miatt ez a puffer kiürülhet. A CD-írás megszakad, és többnyire az írható lemez adott szekciója javíthatatlanul tönkremegy.

**Raw file:** Lásd **Nyers állomány**

**Reed-Solomon kódolás:** Matematikai algoritmusokon alapuló hibaérzékelő és javító kódolás. A Vörös Könyv tartalmazza a hibajavítás 1. szintjének leírását, mely a CIRC-re épül (Cross Interleaved Reed-Solomon Codes). A Sárga Könyv foglalkozik a 2. szinttel (CRC). A Reed-Solomon kódolás továbbfejlesztett megvalósítása található a DVD-ben.

**Reed-Solomon együttes kód:** A DVD-lemez hibajavító algoritmus, a Reed-Solomon kódolás továbbfejlesztett változata.

**RIFF:** Forrás kicserélési állományformátum (Resource Interchange File Format). A Microsoft és az IBM fejlesztette ki a multimédia állományok szabványos formátumaként. A Windows Wave állományok például RIFF formátumúak.

**Rock Ridge Csoport:** Ipari csoport, olyan ISO 9660 kompatibilis alkalmazások fejlesztésére jött létre, melyek több operációs rendszer alatt is futnak. Az ajánlott bővítések (SUSP, System Use Shared Protocol) és RRIP (Rock Ridge Interchange Protocol) támogatják a multiplatform formátumot, a mélyebb szintű tartalomjegyzék-táblázatokat, és a hosszú állományneveket.

**Romeo:** Az Easy-CD 95 és Easy-CD Pro 95 program állomány elnevezési opciója, mely lehetővé teszi, hogy 128 karakteres neveket és a névben szóközöket használhassunk CD-re íráskor. A Romeo nem része a Joliet-szabványnak,

mert nem Unicode karakterekből építi fel a neveket, és nincs DOS név megfeleltetés. A Romeo neveket a Windows 95 és NT rendszerek tudják elolvasni. A Macintosh gép is el tudja olvasni a lemezeket, ha a nevek hossza 31 karakternél nem hosszabb.

**Röptében írás:** CD írásakor fontos az állandó adatátviteli sebesség tartása. Olykor célszerű a teljes CD képállományának (image file) összeállítása merevlemezre, majd a képállomány közvetlen felírása a CD-re (ISO 9660 kép felírása). Ez a módszer biztonságos, de időigényes. Ha a rendszer sebessége megengedi, a kép írás közben is létrehozható közbenső állomány létrehozása nélkül. Ezt a módszert nevezik röptében írásnak (On-the-Fly Writing). Lassú rendszerekben a röptében írás pufferalulcsordulást okozhat.

**Sárga Könyv:** A Philips és a Sony által kifejlesztett audió CD fizikai formátumának továbbfejlesztését tartalmazza adat információ tárolására (1984). A Sárga Könyv két új adatmódot határoz meg: az 1. módban (számítógépes adatok) 2048, a 2. módban (tömörített hang és kép adatok) 2336 felhasználói bájt lehet egy szektorban. A 2352-ből fennmaradó 16 bájt hibajavításra és szinkronizációra használható. A Sárga Könyv ECMA 130 szabványként is ismert.

**Sáv:** Amikor a CD-re írunk, legalább egy sávot hozunk létre az előközzel és az utóközzel együtt. Minden szekció egy vagy több sávot tartalmazhat, és a szekción belüli sávok egyformák vagy különböző típusúak lehetnek. Például a kevert módú lemez adat és hangsávot is tartalmaz. Szimbólumjel-lapot (Cue Sheet) használva egyetlen írás során több sávot is felírhatunk.

**Sáv egyszerre:** A legtöbb CD-író eszköz és program által támogatott írási módszer, melynél minden sávot külön írnak fel (Track-at-Once). A felírt sáv minimális hossza 300 szektor (4 másodperc, 600 kbájt). Ha egy sáv (adat vagy hang) írása kész, az írólézer kikapcsolódik és kifutó blokkot ír fel. A következő sáv írása előtt a lézer ismét bekapcsolódik és befutó blokkok kerülnek a lemezre. A CD-ROM-olvasó ezt a hét blokkot figyelmen kívül hagyja. Az adatolvasást nem zavarják a blokkok, de a hang lejátszásában esetleg rövid kattánás hallható. A **Lemez egyszerre** módszernél ilyen blokkok nem keletkeznek, ezért előnyösebb hang CD készítéséhez. A sáv egyszerre írás következménye még, hogy a sávok között két másodperc szünet jön létre.

**Sáv szélesség:** Eredeti értelmezésben frekvenciatartományt jelent. Számítógépes körökben a forgalom (adat, hang, kép stb.) sebességét, azaz az időegység alatt átvitt információ mennyiségét értjük alatta. Az újabb PC alaplapok 132 Mbájt/sec, az egyszeres sebességű CD-k 150 kbájt/sec sáv szélességgel rendelkeznek.

**SCSI:** Az SCSI a Small Computer System Interface (kisszámítógépek rendszerfelülete, ejtsd: szkázi) rövidítése. Az interfészen egy vezérlőhöz hét eszköz csatlakozhat (pl. merevlemez, CD-ROM). Az SCSI-t különböző számítógép rendszerek használják. Az adatátvitel párhuzamosan történik 3,3–40 Mbájt/sec sebességgel. Jelenleg az SCSI-2 változat terjedt el (széles, gyors, széles és gyors). Az SCSI-3 változat fejlesztés alatt áll.

