

Miskolci Egyetem
Gépészmérnöki és Informatikai Kar
Alkalmazott Informatikai Tanszék

WW Virtuális vállalat
VE Virtual Enterprise

Rugalmas gyártórendszerek (FMS)
termelésprogramozása (ismétlés DTFSZTIR)

2013/14 1. félév

1. Előadás

Dr. Kulcsár Gyula

egyetemi docens



Miskolci Egyetem
Gépészmérnöki és Informatikai Kar
Alkalmazott Informatikai Tanszék

DTFSZTIR

**Diszkrét termelési folyamatok
számítógépes tervezése
és irányítása**

2012/13 2. félév

13. Előadás

Dr. Kulcsár Gyula
egyetemi docens



Rugalmas gyártórendszerek

Milyen gyártóberendezés-csoport tekinthető rugalmas gyártórendszernek?

Szemponatok:

- a **flexibilitás típusok** közül legalább egynek feleljen meg,
- az **automatizálás mértéke**, kiterjedtsége érjen el egy minimális szintet,
- a gyártandó **alkatrészfélések** elég széles skálájával rendelkezzen (kis- és középsorozat).

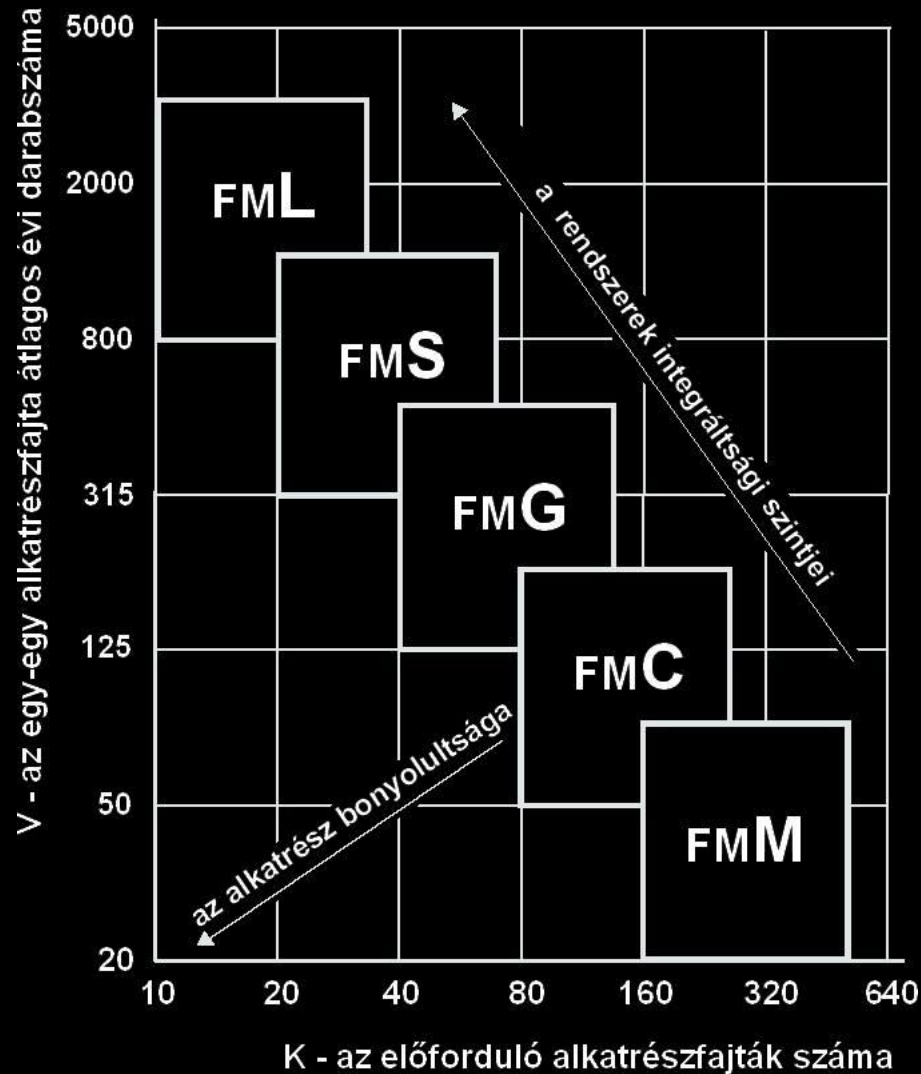
Flexibilitás típusok

Gép	Termék Gyártási folyamat Működési	Termelési
Technológiai útvonal	Volumen Kiterjeszt- hetőség	

