



## **Záróvizsga orientáló témakörök**

Jelen dokumentum a „Gyártóberendezések és rendszerek” záróvizsga tárgycsoport orientáló témaköreit tartalmazza. A „Gyártóberendezések és rendszerek” záróvizsga tárgycsoport a „Szerszámgépek és ipari robotok” (BMEGEGTMG02; 4 kr.) és a „Gyártórendszerek tervezése és szimulációja” (BMEGEGTMG16; 4 kr.) tárgyakban megismert tudásanyagra épül. Az orientáló témakörök célja a záróvizsgán szereplő témakörök kijelölése (az a témakör, ami itt nem szerepel, záróvizsgán sem fog előkerülni). Az itt felsorolt és kifejtett témakörök a záróvizsgán nem pontosan így fognak szerepelni:

- A nagyobb témakörök kisebb kérdésekre lesznek bontva.
- Kisebb témakörök esetleg össze lesznek vonva.
- A záróvizsgán szereplő kérdések nem mindig tartalmazzák az itt megadott információkat (pl. a zárójelekben megadott információkat, alpontokat, vagy az itt felsorolt építőelemeket, gépek típusait a záróvizsgán feltett kérdések nem fogják tartalmazni, azokat tudni kell felsorolni, kifejteni).

### **Szerszámgépek és ipari robotok (BMEGEGTMG02)**

#### 1. