# Operációs rendszerek

ELTE IK.

Dr. Illés Zoltán

# Miről beszéltünk korábban…

- Operációs rendszerek kialakulása
- Op. Rendszer fogalmak, struktúrák
- Fájlok, könyvtárak, fájlrendszerek
- Folyamatok
  - Folyamatok kommunikációja
  - Kritikus szekciók, szemaforok.
- Klasszikus IPC problémák
- Ütemezés

# Mi következik ma…

- Beviteli/ Kiviteli eszközök vezérlése
  - I/O eszköztípusok
  - Eszközök elérése
    - Megszakítás
    - DMA
    - I/O portok
- I/O programok alapelvei
- Erőforrás elérés problémái
  - Holtpontok
  - Alapelvek
  - Felismerés, megelőzés, elkerülés

# Input-Output eszközök

- Blokkos eszközök
  - Adott méretű blokkban tároljuk az információt.
  - Blokkméret 512 byte- 32768 byte között.
  - Egymástól függetlenül írhatók vagy olvashatók.
  - Blokkonként címezhető
  - Ilyen eszköz: HDD, CD, szalagos egység,stb
- Karakteres eszközök
  - Nem címezhető, csak jönnek-mennek sorban a „karakterek” (bájtok)
- Időzítő: kivétel, nem blokkos és nem karakteres

# I/O eszközök modellje

- Bár mindig van kivétel (timer), az op.rendszer eszköz független szoftvermodellje erre a blokkos-karakteres modellre épül.
  - Pl. A fájlrendszer absztrakt blokkos eszközökkel foglalkozik.
  - Szalagegység is blokkos, az N. blokk olvasása parancsnál, előbb visszateker, majd előre.
  - Az eszközfüggő részt az eszközmeghajtók (device driver) jelentik. (DDK)

# I/O eszközök sebessége

- Billentyűzet: 10 bájt/sec
- Egér: 100 bájt/sec
- 56k modem: 7kbájt/sec
- Szkenner: 400kbájt/sec
- 52xCD ROM: 8 MB/sec (1xCD, 150kb/sec)
- Firewire : 50 MB/sec
- USB2: 60 MB/sec
  - USB3 500 MB/sec (elméleti, 4.8GBPS)
- SATA: 200 MB/sec
- SCSI UW4: 320 MB/sec
- PCI sín: 528 MB/sec

# Eszközvezérlők

- Az I/O eszközt a számítógéphez (rendszer busz-hoz) kapcsoló elem az eszközvezérlő, vagy adapter.
  - Video vezérlő
  - Soros-párhuzamos vezérlő
  - USB vezérlő
  - HDD vezérlő
    - IDE, SATA, SCSI
- Nagy gépek esetén az I/O speciális I/O gépekkel van megvalósítva.
- CPU-eszközvezérlő kommunikációja
  - Memórialeképezésű I/O, Megszakítás, DMA

# I/O kapu,memórialeképezésű I/O

- A CPU külvilág felé kétféle adatcserét ismer
  - I/O kapuk írása olvasása
    - IN regiszter, port ; A port (8 vagy 16 bites szám)<br>; adatának regiszterbe olvasása
    - OUT port, regiszter ; A regiszter kiírása a portra.
  - Az I/O eszköz regiszterei, adatterülete a memória egy részén helyezkedik el.
- Létezhet olyan környezet, ahol
  - Csak I/O kapukat használnak. (IBM 360)
  - Csak memóriában vannak az I/O kapuk (PDP-11)
    - Memórialeképezésű I/O
  - Vegyes (Intel x86, Pentium)

# Megszakítások I.

- Interrupt – fogalma az I/O eszközökhöz kötődik!
  - Ha egy I/O eszköz „adatközlésre kész”, ezt egy megszakításkéréssel jelzi!
- Szoftveres vs. Hardveres megszakítás
  - Szoftveres: gépi kódú utasítás (int x) végzi, multitask esetén „trap-nak” (csapda) hívják!
- Megszakításnak száma van!
  - Megszakítás vektor (valós mód, 0 címtől)
  - Megszakítás kiszolgáló rutin.
  - INTR, NMI

# Megszakítások kezelése

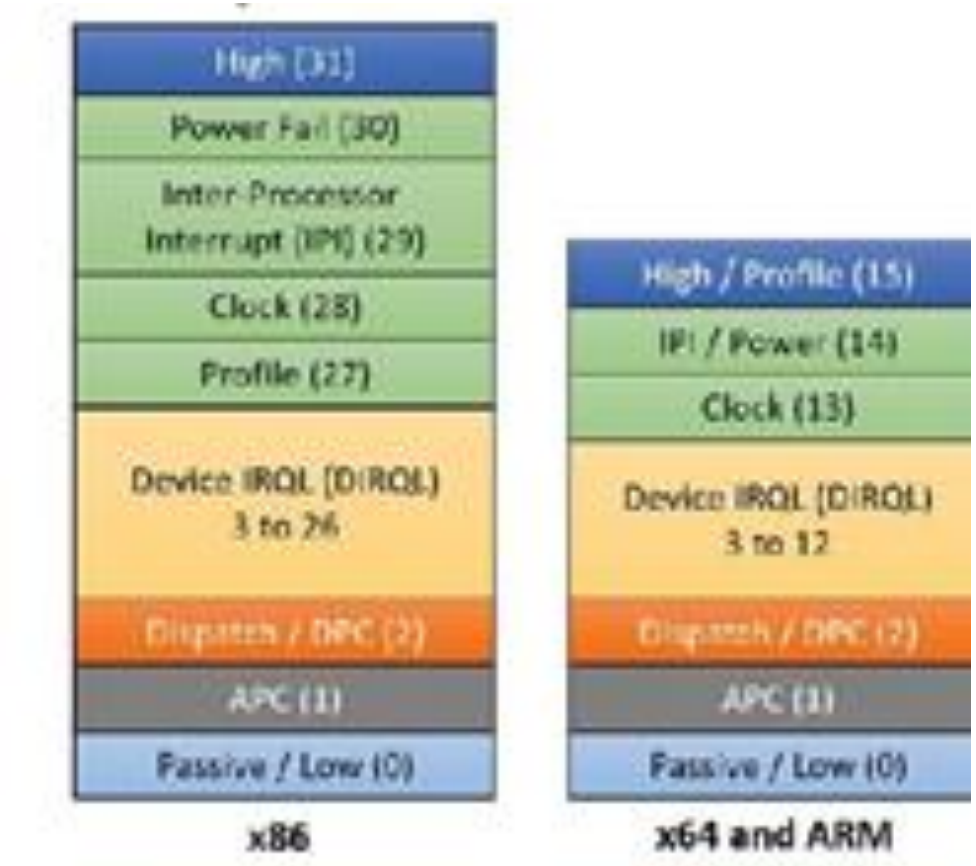
- Általában az eszközöknek van állapotbitjük (egy porton elérhető bit), jelezve, hogy az adat készen van.
  - Ezt lehet figyelni, nem az igazi.
  - Tevékeny várakozás ez is, nem hatékony, ritkán használt.
- Megszakítás kezelés folyamata (IRQ)
  - A HW eszköz jelzi a megszakítás igényt(INTR)
  - CPU egy következő utasítás végrehajtás előtt, a tevékenységét megszakítja! (Precíz, imprecíz)
  - A kért sorszámú kiszolgáló végrehajtása.
    - A kívánt adat beolvasása, a szorosan hozzátartozó tevékenység elvégzése.
  - Visszatérés a megszakítás előtti állapothoz.