Rugalmas gyártórendszerek komponensei

- Szerszámgépek
 - általános vagy speciális célú gépek
 - automatizáltság (pl:szerszámcsere stb.)
- Anyagmozgató és szállító rendszerek
 - felépítés, típus
 - funkció, működési mód
- Műveletközi tárolók
 - elhelyezés (központi, lokális, decentralizált)
 - tárolókapacitás
- Számítógépes irányítás
 - kommunikáció (hálózat) típusa
 - döntési rendszer (centralizált, elosztott)

FMS kategóriák (Kusiak)



Rugalmas gyártórendszerek termelésprogramozásának alapesetei

- Hagyományos gyártási környezetbe telepített FMS
 - egységesen *off-line* irányítás valósul meg
 - az FMS a befogadó műhely szerves részeként működik
 - osztoznak a gyártási feladatokon
 - *off-line* termelésprogramozás valósul meg
- Önmagában funkcionáló FMS
 - önálló műhelyhez hasonlóan készre gyárt munkadarab-sorozatokat
 - *on-line, real-time* irányítással rendelkezik
 - a felsőbb szintről kapott feladatokat önállóan valósítja meg
 - magas automatizáltsági szint jellemzi

Termelésprogramozási rendszer feladata

A magasabb időhorizontú termelés-irányítási szinttől egy rövidebb tervidőszakra kapott termelési feladat **gyártási műveleteit időben és térben** konkrét gépekre (munkahelyekre) **ütemezze** és ezzel **állítsa elő** az operatív műhelyszintű irányítás alapját képező **finomprogramokat**.

Mindezt adott gazdasági *célok* és korlátozó *feltételek*, valamint a termelés *aktuális állapotának* figyelembevételével kell ellátnia.

Termelésprogramozási rendszerrel szemben támasztott követelmények

1. Figyelembe kell vennie az adott szintre aktualizált gazdasági **célokat**.
2. Az aktuálisan adott kapacitás- és gyártóeszköz **korlátok** között kell működnie.
3. **Összhangot** kell teremtenie a befogadó gyártási környezet termelésprogramozási döntéseivel.
4. A finomprogram-készítést ajánlati jelleggel ki kell terjeszteni a **gyártási segédfolyamatokra** is.
5. Az FMS flexibilitás-típusainak megvalósítását **szoftver-oldalról** támogatnia kell.

Termelésprogramozási rendszerrel szemben támasztott követelmények

6. Real-time, on-line irányítású rendszereknél lehetővé kell tennie az **elosztott döntést** a finomprogramozás során (dinamikus ütemezés).
7. Figyelembe kell vennie a döntések előkészítésekor a termelés mindenkori **aktuális állapotát**.
8. Tovább kell adnia a termelésből **visszacsatolt** információt (pl. job-ok készültségi foka) a termelésirányítás felettes szintjének.
9. **Zavarok, váratlan események áthidalásában** a támogatnia kell a gyártási folyamatirányítást.
10. Könnyen **adaptálható** legyen.