**Szektor:** A CD legkisebb írható egysége. A lemezre (75 szektor/másodperc × 60 másodperc/perc × a lemezen lévő percek

száma) szektor írható fel. A szektorban tárolható adatok száma a felírás fizikai formátumától és módjától függ. A közös CD-ROM (1. mód) 2048 bájt adatot tárol minden szektorban. Az ISO 9660 megengedi a fizikai szektor több logikai blokkra (512, 1024 bájt) tagolását is, de az MSCDEX csak a 2048 bájtos logikai blokkot tudja kezelni.

**Szekció:** A Sárga Könyv meghatározása szerint a szekció (Session) a CD-re felvett szegmens, mely egy vagy több típusú sávot tartalmazhat (adat és hang), bevezetésből, programterületből és kivezetésből áll. A fogalom az egyszekciós és többszekciós lemezek megkülönböztetésére jött létre.

**Szekció zárása:** Ha a szekciót lezárjuk (Close Session), a lemez tartalomjegyzék-táblájába (VTOC, Volume Table of Contents) információ kerül a szekcióról, és felíródik a bevezetés és egy kivezetés is a következő szekció előkészítéséhez.

**Szimbólumjel-lap:** A szimbólumjel-lap (Cue Sheet) a Windows 3.1 alatt futó Easy-CD program sávlistája. Ezek a sávok ugyanabba a szekcióba íródnak egymás után a felhasználó beavatkozása nélkül. Általában a többsávós audió vagy kevert módú lemezekhez használják.

**Tartalomjegyzék-tábla:** A tartalomjegyzék-tábla (Table of Contents, TOC) a sávok számát (állományok nevét), ezek kezdő és végpontjait, és az adatterület teljes hosszát a lemezen tartalmazza. A többszekciós lemez minden szekciójához saját TOC tartozik. Logikailag megfelel a merevlemez FAT szerkezetének.

**Többszekció:** A többszekciós (Multisession) CD lemezre az adatokat több szekcióban (esetleg különböző időpontban) írják fel. Ha a szekciók csatolva vannak,

a többszekciós CD-ROM-meghajtó az összes adatot egyetlen logikai szerkezetben látja. Általánosabb értelemben az ISO 9660 állománykezelő rendszer megadja, hogyan lehet információt hozzáadni az ISO 9660 lemezhez a kezdeti létrehozás után.

**Tömörítés:** A CD-ROM- és DVD-lemezek nagy méretű hang, grafikus és video állományai miatt kellett hardver és szoftver tömörítési technikákat kifejleszteni. A legtöbb tömörítési algoritmust forrásanyaghoz (szöveg, hang, kép) tervezték.

**Track-at-Once:** Lásd **Sáv egyszerre**

**UDF:** Az OSTA (Optical Storage Technology Association) cég által jóváhagyott általános lemezformátum (Universal Disc Format) állománykezelő rendszer csomag írásra és egyéb optikai lemez technológiákra készült. A mikro UDF állománykezelő rendszert a DVD-lemezek számára fejlesztették ki.

**Újrairható optikai lemez:** Az újrairható optikai technológia a mágneses tárolók kiváltására alkalmas meghajtók gyártását célozta meg. Ezek a lemezek – a mágneslemezhez hasonlóan – tetszőleges számban törölhetők és újból írhatók. Három fő típus terjedt el. A magneto-optikai lemezek (l. MO technológia) uralják a piacot a fázisváltós és a festék polimer technológia előtt. A fázisváltós technológia az írható DVD-lemezek elterjedésével egyre nagyobb jelentőségű lesz.

**Unicode:** Karakterek ábrázolására szolgáló szabvány. Az ASCII szabvánnyal szemben egy karakter ábrázolására nem 8, hanem 16 bit áll rendelkezésre. A nagyobb karakterkészlet a latin betűk mellett arab, kanji (japán) és egyéb írásmódok ábrázolását is lehetővé teszi.



**UPC:** Általános termékkód (Universal Product Code). Néhány CD-íróval meghatározhatunk egy 30 számból álló katalógusszámot a lemezre, mely a lemez tartalomjegyzék-táblájába íródik fel. EAN néven is ismert.

**Utóköz:** A sávokat elválasztó köz (Post-Gap) a sávadatok után íródik fel. Az utóköz hossza 150 szektor (2 másodperc), és csak akkor szükséges, ha eltérő típusú sáv következik. Tekintve, hogy néhány lemezmasoló hibázik, ha nem talál utóközt, az Easy-CD Pro program minden sáv után hagy utóközt. Lásd **Előköz**.

**Változó bitsebesség:** Az MPEG-2 tömörítés egyik lehetősége (Variable bit rate, VBR). A másodpercenként szolgáltatott bitek száma a tömörítendő információ bonyolultságától függően változik.

**Video CD:** Lásd **Fehér Könyv**.

**Virtuális kép:** A Windows 3.1 alatt futó Easy-CD programban a CD-re írandó állomány adatbázis, melyet a főképernyőn fogd-és-vidd módszerrel hoztunk létre. Közvetlenül is írhatjuk a CD-re röptében (on-the-fly), vagy a merevlemezre valós ISO 9660 képet létrehozva.

**Vonalkód:** A CD egyedi kódja. Írható CD esetén ez a szám gyakran a belső üres gyűrűre van préselve. Néhány CD-író digitálisan olvasni tudja ezt az informá-

ciót. Az Easy-CD Pro 95 programban pl. a vonalkód a *Disc Info* párbeszédablakban jelenik meg.

**Vörös Könyv:** A Philips és a Sony előírási hang CD-k (CD-DA) számára. A CD fizikai jellemzőit tartalmazza (sáv, szektor, keret, kódolás, mintavételezés stb.). A többi színes könyv előírás ugyanezt a fizikai adathordozót és alacsony szintű adatformát használja.