# Megszakítások prioritása

- INTR – maszkolható, NMI nem maszkolható
  - INTR megszakítás prioritások
    - Megszakítás közben érkező hasonló vagy alacsonyabb prioritású kérés várakozik!
  - NMI – csak egy kiszolgálás, legnagyobb prioritás
- PC világban 15 különböző interrupt
  - 2x8 csatornás vezérlő
  - Kézi adapter IRQ állítás korábban, jumper-rel, sw-el
  - BIOS automatikus megszakítás hozzárendelés (Plug&Play)

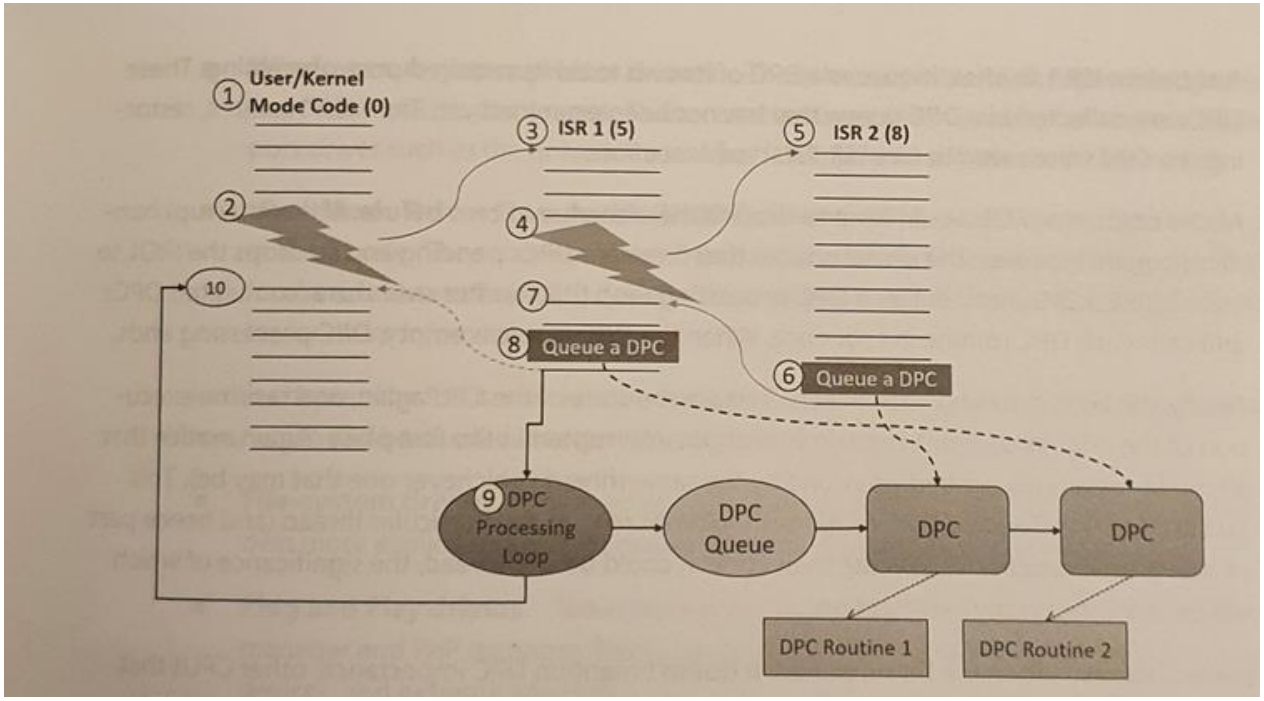
# Megszakítás prioritások-folyamatok

- IRQL- Interrupt Request Level
  - Minden CPU tartalmaz egy regisztert ami az aktuális IRQL értéket tartalmazza.
  - Egy folyamat prioritása nem azonos az IRQL értékkel.
  - A 0 szint a folyamatok IRQL szintje (kernel,user folyamatok is)



# Megszakítások feldolgozása

- A példán egy 5-ös szintű megszakítást egy 8-as megszakít!
  - DPC –Deferred Procedure Call, IRQL=2



# Közvetlen memória elérés (DMA)

- Direct Memory Access
  - Tartalmaz: Memória cím regisztert, átvitel irány jelzésre, mennyiségre,vezérlésre regisztert
  - Ezeket szabályos in, out portokon lehet elérni.
- Működés jellemző lépései:
  1. CPU beállítja a DMA vezérlőt. (Regisztereket.)
  2. A DMA a lemezvezérlőt kéri a megadott műveletre.
  3. Miután a lemezvezérlő beolvasta a pufferébe, a rendszersínen keresztül a memóriába(ból) írja, olvassa az adatot.
  4. Lemezvezérlő nyugtázza, hogy kész a kérés teljesítése.
  5. DMA megszakítással jelzi, befejezte a műveletet.

# I/O szoftver célok I.

- Eszközfüggetlenség
  - Ugyanaz a kód, parancs legyen képes pl. fájlt olvasni HDD-ről, CD-ről stb.
  - Egységes névhasználat, a név mint paraméter jelenti (eltakarja) a valódi eszközt.
  - Logikai csatolás (mount)
    - Unix: Floppy csatolva a /home/fdd könyvtárhoz
    - Windows: Floppy csatolva az a: névhez
- Hibakezelés
  - Hardver közeli szinten kell(ene) kezelni
  - Az esetek többségében itt elvégezhető, magasabb szintre csak „fatális” hiba esetén kerüljön a kezelés.