FMS termelésprogramozása *off-line* irányítási környezetben

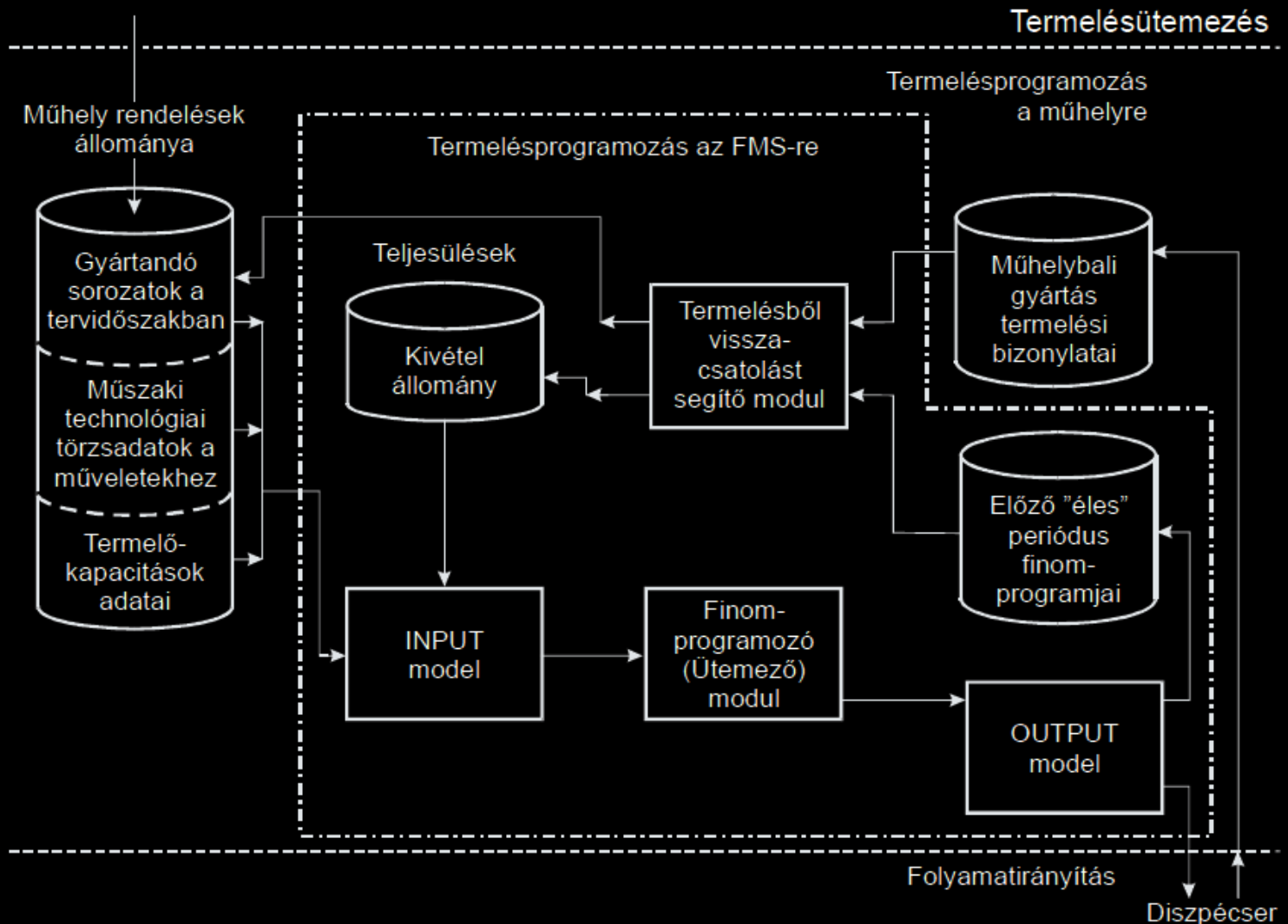
- Az FMS-nek a befogadó műhely szerves részeként kell működnie.
- Időhorizont: 8-24 óra (1-3 műszak).
- Felettes szint: termelésütemezés (10 nap).
- Az FMS az egész műhely szempontjából
 - egy nagy termelékenységű gépcsoport;
 - nem szabad, hogy szűk keresztmetszet legyen.
- Az FMS-t a feladatok szétosztása szempontjából homogén módon kezeli a termelésütemező a műhely többi gépével (feladatokon osztoznak).
- Az FMS termelésprogramozó rendszere kooperatív de autonóm kapcsolatban van a műhely termelésprogramozó rendszerével.



FMS termelésprogramozása *off-line* irányítási környezetben

- Az FMS szempontjából az egész műhely munkadarab-sorozatainak ***technológiai útvonala*** többféle lehet:
 - (1) "BENT-KINT" sorozattípus;
 - (2) "KINT-BENT" sorozattípus;
 - (3) "BENT-KINT-BENT" sorozattípus;
 - (4) "KINT-BENT-KINT" sorozattípus.