**Wave (.WAV):** RIFF hangállomány-formátum.

**WORM:** Egyszer írható, többször olvasható (Write Once Read Many) CD-lemez, a 70-es évek végének optikai technológiája. Az egyszer írható lemezek neve ma CD-R.

**Zöld Könyv:** A Philips és a Sony által 1987-ben kiadott Zöld Könyv az ISO 9660 és a CD-I blokkszerkezet kérdéssel, címzési és szinkronizációs problémákkal, multimédiás alkalmazások tömörítésével és a CD-RTOS nevű operációs rendszerrel foglalkozik. A CD-ROM/XA szabványhoz hasonlóan a Zöld Könyv is megengedi ugyanazon a sávon számítógépes adatok és tömörített hangadatok átlapolt tárolását. A CD-I sáv nem látszik a lemez tartalomjegyzékében (TOC), emiatt a hang CD-lejátszók nem tudják a CD-I sávot lejátszani. A CD-I szektor felépítése megegyezik a CD-ROM XA szektoréval.



# Források

## Könyvek:

- Parker, Dana J.–Starrett, Robert A.: CD-ROM Professional's CD-Recordable Handbook (Pemberton Press, 1996)  
Pohlmann, Ken C.: Principles of Digital Audio (McGraw-Hill, 3rd Edition, 1995)  
Baráth István: Multimédia (Chiptár sorozat 1, 1995. október)

## CD-ROM:

Disctronics: Guide to Compact Disc (<http://www.disctronics.co.uk>)

## Internet-címek:

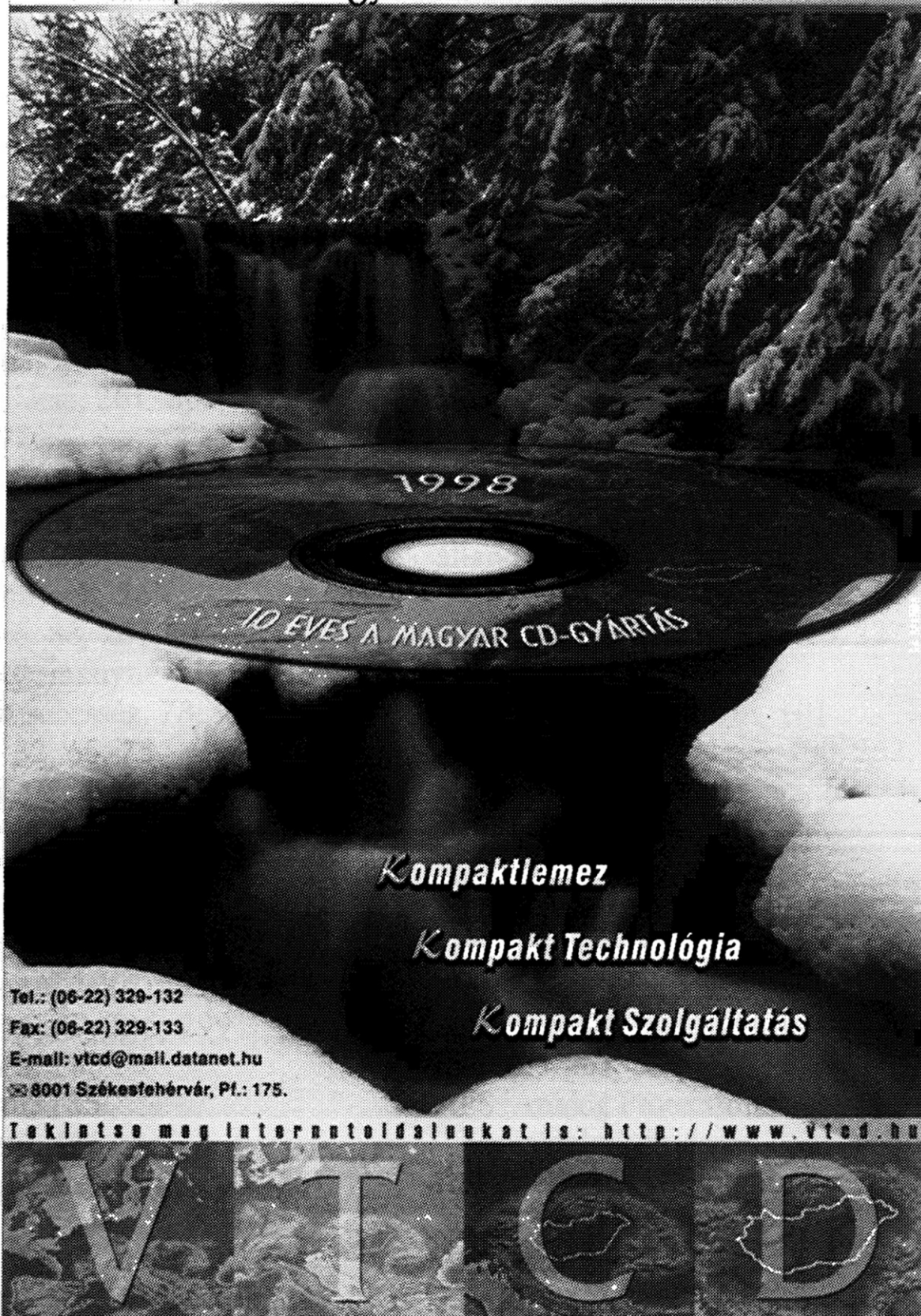
- CD adatbázis: <http://www.physics.udel.edu/~watson/scen103/less-cd.html>  
CD információ: <http://www.uscchi.com/cdrom/index.html>  
CD gyártás: <http://stargate.jpl.nasa.gov:1087/slides/>  
CD javítás: [http://isdl.ee.washington.edu/CE/REPAIR/CD1 és CD2.TXT](http://isdl.ee.washington.edu/CE/REPAIR/CD1_és_CD2.TXT)  
[http://www.paranoia.com/~filipg/HTML/REPAIR/F\\_cd\\_repair2.html](http://www.paranoia.com/~filipg/HTML/REPAIR/F_cd_repair2.html)  
CD-ROM: <http://home.cdarchive.com/>  
<http://ftp.cised.unina.it/pub/music/midi/DOC/CD-ROM>  
<http://www.cdrominc.com/default.htm>  
CD-R: <http://www.adaptec.com/support/cdrec/>  
<http://www.ee.washington.edu/conselec/CE/kuhn/otherformats/95x9.htm>  
<http://www.onlineinc.com/pempress.cdr/>  
CD TEXT: <http://www.km.philips.com/bumd/cdtext/technlgy.htm>  
Dolby Digital: <http://www.atsc.org/document.html>  
DVD: <http://stwing.upenn.edu/~bjorn/ht/>  
<http://web.ukonline.co.uk/s.roberts/divx.htm>