# I/O szoftver célok II.

- Szinkron (blokkolásos), aszinkron (megszakításos) átviteli mód támogatása.
  - Szinkron módban könnyebb írni a felhasználói programokat.
  - Kell támogatnia az op. Rendszernek az aszinkron mód használatot is.
- Pufferezés
  - Mindenki használja, billentyű puffer stb.
- Eszközök megosztott, vagy egyedi használat
  - Lemezt egyszerre több folyamat is tudja használni.
  - Egyedi (monopol) használatú pl. a szalagegység, CD író.
- DDK- Device Driver Kit

# I/O szoftverrendszer felépítése

- Réteges szerkezet
  - Tipikusan 4 rétegbe van szervezve.
- Hardver eszköz
  1. Megszakítás kezelő réteg
     - Legalsó kernel szinten kezelt.
     - Szemafor blokkolással védve a kritikus (egész?) rész.
  2. Eszközmeghajtó programok
  3. Eszköz független operációs rendszer program
  4. Felhasználói I/O eszközt használó program

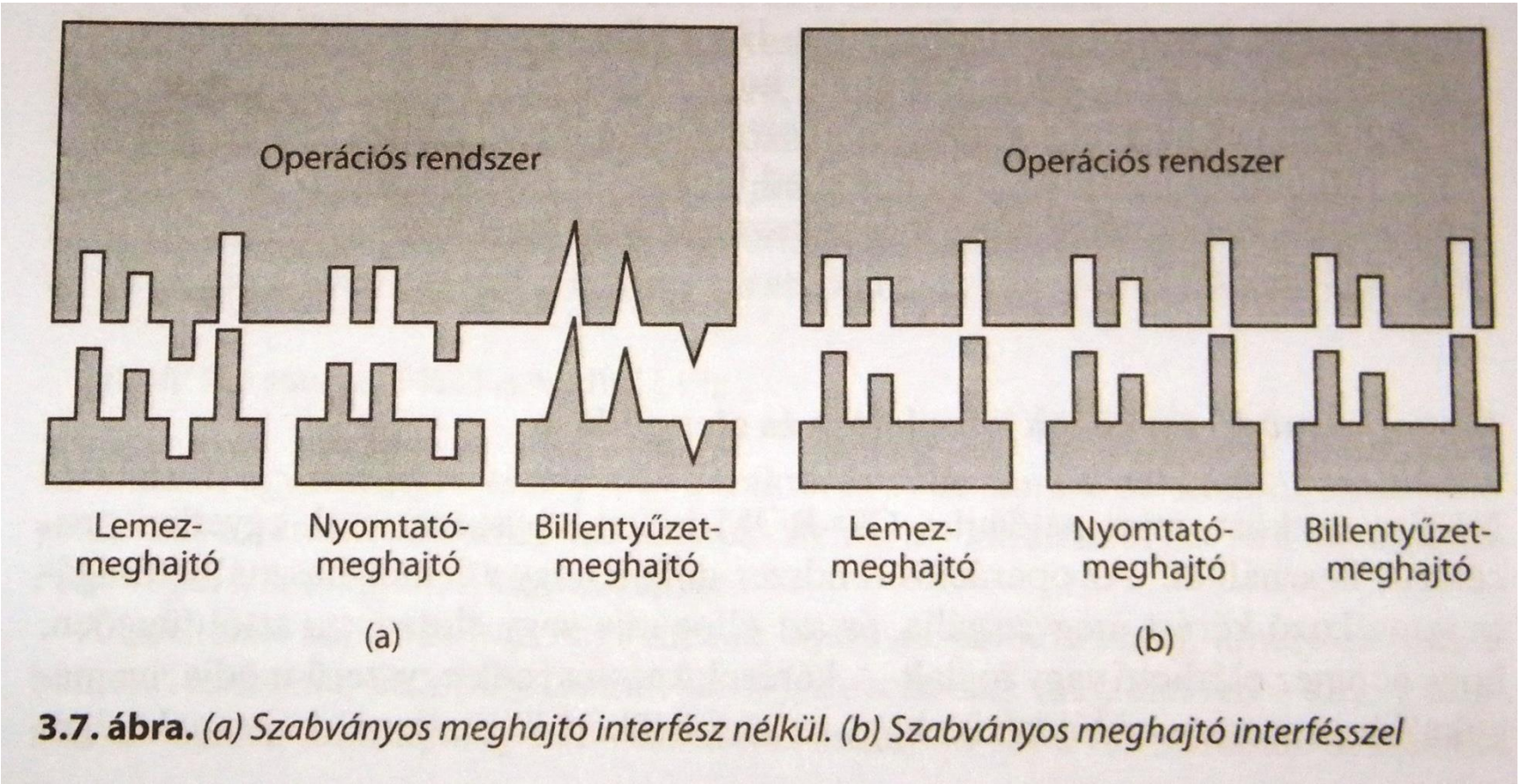
# Eszközmeghajtó programok

- Eszköz specifikus kód – eszközmeghajtó program (driver)
- Ez pontosan ismeri az eszköz jellemzőit
  - Egérmegható megmondja az elmozdulást, melyik gombot nyomták meg.
  - Lemezmeghajtó ismeri a fejek mozgatását, beállítását adott sávhoz, szektorhoz.
  - Stb.
- Feladata a felette lévő szintről érkező absztrakt kérések kiszolgálása
  - Egyszerűbb eszközök, egy időben egy kérés
  - Intelligensebbek, kérések sorát fogadhatja (scsi)
- Kezeli az eszközt I/O portokon, megszakítás kezelésen keresztül.
- Blokkos – karakteres eszközök

# Eszköz független I/O program feladata I.

- Egységes, szabványos kapcsolódási felület biztosítása.
  - Azonos elnevezések, hívási konvenciók.
  - I/O eszközök szimbolikus neveinek valós meghajtókhoz kapcsolása.
    - Főeszköz szám : a meghajtóra utaló azonosító
    - Mellékeszköz szám: + paraméter, pl. írás-olvasás jelzésre
  - I/O eszköz védelme
    - Fájlrendszerszerű jogosultságok alkalmazása.