FMS termelésprogramozása *off-line* irányítási környezetben

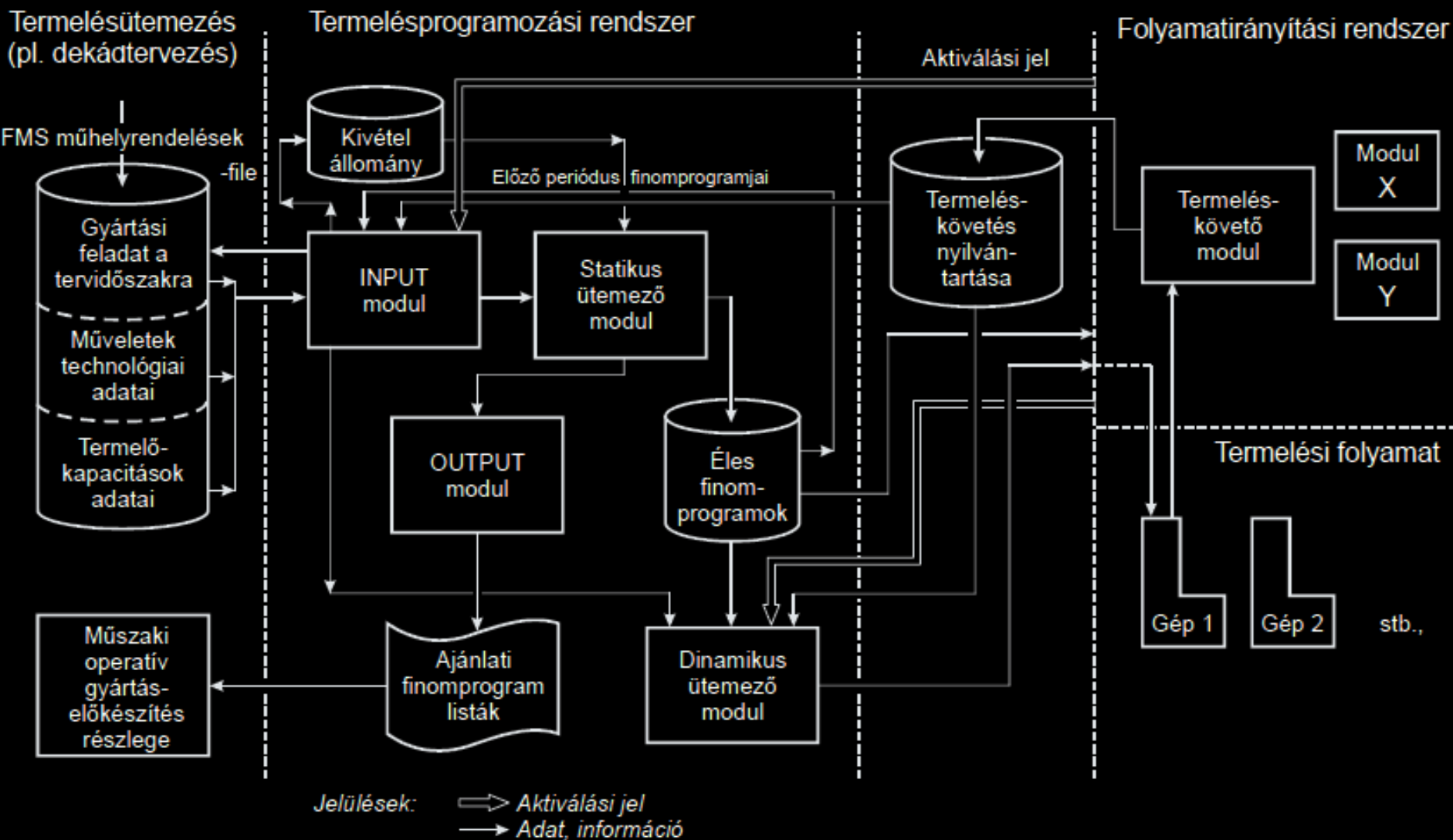




FMS termelésprogramozása *on-line* irányítási környezetben

- On-line, real time folyamatirányítású FMS esetén a rendszer
 - magas automatizáltsági fokú,
 - önálló műhelyként működik,
 - a diszpécser szerepét real-time termeléskövető program-modul veszi át,
 - a rendszer része egy dinamikus ütemező, amely real-time döntésekre alkalmas.

FMS termelésprogramozása *on-line* irányítási környezetben





Ütemezési modellek

- Determinisztikus (Deterministic)
 - Alapadatok előzetesen ismertek és pontos adatok.
- Sztochasztikus (Stochastic)
 - Bizonytalan adatok is szerepelnek (pl. műveleti idők szóródnak, munkák érkezési mintája pontosan nem ismert stb.).



Ütemezési módszerek alaptípusai

○ Prediktív

- előidejű döntési feladatok
- a feladat részletei ismertek
- FMS statikus ütemezője

○ Reaktív

- egyidejű döntési feladatok
- a feladat részletei változhatnak (pl. a job-ok menetközben is érkezhetnek)
- FMS dinamikus ütemezője

Ütemezési feladatok változatossága

- Ütemezési feladatok osztályozása (részletek a korábbi előadásokon: $\alpha|\beta|\gamma$)
- Egy job (munka) rendszerint több **végrehajtási alternatívával** rendelkezik:
 - alternatív technológiák
 - műveleti (operáció) sorrendi változatok
 - alternatív erőforrások (pl. gépek)
 - műveleti idő (technológiai intenzitás) értékek.
- Az ütemezés eredményét **teljesítmény mutatók** (Key Performance Index, KPI) minősítik.