- <http://www.bok.net/~tristan/MPEG/DVD>  
<http://www.c-cube.com/technology/dvd.html>  
<http://www.e-town.myriadagency.com/dvd>  
<http://www.filebox.com/dvd.html>  
<http://www.microsoft.com/hwdev/devdes/dvdwp.HTM>  
<http://www.sel.sony.com/SEL/comsumer/dvd/brochure.html>  
<http://www.unik.no/~robert/hifi/dvd/>  
<http://www.videodiscovery.com/vdyweb/dvd/dvdfaq.html>
- Hardver FAQ:** <http://www.dvt07.fagmed.uit.no/electronics/faqs.html>  
**ISO DOS:** <http://www.alumni.caltech.edu/~pje/iso9660.html>  
**Laserdisc FAQ:** <http://www.cs.tut.fi/~leopold/Ld/FAQ/index.html>  
**Meta FAQ:** <http://www.tardis.ed.ac.uk/~psyche/pc/cdrom/>  
**Optical Disc:** <http://www.magnavox.com/electreference/videohandbook/opticaldisctech.html>
- OSTA:** <http://www2.osta.org/osta/html/cdr/define.html>  
**Philips CD:** <http://www.philips.com/sv/newtech/cd.html>  
**Photo CD:** <http://www.kodak.com/productInfo/technicalInfo/photoCDPapers.shtml>
- Programozás:** <http://www.he.net/~marcj/cdrom.html>  
**Ricoh:** <http://www.octave.com/library/ricoh/make.html>  
**Toshiba DVD:** <http://eiplaza.toshiba.co.jp/dvd/e/>  
**Video:** <http://www.cis.ohio-state.edu/~parent/book/Rcdr.html>  
<http://www.hut.fi/Misc/Electronics/video.html>  
<http://www.optivision.com/compress/technica/wpaps2.html>  
<http://unix.hensa.ac.uk/ftp/mirrors/walnut.creek/cdrom/textinfo/>  
<http://www.visiblelight.com/mpeg/resource/faq/VCDfaq.txt>

**VTCD VIDEOTON**  
**Kompaktlemez-gyártó Kft.**

Székesfehérvár

Aszalvölgyi u. 7.



*Kompaktlemez*

*Kompakt Technológia*

*Kompakt Szolgáltatás*

Tel.: (06-22) 329-132

Fax: (06-22) 329-133

E-mail: vtcd@mail.datanet.hu

☎ 8001 Székesfehérvár, Pf.: 175.

Tekintse meg internetoldalszinket is: <http://www.vtcd.hu>

**V T C D**

# Tárgymutató

- 1/3 stroke, 179
- 4Base, 197
- 5.1 csatorna, 215, 287, 289
- 8/16 moduláció, 261, 305
- 16Base, 197
  
- a-idő, 299
- a-karakterek, 299
- ABCDE-könyvek, 269
- abszolút idő, 33, 231
- absztrakt állománynév, 128, 156
- adatátviteli sebesség, 73, 92, 299
- adatmező, 32, 65, 75
- AC-3 (Audio Coding number) 214, 274, 288
- adatok előkészítése, 23, 311
- A/D-átalakító l. analóg/digitális átalakító
- ADM (adaptív delta moduláció), 46
- ADPCM, 46, 79, 215, 299
  - A szintű, 185
  - B szintű, 185
  - C szintű, 185
- AGC (Auto Gain Control), 246
- AIFF, 299
- „A” könyv (DVD-ROM), 270
- alacsony frekvenciás hatások, 289
- alacsony szintű kódolás, 26, 270
- alcsatorna, 30, 62, 73
  - csomag, 73
- alfejléc-mező, 80, 184, 259
- aliasing l. spektrumvisszahajlás
- alkódbájt, 28, 36, 50, 62, 73, 300
- állandó bitsebesség, 300
- állandó kerületi sebesség, 19, 91, 231, 301
- állandó szögsebesség, 91, 213, 227, 319
- állapotrekesz, 119
- állományváltozat-szám, 101
- állománykezelő rendszer, 100, 262, 300
- aluláteresztő szűrő, 41, 52, 59
- amorf állapot, 246
- analóg/digitális átalakító, 42
- analóg védelmi rendszer, 286
- anti-aliasing, 41
- anyalemez, 24
- apalemez, 24
- apertúrahiba, 58
- APS (Analog Protection System) l. analóg védelmi rendszer
- ASPI (fejlett SCSI programozói felület), 300
- ATA Task File, 132
- ATAPI, 131