# Egységes felület illusztráció.




**3.7. ábra.** *(a) Szabványos meghajtó interfész nélkül. (b) Szabványos meghajtó interfésszel*

# Eszköz független I/O program feladatai II.

- Pufferezés, hasonlóan az adapterekhez, általános elv, a felhasználó független az eszköz független I/O programtól. (Gyorsabban ír a pufferbe mint az „eszközbe”.)
- Hibakezelés
- Monopol módú eszközök lefoglalása, elengedése
- Eszköz független blokkméret kialakítása.
  - Lemezek logikai blokkmérete

# Felhasználói I/O programok

- Könyvtári I/O eljárások 2 kategóriája
  - Továbbítja a paramétereket a rendszerhívás számára
    - N=write(fd, buffer, db);
  - Tényleges feladatot (is) végeznek, majd rendszerhívás
    - printf(„%d almafa”, n);
- Háttértárolás (spooling)
  - Monopol eszközök kezelési módja (nyomtató)
  - Speciális folyamatok kezelik a háttértár, spooling könyvtárakat. Démonok.

# Monopol módú erőforrások használata

- Láttuk korábban, ezek az I/O eszközök egyik fontos csoportja.
- De ilyen a rendszer belső táblázat (pl folyamat tábla) kezelése is.
- Egy időben csak egy folyamat használhatja.
  - Pl: „Párhuzamosan” 2 fájlt nyomtatni nem az igazi.
- Nem csak monopol I/O eszköznél fordulhat elő versenyhelyzet
  - Egyszerű memória rekesznél is, de jellemzően a monopol I/O eszközökhöz kötődik.
- Tipikus helyzet: két folyamat ugyanarra vár.
  - Két udvarias ember a lift előtt…lift elmegy ők maradnak…

# Holtpont (deadlock)

- Két vagy több folyamat egy erőforrás megszerzése során olyan helyzetbe kerül, hogy egymást blokkolják a további végrehajtásban.
  - Pontos definíció: Folyamatokból álló halmaz holtpontban van, ha minden folyamat olyan eseményre vár, amit csak a halmaz egy másik folyamata okozhat.
- Nem csak az I/O eszközökhöz kötődik
  - Párhuzamos rendszerek
  - Adatbázisok
  - Stb.

# Holtpont feltételek

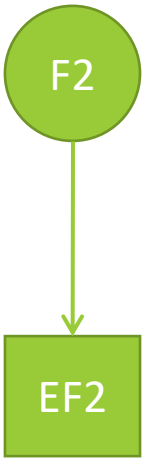
- Coffman E.G., szerint 4 feltétel szükséges a kialakuláshoz
  1. Kölcsönös kizárás feltétel. Minden erőforrás hozzá van rendelve 1 folyamathoz vagy szabad.
  2. Birtoklás és várakozás feltétel. Korábban kapott erőforrást birtokló folyamat kérhet újabbat.
  3. Megszakíthatatlanság feltétel. Nem lehet egy folyamattól elvenni az erőforrást, csak a folyamat engedheti el.
  4. Ciklikus várakozás feltétel. Két vagy több folyamatlánc kialakulása, amiben minden folyamat olyan erőforrásra vár, amit egy másik tart fogva.

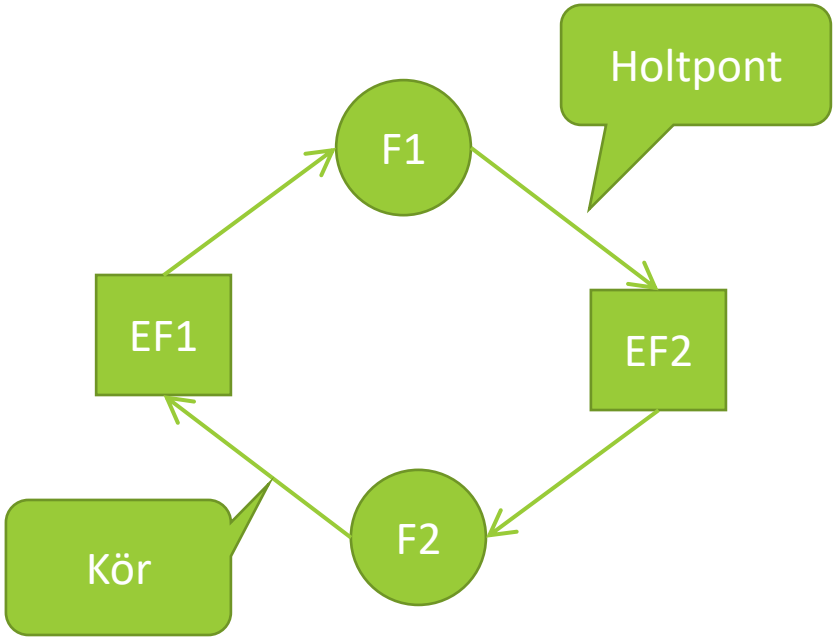
# Holtpont gráfmodellje

- Holtpont feltételek modellezése irányított gráfokkal (Holt, 1972)
  - Folyamat- kör
  - Erőforrás- négyzet
  - Ha az erőforrások, folyamatok irányított gráfjában kört találunk, ez holtpontot jelent.

