

## **Tantárgyi tematika és ütemterv**

az *Erőforrás tervezés* c. tárgyhöz

GEIAK155-B

mérnökinformatikus és gazdaságinformatikus szak,

*Tárgyfelelős előadó:* Dr. Kulcsár Gyula, egyetemi docens  
*Az előadások helye és ideje:* XXX. előadóterem, aktuális órarend szerint.

### **1. Az előadások tematikája (szorgalmi) naptári heti bontásban:**

- (1) **7. hét:** A tantárgy célja, tematikája és a teljesítés feltételei.  
Bevezetés. Rendszertechnikai alapfogalmak: rendszer, állapot, folyamat, modell, optimalizálás, heurisztikus módszer. Vállalati modellek, erőforrások, tervezés és ütemezés. A munka (job) és a művelet (operation) fogalma, kapcsolataik.
- (2) **8. hét:** Dekomponálási technikák. Aggregált tervezési módszer. A csúszó (gördülő) tervezési technika alkalmazása. Hierarchikus optimalizálás. Integrált problémák megoldási módszerei. A szimuláció szerepe. Szabály-alapú felépítő algoritmusok és iteratív javításon alapuló algoritmusok.
- (3) **9. hét:** Ütemezési feladatok osztályozása. Az erőforrás-környezet jellemzése. A munkákra vonatkozó végrehajtási jellemzők és korlátozások fontosabb típusai. Jellegzetes célfüggvények. Alkalmazási példák.
- (4) **10. hét:** Egyetlen erőforrást tartalmazó ütemezési feladatok megoldása. Az SPT, WSPT, és EDD szabály alkalmazása. Moor-algoritmus. Lawler-módszer.
- (5) **11. hét:** Párhuzamosan működő erőforrások ütemezése. Az MSPT szabály, az LPT+List és az EDD+List algoritmus alkalmazása. Időben változó erőforrás-korlátos feladatok modellezése.
- (6) **12. hét:** Többoperációs ütemezési feladatok modellezése diszjunktív gráffal: *Flow Shop*, *Job Shop*, *Open Shop* és *General Shop* problémák. A  $C_{max}$  célfüggvény minimalizálása.
- (7) **13. hét:** Projektütemezés. Projektek reprezentálása. Erőforrás-korlát nélküli és erőforrás-korlátos feladatok megoldása. Generálási módok és prioritási szabályok.
- (8) **14. hét:** Kereső algoritmusok alkalmazása. Példák: lokális keresési módszerek (szimulált hűtés és tabu keresés).

- (9) **15. hét:** Többcélú optimalizálás kereső algoritmussal. Matematikai modell a megoldások relatív minősítésére. Illusztratív példák.
- (10) **16. hét:** Esettanulmány elemzése I.: valós ipari feladat modellezése és megoldása.
- (11) **17. hét:** Esettanulmány elemzése II.: valós ipari feladat modellezése és megoldása.
- (12) **18. hét:** Zárthelyi dolgozat.
- (13) **19. hét:** Speciális erőforrás-tervezési problémák modellezése és megoldása.
- (14) **20. hét:** Pót zárthelyi dolgozat, elővizsga.

## **2. A tantárgy oktatásának időterve:**

A tárgy egy féléves. A tárgy óraszám: 2 óra előadás hetenként. Az előadásokon az erőforrás-tervezési problémák megoldási elveinek, modelljeinek és módszereinek bemutatására, valamint esettanulmányok elemzésére kerül sor.

## **3. Az órarendi, illetve „otthoni” terhelés aránya:**

A tárgy otthoni terhelését a zárthelyi dolgozat eredményes megírására való felkészülés jelenti. Ennek becsült összes időigénye 14 óra az előadások rendszeres látogatását feltételezve. Az arány tehát kb. 50 % az órarendi terheléshez viszonyítva.

## **4. Az évközi ellenőrzés:**

Zárthelyi dolgozat íratása az előadások anyagaiból. A dolgozat időtartama 100 perc. Az értékelése ötfokozatú érdemjeggyel történik, melynek ponthatárai: 0-40p: 1; 41-53p: 2; 54-66p: 3; 67-79p: 4; 80-100p: 5;

Az aláírás megszerzésének feltétele a legalább elégséges érdemjegy megszerzése  
Jó és jeles ZH érdemjegy megajánlott vizsgajegy eredményez.