- ATA típusú parancsok, 138
- átviteli protokoll, 133
- csomagparancsok, 141
- ATIP (absolute time in pregroove), 231
- átszövés, 35, 260
- authoring l. médiaelemek összeállítása
- AUTOEXEC.BAT, 126, 163, 167
- automatikus erősítés szabályozás, 246
- azonosító adat, 259, 306
- azo, 234
  
- B (bi-directional) kép, 211
- „B” könyv (DVD-Video), 273
  - hangformátumok, 288
  - videóformátumok, 277
- barázda, 230
- báziskép, 196
- becslés, 45
- befutó blokk, 243, 300
- BER, 35, 50
- betöltő CD, 300
- bevezetés, 32, 62, 74, 199, 229, 300
- bibliográf állománynév, 128, 156
- bitmélység, 300
- bitsebesség-vezérlés, 208
- bitstream, 57
- biztonsági mentés, 223, 241
- BLER, 35, 301
- blokk logikai száma, 72, 309
- buboréktechnológia, 233
- buffer underrun l. puffer alulcsordulás
- burst átviteli sebesség, 301
  
- caddy, 83, 270, 301
- CAV (Constant Angular Velocity) l. állandó szögsebesség
- CBR (Constant Bit Rate) l. állandó bitsebesség
- CCIR 601, 210
- CD adagoló, 83, 307
- CD-DA l. digitális audió CD
- CD-E l. CD-RW
- CD-Extra, 193, 301
- CD+G, 65
- CD-I, 182
  - felépítés, 183
  - hangtárolás, 185
  - képtárolás, 186
- CD-I híd, 192
- CD-I Ready, 191
- „C” könyv (DVD-Audio), 293
- CD+MIDI, 66
- CD-MO, 223
  - adathordozó, 225
- CD Plus l. CD-Extra
- CD-R, 228
  - adathordozó, 228
  - gyártás, 235
  - írási technológiák, 233
  - kapacitás, 232
  - lemezfelépítés, 229
  - több szekció, 231
  - írási módszerek, 238
  - meghajtó, 236
- CD-ROM, 69
  - adathordozó, 70
  - alcsatornák, 73
  - CD-ROM/XA, 78
  - hibajavítás 2. szint, 74
  - kevert módú lemez, 77
  - hibakeresés, karbantartás, 169
  - kérdések és válaszok, 177

- logikai felépítés, 99
- ISO 9660, 99
- ISO 9660/DOS és Windows, 102
- meghajtó, 81
- elektronika, 93
- interfész, 94
- mechanikus felépítés, 82
- optikai rendszer, 85
- sebesség, 91
- programozás, 115
- ATAPI, 131
- eszközmeghajtó program, 115
- MSCDEX.EXE, 126
- programpéldák, 149
- telepítés, 160
- eszközmeghajtó program, 165
- MSCDEX.EXE, 166
- CD-ROM/XA, 78
- CD-ROM/XA formátumú lemezek, 182
  - CD-Extra, 193, 301
  - CD-I híd, 192
  - CD-I Ready, 191
  - CD-I, 182
  - DVI, 215
  - kérdések és válaszok, 221
  - Laserdisc, 212
  - Photo CD, 194
  - Video CD, 216
- CD-RTOS, 182, 188
- CD-RW, 245
  - fázisváltozás, 246
  - festék-polimer, 247
- CD TEXT, 67
- CD-V, 212, 303
- CD váltó, 64
- CD-Video, 212, 303
- CD-WO 1. CD-R
- CDTV, 67, 303
- CGMS, 286
- cianin, 234
- címmező, 32
- CIRC, 35, 72, 75, 303
- CLUT, 187
- CLV (Constant Linear Velocity)
  - 1. állandó kerületi sebesség
- CMP, 303
- CMYK, 195
- COLD technológia, 303
- CONFIG.SYS, 115, 162, 168, 310
- CRCC, 30, 75, 303
- Cue Sheet 1. szimbólumjel-lap,
- Curie pont, 224
- csatoló blokk, 243
- csatornabit, 20, 29, 76, 261, 303
- csomagírás, 243, 303
- csoportos hiba, 34, 260
- CSS (Content Scrambling System)
  - 1. tartalomtitkosító rendszer
- D/A-átalakító 1. digitális/ analóg
  - átalakító
- DAT, 304
- Data Discman, 304
- decimáló szűrő, 47
- Digital Versatile Disc 1. DVD
- Digital Video Disc 1. DVD
- digitális/analóg átalakító, 48, 52
  - kevés-bites, 56
  - impulzussűrűség modulációs, 57
  - impulzusszélesség modulációs, 58
  - több-bites, 52
  - ellenálláslétra, 54