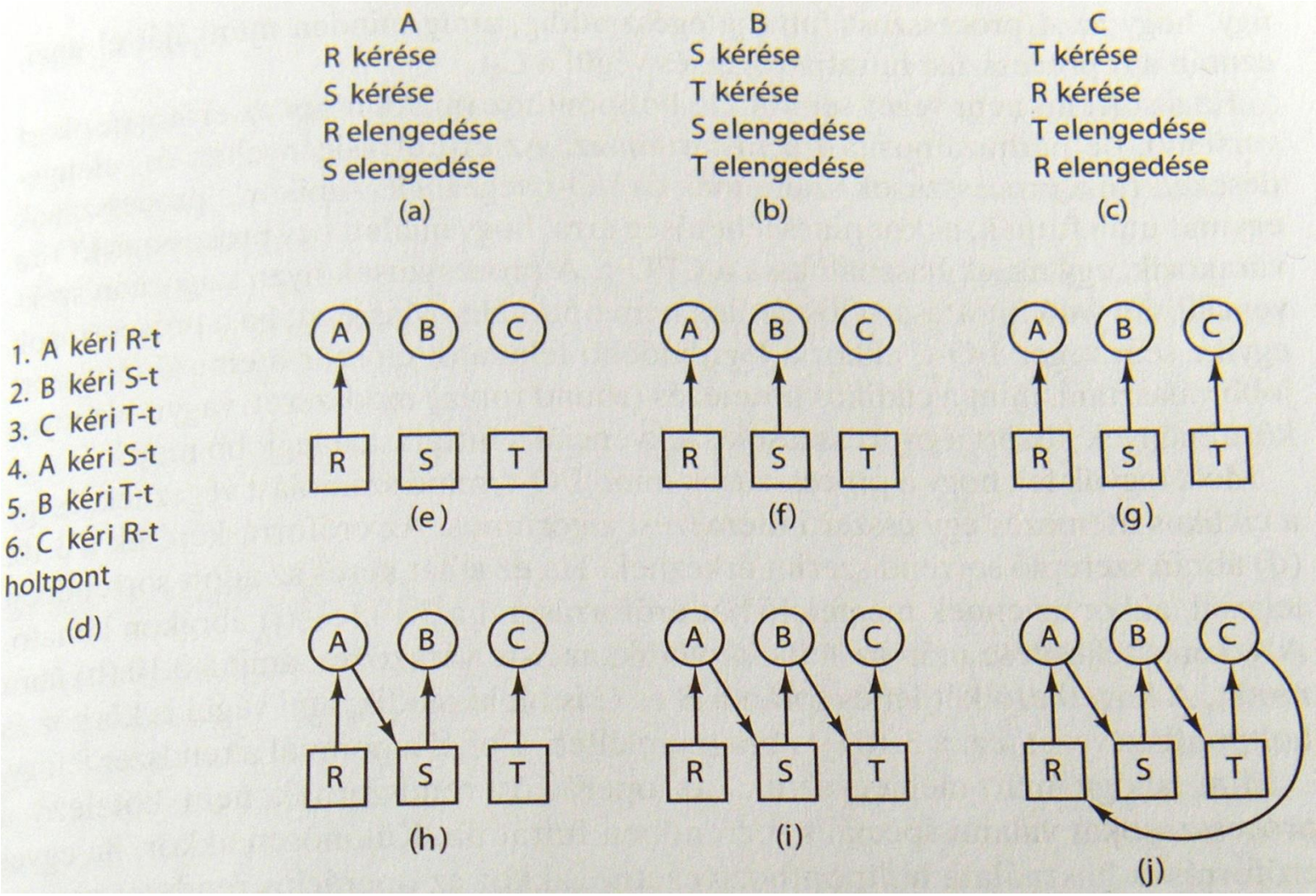
Erőforrás birtoklás


Erőforrás kérés



# Holtpont kialakulása, példa

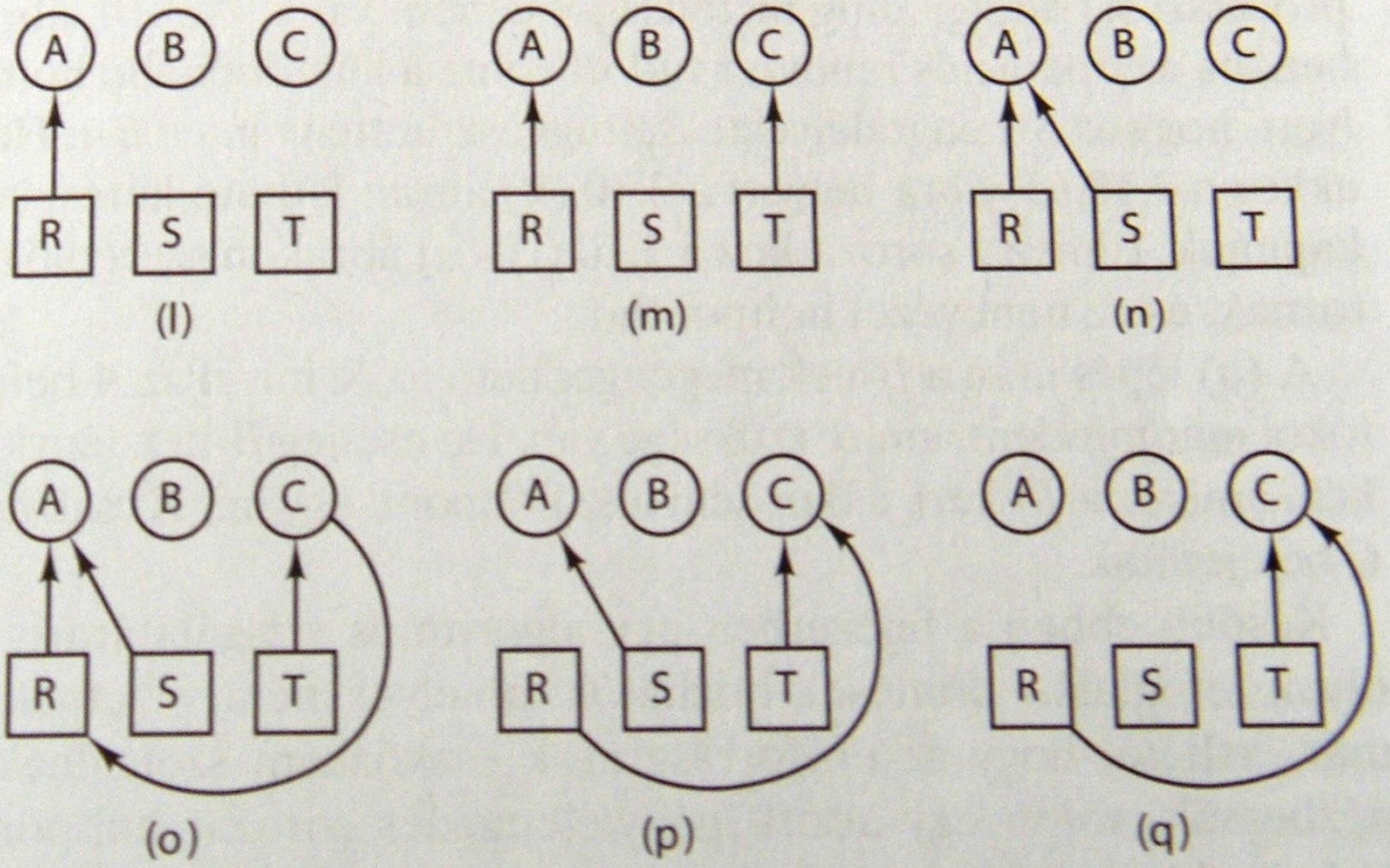


# Holtpont elkerülése, példa

1. A kéri R-t
2. C kéri T-t
3. A kéri S-t
4. C kéri R-t
5. A elengedi R-t
6. A elengedi S-t

nincs holtpont

(k)



# Holtpont stratégiák

1. A probléma figyelmen kívül hagyása.
   - Nem törődünk vele, nagy valószínűséggel Ő sem talál meg bennünket, ha mégis …
2. Felismerés és helyreállítás.
   - Engedjük a holtpontot megjelenni (kör), ezt észrevesszük és cselekszünk.
3. Megelőzés. A 4 szükséges feltétel egyikének meghiusítása.
4. Dinamikus elkerülés. Erőforrások foglalása csak „óvatosan”.