Kereső algoritmusra alapozott prediktív ütemezés

- Az FMS statikus ütemezése során az ütemező rendszer **ütemezési modell** alapján hatékony keresési algoritmus és szimulációs kiértékelés kombinált alkalmazásával készíti el a job-ok végrehajtási finomprogramját.



Szabályalapú reaktív ütemezés

- Az FMS dinamikus ütemezése során minden aktuális döntési helyzetben és időpontban az indítható job-ok közül **ütemezési szabály** alapján választ ki egyet (vagy többet) az ütemező rendszer, és azt (azokat) hajtja végre.
- Ütemezési szabály
 - Időfaktor szerint
 - Statikus szabály (időfüggetlen)
 - Dinamikus szabály (időfüggő)
 - Hatókör szerint
 - Lokális szabály (aktuális szituációra koncentrál)
 - Globális szabály (előrettekint)

Ütemezési szabályok

- SPT (Shortest Processing Time)
 - A döntés időpontjában azt a job-ot kell kiválasztani a várakozó listából, amelyik a legkisebb technológiai terhelést adja a rendszernek. Tipikus változatok:
 - SIO (Shortest Imminent Operation time)
 - Az aktuálisan következő művelet szempontjából a legkisebb műveleti idejű munka kerül előre.
 - SRPT (Shortest Remaining Processing Time)
 - A job-ok hátralévő műveleti időinek összege határozza meg az indítást.
- FRO (Fewest number of Remaining Operations)
 - A legkevesebb még hátralévő művelettel rendelkező job-ot választja.

Ütemezési szabályok

- LPT (Shortest Processing Time)
 - A döntés időpontjában azt a job-ot kell kiválasztani a várakozó listából, amelyik a legnagyobb technológiai terhelést adja a rendszernek. Tipikus változatok:
 - LIO (Longest Imminent Operation time)
 - Az aktuálisan következő művelet szempontjából a legnagyobb műveleti idejű munka kerül előre.
 - LRPT (Longest Remaining Processing Time)
 - A job-ok hátralévő műveleti időinek összege határozza meg az indítást.
- LRO (Largest number of Remaining Operations)
 - A legtöbb még hátralévő művelettel rendelkező job-ot választja.



Ütemezési szabályok

- FCFS (First Come First Served)
 - Érkezési sorrendben történik a job-ok kiválasztása (gépek várakozási sora alapján).
- FIFO (First In First Out)
 - A teljes rendszerre nézve a legkorábban érkezett job kerül kiválasztásra.
- ERD (Earliest Release Date)
 - A legkorábban indított (vagy indítható) job kerül kiválasztásra.
- EDD (Earliest Due Date)
 - A legkorábbi befejezési határidejű job kerül kiválasztásra.

Ütemezési szabályok

- SSS (Smallest Static Slack)
 - A legkisebb gyártási időtartalékkal rendelkező job kerül kiválasztásra. **Gyártási időtartalék** = határidő – indítási időpont – műveleti idők összege.
- SDS (Smallest Dynamic Slack)
 - A legkisebb aktuális műveleti időtartalékkal rendelkező job kerül kiválasztásra. **Aktuális időtartalék** = határidő – aktuális időpont – hátralévő műveletek idejének összege.
- S/NO (Slack per Number of Operations)
 - aktuális időtartalék / műveletek száma
- S/RO (Slack per Remaining Operations)
 - aktuális időtartalék / hátralévő műveletek száma

Ütemezési szabályok

- CR (Critical Ratio)
 - A legkisebb kritikus rátával (CR) rendelkező job kerül kiválasztásra. **CR** = (határidő – aktuális időpont) / hátralévő műveletek idejének összege.
 - Ha $CR = 1$ a job kritikus.
 - Ha $CR < 1$ a job már késik.
 - Ha $CR > 1$ a job-nak van tartaléka.



Ütemezési szabályok

- SIRO (Service In Random Order)
- SST (Shortest Setup Time)
- SQNO (Shortest Queue at the Next Operation)
- WSPT (Weighted Shortest Processing Time)
- ...

Köszönöm a figyelmet!