- kettős meredekségű integráló, 54
- súlyozott ellenállások, 54
- digitális audió CD (CD-DA), 16
  - adathordozó, 18
  - előállítása, 22
  - információ kódolása, 25
  - digitális hangrögzítés, 37
  - digitális hangvisszaadás, 48
  - olvasó, 61
  - továbbfejlesztések, 64
  - CD+G, 65
  - CD TEXT, 67
- digitális felbontás, 42
- digitális hangrögzítés, 37
  - dither, 43
  - egyéb kódolási technikák, 45
  - hamis jelek, 40
  - mintavételezés és kvantálás, 41
  - túlmintavételezés, 44
- digitális hangkinyerés, 304
- digitális hangvisszaadás, 48
  - digitális/analóg átalakító, 51
  - időalap korrekció, 60
  - kimeneti mintavételezés és szűrés, 58
  - olvasási folyamat, 48
- digitális színház rendszer, 215, 291
- digitális szűrő, 55
- digitális videóalapok, 201
  - képkockák megjelenítési sebessége, 203
  - színelbontás, 203
  - térbeli felbontás, 204
  - tömöríteni kell, 205
- Disc-at-Once l. lemez egyszerre
- dither, 43
- Divx, 297
- d-karakterek, 101, 304
- „D” könyv (DVD-R), 294
- Dolby AC-3 l. AC-3
- Dolby Digital, 274, 288
- Dolby Surround, 276, 288
- DOS funkcióhívás, 119
- DPCM (Differential PCM)
  - 1. különbségi PCM
- DRAW, 304
- DSD (Direct Stream Digital) l. közvetlen digitális adatfolyam
- DTS (Digital Theater System)
  - 1. digitális színház rendszer
- dupla érzékenységű CD, 304
- DVD, 251
  - adathordozó, 254
  - adatformátum, 259
  - szektorformátum, 259
  - hibajavítás, 260
  - 8/16 moduláció, 261
  - DVD10, 257
  - DVD17, 258
  - DVD5, 256
  - DVD9, 256
  - ISO 9660/mikro UDF, 262
  - Microsoft, 265
  - fórum, 254
  - kérdések és válaszok, 296
  - könyvek, 269
  - meghajtó, 265
- DVD-Audio, 293
- DVD+RW, 296
- DVI (Digital Video Interactive), 215
- DVD-R, 294
- DVD-RAM, 294

- DVD-ROM, 270
- DVD-Video, 273
- DVD videóformátumok, 277
- állókép-rész-kép-VBI, 280
  - interaktivitás, 283
  - képméretarány, 281
  - korhatárvezérlés, 283
  - körzeti kódok, 284
  - másolás elleni védelem, 285
  - MPEG-2 video, 279
  - NTSC/PAL, 278
- DYUV 4:2:2, 187
- DYUV+QHY, 187
- dye-polimer l. festékpolymer technológia
- EAN l. UPC
- Easy-CD, 239
- ECC (Error Correction Code) l. hibajavító kód
- ECMA 167, 262
- ECMA 168, 244
- EDC (Error Detection Code) l. hibaérzékelő kód
- EFM, 27, 49, 70, 305
- EFM+, 261, 305
- egybeszerkesztő, 239
- egyedi hiba, 34
- egysugaras letapogatás, 99
- „E” könyv (DVD-RAM), 294
- El Torito, 103, 300
- ellenálláslétra, 54
- előköz, 305
- elsődleges kötetleíró, 105
- endian
- kis, 104
  - nagy, 104
- érzékelő diódák, 49, 85, 214, 236
- eszközmeghajtó program, 115, 165
- Faraday-hatás, 224
- fázisváltós technológia, 233, 246, 295, 314
- Fehér Könyv, 15, 216, 305
- fehér zaj, 43
- fejlécmező, 71, 79, 184, 259, 305
- fénytörés, 21, 308
- festékpolymer technológia, 233
- még
- finalization, 242
- finalizing, 238
- fiú lemez, 24
- FMV (Full-Motion Video) l. mozgóképes videó
- fókuszálás, 20, 81, 88, 267
- Frankfurt Proposal l. Frankfurti Javaslat
- Frankfurti Csoport, 244
- Javaslat, 244
- ftalocianin, 234
- futási hossz, 26, 187, 305
- függőleges kioltási időköz, 281
- glitch, 58
- GOP (Group of Pictures) l. képcsoport gyártófüggő meghajtó interfész, 94
- hamis jelek, 40
- hangformátumok, 288
- Dolby Digital, 288
  - DTS, 291
  - LPCM, 291



- MPEG-2 audió, 290
- SDDS, 291
- háromsugaras letapogatás, 89
- hdCD, 252
- HDTV, 186, 196
- HFS, 100, 306
- hibaérzékelő kód, 72, 80, 184, 304
- hibajavítás, 33, 35, 50, 74, 260
  - 1. szint, 33
  - 2. szint, 74
  - DVD, 260
- hibajavító kód, 72, 80, 184, 304
- hibrid, 102, 231, 306
- híd lemez, 192. 217, 302
- High Sierra csoport (HSG), 99
- High Sierra formátum (HSF), 99, 158, 306
- holografikus lencse, 266
- Hollywood Advisory Group, 251
- hőmérséklet kalibráció, 250, 306
  
- I (intra) kép, 211
- ID (Identification Data) l. azonosító adat
- ID hibajavító, 259, 306
- IEC (ID Error Correction) l. ID hibajavító
- időalap korrekció, 60
- időzítési hiba, 60
- impulzusszélesség moduláció, 58 (PWM, Pulse Width Modulation)
- impulzussűrűség moduláció, 57
- információ kódolása, 25
  - alacsony szintű kódolás, 26
  - alcsatornák, 30
  - hibajavítás, 33
- IEC 908, 35
- igény érzékelés parancs, 148
- igénybejelentő fejléc, 117
- ikerlencsés aktuátor, 267
- Image Pac, 196
- Implementation Levels ld. megvalósítási szintek
- impulzus-amplitúdó moduláció, 58
- impulzus-kódmoduláció, 38, 47
- INT 21h, 120, 125
- INT 2Fh, 127
- interaktivitás, 183, 283
- Interchange Levels l. kicserélési szintek
- interferencia, 21, 87
- interfész időzítés, 60
- IOCTL, 119
  - bevitel, 120
  - kivitel, 125
- írási módszerek, 238
  - lemez egyszerre, 238
  - sáv egyszerre, 240
  - többszekciós, 241
  - növekményes, 243
  - sáv, 242
- írási technológiák, 233
  - buborék technológia, 233
  - fázisváltós technológia, 233
  - festékpolymer technológia, 233
  - lyuk technológia, 233
  - mintázatváltás technológia, 233
- írás röptében, 239
- írható CD, 222
  - CD-MO, 223
  - CD-R, 228
  - CD-RW, 245