# 1. Probléma figyelmen kívül hagyása

- Ezt a módszert gyakran strucc algoritmus néven is ismerjük.
- Kérdés, mit is jelent ez, és milyen gyakori probléma?
- Vizsgálatok szerint a holtpont probléma és az egyéb (fordító,op.rendszer, hw, sw hiba) összeomlások aránya 1:250.
- A Unix, Windows világ is ezt a „módszert” használja.
  - Túl nagy az ár a várható haszonért cserébe.

# 2. Felismerés, helyreállítás

- Folyamatosan figyeljük az erőforrás igényeket, elengedéseket.
- Kezeljük az erőforrás gráfot folyamatosan.
  - Ha kör keletkezik, akkor egy körbeli folyamatot megszüntetünk.
- Másik módszer, nem foglalkozunk az erőforrás gráffal, ha x (fél óra?) ideje blokkolt egy folyamat, egyszerűen megszüntetjük.
  - Nagygépes rendszereknél ismert módszer.

# 3. Megelőzés

- A Coffman féle 4 feltétel valamelyikére mindig él egy megszorítás.
  - Kölcsönös kizárás. Ha egyetlen erőforrás soha nincs kizárólag 1 folyamathoz rendelve, akkor nincs holtpont se!
    - De ez nehézkes, míg pl. nyomtató használatnál a nyomtató démon megoldja a problémát, de ugyanitt a nyomtató puffer egy lemezterület, itt már kialakulhat holtpont.
  - Ha nem lehet olyan helyzet, hogy erőforrásokat birtokló folyamat további erőforrásra várjon, akkor szintén nincs holtpont. Ezt kétféle módon érhetjük el.
    - Előre kell tudni egy folyamat összes erőforrásigényét.
    - Ha erőforrást akar egy folyamat, először engedje el az összes birtokoltat.

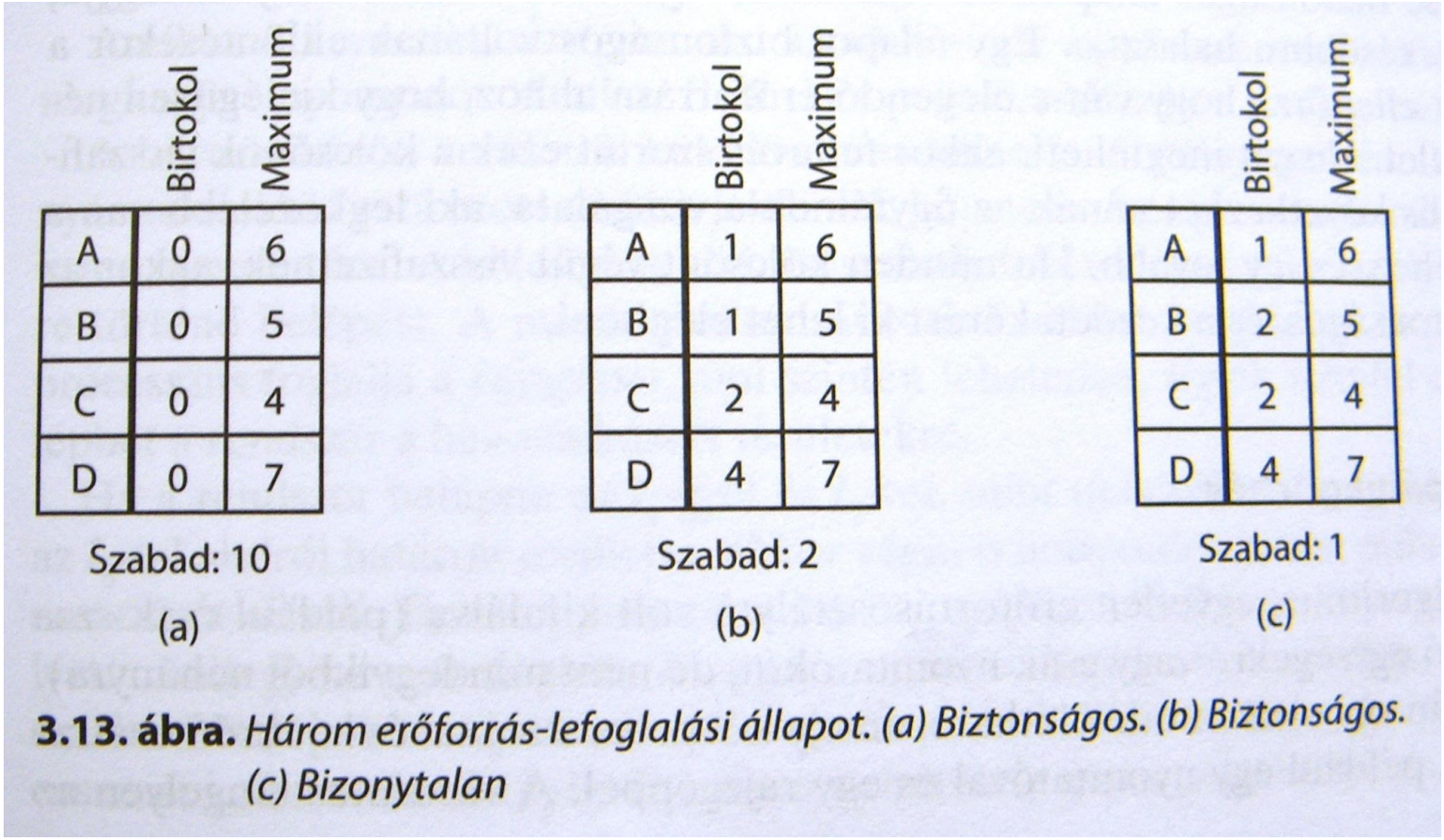
# 3. Megelőzés (folyt.)