## **5. A számonkérés módja:**

A tárgy az eredményes évközi munkát elismerő aláírással, majd vizsgával zárul. A vizsga írásbeli és szóbeli részből áll. A vizsga ZH értékelésére a félévközi dolgozat szabályai vonatkoznak. A szóbeli vizsga előzetesen kiadott tételsorból húzott tételhez kapcsolódik. A tételsor tételeit a fenti ütemezés szerinti előadások témái adják. Vizsgáztató: a tárgy előadója.

## **6. Kötelező és ajánlott irodalom:**

Kötelező irodalom:

- [1] Kulcsár Gyula: Erőforrás tervezés. Oktatási segédletek: előadásvázlatok.  
<http://ait.iit.uni-miskolc.hu/~kulcsar>
- [2] Kulcsár Gyula, Kulcsárné Forrai Mónika, Bikfalvi Péter: Ütemezési modellek és algoritmusok. MEMOOC online kurzus: <http://www.memooc.hu:18010/>

**Ajánlott irodalom:**

- [3] Peter Brucker: Scheduling Algorithms, 5th ed., Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.
- [4] Michael L. Pinedo: Planning and Scheduling in Manufacturing and Service, 2nd ed., Springer Verlag New York, 2009.
- [5] Michael L. Pinedo: Scheduling Theory, Algorithms, and Systems, 3rd ed., Springer Verlag New York, 2008.

**7. A tantárgy tárgyi szükségletei:**

A tantárgy előadásaihoz sötétíthető tanterem vagy előadóterem, továbbá projektor szükséges.

**8. Tantárgyi vonatkozású tudományos eredmények:**

A tananyagba a Miskolci Egyetem Alkalmazott Informatikai Intézeti Tanszék vonatkozó új tudományos eredményeinek jelentős része beépült. A tananyag folyamatos korszerűsítése a legújabb szakirodalom alapján kb. évi 10-15 %.

**9. A tárgy minőségbiztosítási módszerei, fejlesztési politikája:**

Tiszta fogalomrendszer kialakítása; az erőforrás tervezéssel kapcsolatos elvek, modellek és módszerek áttekintése; alkalmazási példák bemutatása; szintetizáló készség fejlesztése; az önálló modellezés és feladatmegoldás elősegítése.

Miskolc, 2019.09.07.

**Dr. Kulcsár Gyula**  
egyetemi docens, tárgyjegyző  
Alkalmazott Informatikai Intézeti Tanszék

Neptunkód: .....

Dátum: 2019.04.29.

**D** csoport

**Zárthelyi dolgozat**  
„Erőforrás tervezés” c. tantárgyból

1. Ismertesse röviden a következő fogalmak lényegét:
- a. Folyamat
  - b. Optimalizálás
  - c. Modellezés
  - d. Csúszó (gördülő) tervezés
  - e. A munka időtartaléka (slack)
  - f. Erőforrás
- (12 pont)**

2. Értelmezze az  $1|d_i|L_{max}$  formalizmussal definiált ütemezési feladatot! Oldja meg a feladatot az alábbi alapadatokkal:

Munka ( $J_i$ )	Műveleti idő ( $p_i$ )	Határidő ( $d_i$ )
1	5	6
2	3	8
3	8	20
4	2	4

Adja meg a munkák indítási sorrendjét és a célfüggvény értékét!

**(14 pont)**

3. Értelmezze a  $P10//C_{max}$  formalizmussal definiált ütemezési feladatot! Ismertesse a feladat megoldási módszerét!

**(10 pont)**

4. Ismertesse a *diszjunktív gráfmodell* lényegét! Hogyan reprezentálható egy végrehajtható megoldás? Hogyan támogatja ez a modell az *Mixed Shop* ( $X//C_{max}$ ) ütemezési feladattípus megoldását?

**(15 pont)**

5. Hogyan alkalmazható keresési algoritmus *Job Shop* típusú ütemezési feladatok megoldására? Milyen módszerek támogatják a többcélú optimalizálást?

**(15 pont)**

6. Adott egy projektütemezési feladat. Ismertek az elvégzendő feladatok, a tervezett végrehajtási időtartamok és a feladatok között fennálló szigorú megelőzési relációk. Adottak a következő adatok:

Feladat	Végrehajtási idő [időegység]	Megelőző feladat(ok), előfeltétel(ek)	Erőforrás-igény {egység}
1	2	-	3
2	3	-	1
3	1	-	2
4	4	1,2	2
5	2	2,3	3

(Folytatás a következő oldalon!)