- kérdések és válaszok, 248
- íróáram hitelesítő terület, 229
- ISO 13346, 263
- ISO 13490, 102, 244, 307
- ISO 9660, 99
  - bővítések, 100
  - DOS és Windows, 103
  - formátum, 306
  - kép, 307
  - kicserélési szintek, 101, 307
  - megvalósítási szintek, 101, 307
  - mikro UDF, 262
  - szerkezetek, 104
- ISO/IEC 10149, 70
- ISO/IEC 11172, 209
- ISO/IEC 13818, 212, 268
- ISRC, 32, 74, 307
  
- jitter l. időzítési hiba
- jogvédelmi állománynév, 128, 156
- Joliet, 101, 307
- JPEG, 208, 307
- jukebox l. CD adagoló
  
- kanji, 103
- karaoke, 66, 216, 274, 288
- Kék Könyv, 15, 193, 307
- képcsoport, 211, 264, 279
- képméretarány, 195, 252, 281
- keresztyszövés, 35
- Kerr hatás, 224, 309
- kettős fázisváltás, 246
- kettős fénytörés, 308
- kevert módú lemez, 77
- kevés-bites D/A átalakító, 56
- kicserélési szintek, 101, 307
- kifutó blokk, 243, 300
- kiterjesztés, 78, 126, 161, 308
- kiterjesztett attribútumú rekordok, 114
- kivezetés, 32, 62, 74, 199, 229, 308
- korhatár vezérlés, 283
- környezeti hangtér, 288, 290
- kötteleíró, 105, 130, 308
- kötteleíró-készlet lezárás, 105
- közvetlen digitális adatfolyam, 293
- kristályos állapot, 246
- kvantálás, 41
  - jel/zaj viszony, 42, 53
- különbségi PCM, 46
  
- land, 19, 26
- Laserdisc, 212
  - EP, 214
  - LP, 214
  - Single, 214
- látszólagos kép, 239
- LBN (Logical Block Number) l. blokk
  - logikai száma
- lead-in l. bevezetés
- lead-out l. kivezetés
- lemez egyszerre, 238
- lemez kezelése, 170
- lemeztálca, 83
- letterbox l. levélszekrény
- levélszekrény, 281
- LFE (Low Frequency Effects) l. alacsony
  - frekvenciás hatások
- lineáris impulzuskód moduláció, 274, 291
- linearitási hiba, 52
- LPCM l. lineáris impulzuskód moduláció

- lyuk technológia, 233
- Macrovision 7.0, 285
- MASH, 58
- másolás elleni védelem, 198, 268, 285
- mastering l. mesterlemez készítése
- médiaelemek összeállítása, 309
- meghajtóelektronika, 82, 93, 171
  - interfész, 94, 152
- megszakítási rutin, 117, 126
- megvalósítási szintek, 101, 307
- mesterlemez készítése, 24, 309
- mikro UDF, 262, 273,
- MiniDisc, 309
- mintavételezés
  - időzítés, 60
  - frekvencia, 44, 54
- mintázatváltás technológia, 233
- MMCD, 252
- mód érzékelés parancs, 144
- mozgóképes videó, 188
- MPC, 92, 180, 310
- MPEG-1, 209
  - hang, 209
  - videó, 210
  - fejlesztés, 212
  - tömörítés, 210
- MPEG-2
  - audió, 290
  - videó, 279
- MSCDEX.EXE, 126, 166
- multisession l. több szekció
- Multivolume Multisession, 241
- mux\_rate, 268, 310
- növekményes írás, 243
- Narancs Könyv, 13, 222, 310
  - I. fejezet, 222
  - II. fejezet, 223
  - III. fejezet, 223
- navigációs adatok, 263
- NTSC, 186, 203, 278
- nullátmenet torzítás, 53
- numerikus apertúra, 21, 252
- nyers állomány, 310
- nyomólemez készítése, 23
- Nyquist frekvencia, 37
- on-the-fly l. írás röptében
- OPC (Optimum Power Calibration)
  - l. optimális íróteljesítmény, 230, 311
- optikai rendszer, 21, 85, 267
  - fókuszállás, 88
  - sávkövetés, 88
- optimális íróteljesítmény, 230, 311
- oversampling l. túlmintavételezés
- összekötő bit, 28, 261
- P (predicted) kép, 211
- PAL, 186, 203, 278
- PAM (Pulse Amplitude Modulation)
  - l. impulzus-amplitúdó moduláció
- pan/scan, 281
- parental control l. korhatár vezérlés
- PCA (Power Calibration Area) l. íróáram hitelesítő terület
- PCD l. Image Pac
- PCM (Pulse Code Modulation) l. impulzus-kódmoduláció
- PDM (Pulse- Density Modulation)
  - l. impulzussűrűség moduláció