- A Coffman féle harmadik feltétel a megszakíthatatlanság. Ennek elkerülése eléggé nehéz.
  - Nyomtatás közben nem szerencsés a nyomtatót másnak adni.
- Negyedik feltétel a ciklikus várakozás már könnyebben megszüntethető.
  - Egyszerű mód: Minden folyamat egyszerre csak 1 erőforrást birtokolhat.
  - Másik módszer: Sorszámozzuk az erőforrásokat, és a folyamatok csak ezen sorrendben kérhetik az erőforrásokat.
    - Ez jó elkerülési mód, csak megfelelő sorrend nincs!

# 4. Dinamikus elkerülés

- Van olyan módszer amivel elkerülhetjük a holtpontot?
  - Igen, ha bizonyos info (erőforrás) előre ismert.
- Bankár algoritmus (Dijkstra,1965)
  - Mint a kisvárosi bankár hitelezési gyakorlata.
- Biztonságos állapotok, olyan helyzetek, melyekből létezik olyan kezdődő állapotsorozat, melynek eredményeként mindegyik folyamat megkapja a kívánt erőforrásokat és befejeződik!
- A bankár algoritmus minden kérés megjelenésekor azt nézi, hogy a kérés teljesítése biztonságos állapothoz vezet-e?
  - Ha igen jóváhagyja, ha nem a kérést elhalasztja.
  - Eredetileg 1 erőforrásra tervezett.

# Bankár algoritmus mintaállapotok (Egy erőforrásra)



| | Birtokol | Maximum |
|---|---|---|
| A | 0 | 6 |
| B | 0 | 5 |
| C | 0 | 4 |
| D | 0 | 7 |

Szabad: 10

(a)

| | Birtokol | Maximum |
|---|---|---|
| A | 1 | 6 |
| B | 1 | 5 |
| C | 2 | 4 |
| D | 4 | 7 |

Szabad: 2

(b)

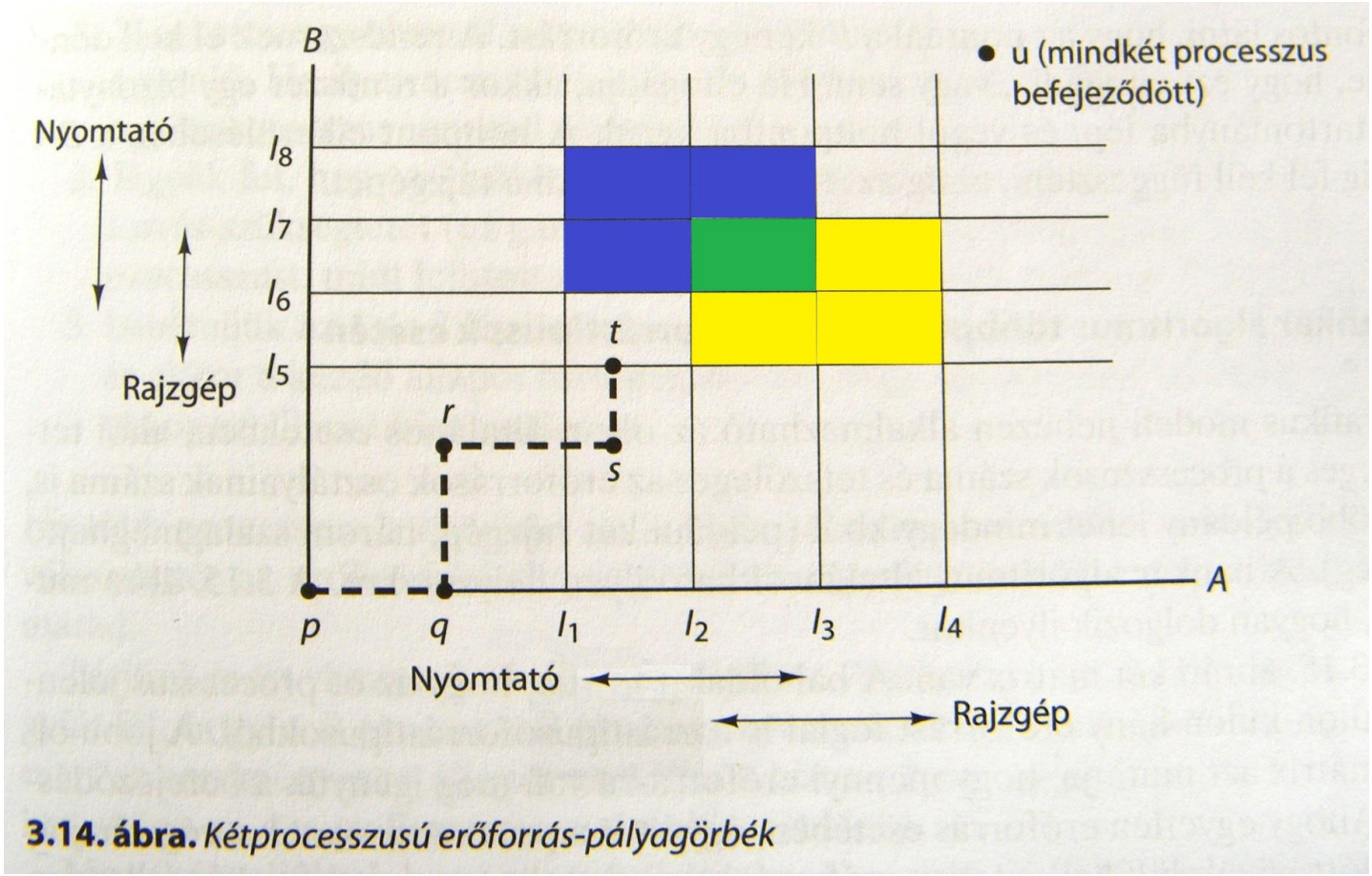
| | Birtokol | Maximum |
|---|---|---|
| A | 1 | 6 |
| B | 2 | 5 |
| C | 2 | 4 |
| D | 4 | 7 |

Szabad: 1

(c)