- a. Ábrázolja precedencia gráffal a projekt feladatainak végrehajtására vonatkozó sorrendi korlátozásokat! (5 pont)

Oldja meg a projektütemezési feladatot a *CPM (Critical Path Method)* kritikus útvonal módszer alkalmazásával:

- b. Határozza meg a projekt legkorábbi befejezési időpontját ( $C_{max}$ ), ha azt feltételezzük, hogy a legkorábbi indítás időpontja  $t_s=0$  és a szükséges erőforrások korlátlanul rendelkezésre állnak! (5 pont)
- c. Határozza meg az egyes feladatok legkésőbbi indítási időpontját úgy, hogy az előző pontban meghatározott legkorábbi  $C_{max}$  projektbefejezési-időpont még tartható legyen! (5 pont)
- d. Adja meg a kritikus feladatok listáját! (5 pont)

Ütemezze a projekt végrehajtását a *soros generálási séma* és a *legkésőbbi befejezési időpont (LFT)* prioritási szabály együttes alkalmazásával:

- e. Ábrázolja a projekt erőforrás-idő diagramját abban az esetben, amikor a feladatok végrehajtásához szükséges erőforrásból egyidejűleg csupán négy áll rendelkezésre ( $R_I=4$ )! (12 pont)
- f. Mennyi lesz a projekt befejezési időpontja az erőforrás-korlát figyelembe vételével?

(2 pont)

**( $\Sigma$  34 pont)**

---

Elérhető maximális pontszám: 100 pont

Rendelkezésre álló idő: 100 perc

Értékelés: 0-40p: 1; 41-53p: 2; 54-66p: 3; 67-79p: 4; 80-100p: 5.

Neptunkód: .....

Dátum: 2019.06.07.

**B** csoport

**Vizsga zárthelyi dolgozat**  
„Erőforrás tervezés” c. tantárgyból

7. Ismertesse röviden a következő fogalmak lényegét:
- a. Hierarchia
  - b. Ütemterv
  - c. Átlagos készletszint
  - d. Erőforrás-kihasználtság
- (8 pont)**
8. Értelmezze a  $1|prec, d_i|L_{max}$  formalizmussal definiált ütemezési feladatot! Ismertesse a feladat megoldási módszerét! **(10 pont)**
9. Ismertesse a *diszjunktív gráf modell* lényegét! Hogyan reprezentálható egy *végrehajtható* megoldás? Hogyan támogatja ez a modell az *General Shop* ütemezési feladattípus megoldását? **(15 pont)**
10. Ismertesse a *lokális (szomszédsági) kereső algoritmus* lényegét! Adjon példát szomszédsági operátorra! Milyen módszerek támogatják a lokális optimumból való továbblépést? **(15 pont)**
11. Egy gyártórendszerben három megmunkáló gép dolgozik: egy fűrőgép, egy esztergagép és egy marógép. Minden munkadarab az ütemezési időszak elején egyszerre érkezik meg ( $t_{ref}=0$ ) és indítási időkorlát nincs. A munkadarabok először a fűrőgépre, majd az esztergagépre és végül a marógépre kerülnek (az operációk végrehajtási sorrendje minden munkadarab esetében kötött  $O_{i,1} \rightarrow O_{i,2} \rightarrow O_{i,3}$ ). A munkadarabok megmunkálási sorrendje minden gépen azonos (előzésmentes ütemezési feladat). A gépek között elhelyezett műveletközi tárolók mérete (tárolókapacitása) nem korlátozott! A gépek közötti anyagmozgatási idők és a gépátállítási idők elhanyagolhatók! Egy gép egyszerre csak egy munkadarabon dolgozhat, és egy munkadarabon egyszerre csak egy gép dolgozhat. Adottak a következő műveleti időadatok:

Fúrás ( $O_1$ )	Esztergálás ( $O_2$ )	Marás ( $O_3$ )																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th><math>O_{i,1}</math></th><th><math>p_{i,1}</math></th></tr></thead><tbody><tr><td><math>O_{1,1}</math></td><td>16</td></tr><tr><td><math>O_{2,1}</math></td><td>20</td></tr><tr><td><math>O_{3,1}</math></td><td>22</td></tr><tr><td><math>O_{4,1}</math></td><td>30</td></tr></tbody></table>	$O_{i,1}$	$p_{i,1}$	$O_{1,1}$	16	$O_{2,1}$	20	$O_{3,1}$	22	$O_{4,1}$	30	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th><math>O_{i,2}</math></th><th><math>p_{i,2}</math></th></tr></thead><tbody><tr><td><math>O_{1,2}</math></td><td>10</td></tr><tr><td><math>O_{2,2}</math></td><td>5</td></tr><tr><td><math>O_{3,2}</math></td><td>15</td></tr><tr><td><math>O_{4,2}</math></td><td>12</td></tr></tbody></table>	$O_{i,2}$	$p_{i,2}$	$O_{1,2}$	10	$O_{2,2}$	5	$O_{3,2}$	15	$O_{4,2}$	12	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"><thead><tr><th><math>O_{i,3}</math></th><th><math>p_{i,3}</math></th></tr></thead><tbody><tr><td><math>O_{1,3}</math></td><td>20</td></tr><tr><td><math>O_{2,3}</math></td><td>15</td></tr><tr><td><math>O_{3,3}</math></td><td>10</td></tr><tr><td><math>O_{4,3}</math></td><td>4</td></tr></tbody></table>	$O_{i,3}$	$p_{i,3}$	$O_{1,3}$	20	$O_{2,3}$	15	$O_{3,3}$	10	$O_{4,3}$	4
$O_{i,1}$	$p_{i,1}$																															
$O_{1,1}$	16																															
$O_{2,1}$	20																															
$O_{3,1}$	22																															
$O_{4,1}$	30																															
$O_{i,2}$	$p_{i,2}$																															
$O_{1,2}$	10																															
$O_{2,2}$	5																															
$O_{3,2}$	15																															
$O_{4,2}$	12																															
$O_{i,3}$	$p_{i,3}$																															
$O_{1,3}$	20																															
$O_{2,3}$	15																															
$O_{3,3}$	10																															
$O_{4,3}$	4																															

- a. Ütemezze a munkák végrehajtását úgy, hogy a teljes munkadarabhalmaz átfutási ideje a lehető legkisebb legyen, vagyis az utolsónak elkészülő munka befejezési időpontja a lehető legkisebb legyen (célfüggvény:  $C_{max} \rightarrow \min$ )!
- b. Ábrázolja az előző pontban elkészített ütemterv végrehajtásának időbeli lefolyását Gantt diagramon!
- c. Adja meg a célfüggvény értékét! **( $\Sigma$  18 pont)**  
(Folytatás a következő oldalon!)

12. Adott egy projektütemezési feladat. Ismertek az elvégzendő feladatok, a tervezett végrehajtási időtartamok és a feladatok között fennálló szigorú megelőzési relációk. Adottak a következő adatok:

Feladat	Végrehajtási idő [időegység]	Megelőző feladat(ok), előfeltétel(ek)	Erőforrás-igény {egység}
1	20	-	3
2	30	-	1
3	10	-	2
4	40	1,2	2
5	20	2,3	3
6	10	4	3

- a. Ábrázolja precedencia gráffal a projekt feladatainak végrehajtására vonatkozó sorrendi korlátozásokat! (5 pont)

Oldja meg a projektütemezési feladatot a *CPM (Critical Path Method)* kritikus útvonal módszer alkalmazásával:

- b. Határozza meg a projekt legkorábbi befejezési időpontját ( $C_{max}$ ), ha azt feltételezzük, hogy a legkorábbi indítás időpontja  $t_s=0$  és a szükséges erőforrások korlátlanul rendelkezésre állnak! (5 pont)
- c. Határozza meg az egyes feladatok legkésőbbi indítási időpontját úgy, hogy az előző pontban meghatározott legkorábbi  $C_{max}$  projektbefejezési-időpont még tartható legyen! (5 pont)
- d. Adja meg a kritikus feladatok listáját! (5 pont)

Ütemezze a projekt végrehajtását a *soros generálási séma* és a *legkésőbbi befejezési időpont (LFT)* prioritási szabály együttes alkalmazásával:

- e. Ábrázolja a projekt erőforrás-idő diagramját abban az esetben, amikor a feladatok végrehajtásához szükséges erőforrásból egyidejűleg csupán négy áll rendelkezésre ( $R_l=4$ )! (12 pont)
- f. Mennyi lesz a projekt befejezési időpontja az erőforrás-korlát figyelembe vételével? (2 pont)

(2 pont)  
( $\Sigma$  34 pont)

Elérhető maximális pontszám: 100 pont

Rendelkezésre álló idő: 100 perc

Értékelés: 0-40p: 1; 41-53p: 2; 54-66p: 3; 67-79p: 4; 80-100p: 5.