- phase change dual l. kettős fázisváltás  
 Photo CD, 194
  - formátumok, 197
  - Catalog, 200
  - Master, 197, 199
  - Medical, 200
  - Portfolio II, 199
  - képtárolás, 195
  - olvasás, 199
 pit, 19, 26  
 Play-Station, 311  
 PMA (Program Memory Area) l. programmemória-területet  
 polikarbonát hordozó, 25, 225  
 predikció l. becslés  
 pregroove l. barázda  
 premastering l. adatok előkészítése  
 prezentációs adatok, 263  
 programmemória-területet, 229, 311  
 program példák, 149
  - audió, 157
  - CD-ROM lekérdezése, 151
  - lemez tartalomjegyzék táblák, 156
  - lemezkapacitás, 155
  - meghajtó interfész, 152
  - MSCDEX lekérdezése, 150
 program tartomány, 18, 63  
 programlánc, 264, 284  
 puffer alulcsordulás, 239, 248, 311  
 PWM (Pulse Width Modulation) impulzusszélesség moduláció  
 Rainbow l. CD-Extra  
 Raw file l. nyers állomány  
 real image l. valós kép  
 Reed-Solomon, 35, 75, 260  
 Reed-Solomon együttes kód, 260  
 rendszer tartomány, 229  
 részkép átlapolás, 280  
 RGB 5:5:5, 187  
 RIFF, 311  
 RLE, 187, 305  
 Rock Ridge bővítés, 100  
 Rock Ridge Csoport, 312  
 Romeo, 312  
 RS-PC, 260  
 RPC, 260  
 run-In l. befutó blokk  
 run-Out l. kifutó blokk  
 Sárga Könyv, 11, 13, 69  
 sáv egyszerre, 240  
 sáv leíró blokk, 244  
 sáv több-szekció, 242  
 SCART, 191, 276  
 scramble l. spektrum terítés  
 SD Alliance, 252  
 SDCD (SuperDensity CD), 252  
 SDDS, 291  
 SDM l. szigma-delta moduláció, 48  
 Shannon és Nyquist tétel, 37  
 Sony dinamikus digitális surround, 291  
 soros generációs másolás, 286  
 spektrum terítés, 75  
 spektrum visszahajlás, 40  
 stratégiai rutin, 117  
 subpicture overlay l. részkép átlapolás  
 súlyozott ellenállások, 54  
 surround l. környezeti hangtér  
 S-Video, 276  
 szekció zárása, 313  
 széles kép, 281



- szervo, 83, 88, 94, 171  
 szigma-delta moduláció, 48  
 szimbólumjel-lap, 239, 313  
 színelbontás, 203  
 szinkron információ, 28
- tartalomjegyzék tábla, 31, 62, 128, 228, 240  
 tartalomtitkosító rendszer, 286  
 telepítés, 115, 117, 126, 150, 160  
 térbeli felbontás, 204  
 TOC l. tartalomjegyzék tábla  
 több- bites D/A-átalakító, 52  
 többszekció írás, 241  
 tömörítés képkockák között, 208  
 tömörítési arány, 207, 279  
 torzítás, 43, 52  
 Track at Once l. sáv egyszerre  
 Track Descriptor Block l. sávleíró blokk  
 Track Multisession l. sáv többszekció  
 tudakozás parancs, 143  
 túlmintavételezés, 44  
 tükrörfrekvencia, 54
- UDF (Universal Disc Format), 262, 313  
 Unicode, 68, 101, 263, 313  
 UPC (Universal Product Code), 32, 314  
 utóköz, 314  
 útvonaltábla, 105, 108  
 vacogás, 43  
 valós idő, 207  
 valós kép, 239  
 változó bitsebesség, 279, 290, 314  
 VBR (Variable Bit Rate) l. változó bitsebesség
- véletlen elérés módszer, 179  
 véletlen hiba, 34  
 VBI (Vertical Blanking Interval) l. függőleges kioltási időköz  
 veszteség, 207  
 vezérlés mező, 31  
 Video CD, 216  
 – Video CD 2.0 változat, 220  
 videó tárolás CD-n, 201  
 – digitális videóalapok, 201  
 – DVI, 215  
 – Laserdisc, 212  
 – MPEG tömörítés, 209  
 – tömörítés, 206  
 – bitsebesség, vezérlés, 208  
 – hardver szoftver, 208  
 – képkockák között, 208  
 – szimmetria, 207  
 – tömörítési arány, 207  
 – valós idő, 207  
 – veszteség, 207  
 – Video CD, 216  
 – kérdések és válaszok, 211  
 virtuális kép, 239, 314  
 virtual image l. virtuális kép  
 vonalkód, 32, 314  
 Vörös Könyv, 11, 13, 16
- Wave (.WAV), 314  
 widescreen l. széles kép  
 WORM l. CD-R
- zajcsökkentő rendszer, 214  
 Zöld Könyv, 11, 13, 182, 314

A CD-ROM megjelenése óta majdnem 15 év telt el, és ma már a CD-ROM meghajtó az alapkonfiguráció részévé vált. Mindennapi munkánkban rendszeresen használjuk a lemezeket, de ritkán gondolunk arra, hogy is működik az egész. A PC-műhely sorozat 5. kötete a kompaktlemez titkaiba igyekszik bevezetni az olvasót.

Röviden összefoglaljuk a CD-család fejlődését, a CD-készítés és -olvasás elméleti alapjait, majd az audió CD-lemezzel és -olvasóval foglalkozunk.

A központi téma a CD-ROM. Szó lesz a CD-ROM lemez és meghajtó felépítéséről, a logikai felépítésről és a lemezműveletek programozásáról. A programozás részben az ATAPI interfésszel, IOCTL és MSCDEX programozással foglalkozunk, melyeket assembly nyelvű minta programok követnek. Külön fejezetet szenteltünk a telepítésnek, hibakeresésnek és karbantartásnak

Tárgyaljuk a CD-ROM/XA formátumú lemezeket (CD-I, Photo CD, Laserdisc, DVI, Video CD), az írható CD-lemezeket, valamint a DVD-lemezeket is. A könyvet gazdag szójegyzék és forráslista teszi jól használhatóvá.

A könyv lemezmellékletén számos CD-ROM-meghajtó telepítéséhez használható program, továbbá teszt és diagnosztikai programok, illetve a programozás segédanyaga található.

Ára: 1990,- Ft

ISBN 963-545-142-3



9 789635 451425