**3.13. ábra.** *Három erőforrás-lefoglalási állapot. (a) Biztonságos. (b) Biztonságos. (c) Bizonytalan*

# Két folyamat- erőforrás pályagörbe



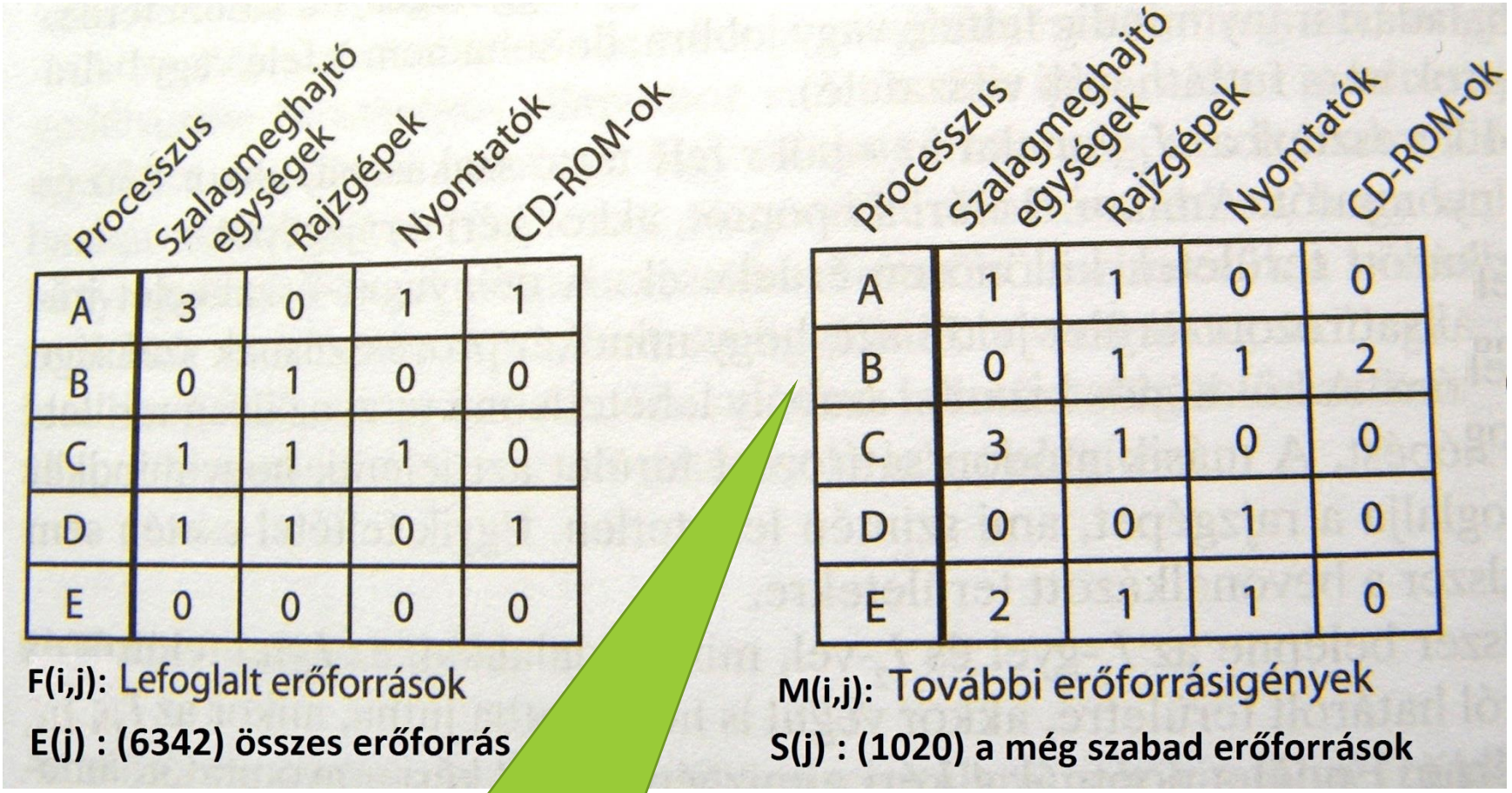

**3.14. ábra.** *Kétprocesszusú erőforrás-pályagörbék*

# Bankár algoritmus több erőforrás típus esetén

- Az 1 erőforrás elvet alkalmazzuk:
  - Jelölés: F(i,j) az i. folyamat j. erőforrás aktuális foglalása
  - M(i,j) az i. folyamat j. erőforrásra még fennálló igénye
  - E(j), a rendelkezésre álló összes erőforrás.
  - S(j), a rendelkezésre álló szabad erőforrás.

1. Keressünk i sort, hogy M(i,j)<=S(j), ha nincs ilyen akkor holtpont van, mert egy folyamat se tud végigfutni.
2. Az i. folyamat megkap mindent, lefut, majd az erőforrás foglalásait adjuk S(j)-hez
3. Ismételjük 1,2 pontokat míg vagy befejeződnek, vagy holtpontra jutnak.

# Több erőforrásos bankár példa



| Processzus | Szalagmeghajtó egységek | Rajzgépek | Nyomtatók | CD-ROM-ok |
|---|---|---|---|---|
| A | 3 | 0 | 1 | 1 |
| B | 0 | 1 | 0 | 0 |
| C | 1 | 1 | 1 | 0 |
| D | 1 | 1 | 0 | 1 |
| E | 0 | 0 | 0 | 0 |

**F(i,j):** Lefoglalt erőforrások

**E(j) : (6342) összes erőforrás**

| Processzus | Szalagmeghajtó egységek | Rajzgépek | Nyomtatók | CD-ROM-ok |
|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 1 | 0 | 0 |
| B | 0 | 1 | 1 | 2 |
| C | 3 | 1 | 0 | 0 |
| D | 0 | 0 | 1 | 0 |
| E | 2 | 1 | 1 | 0 |

**M(i,j):** További erőforrásigények

**S(j) : (1020) a még szabad erőforrások**

Kaphat B 1 nyomtatót, az még biztonságos állapot lesz. (D be tud fejeződni, utána A,E,C,B.)

# Bankár algoritmus összegzés

- A korábbi megelőzés is, meg ez az elkerülés is olyan információt kér (az erőforrás pontos igényeket, a folyamatok számát előre), ami nehezen megadható.
  - Folyamatok dinamikusan jönnek létre, erőforrások dinamikusan módosulnak.
- Ezért a gyakorlatban kevesen alkalmazzák.
- …

# Köszönöm a figyelmet!

zoltan.illes@elte.hu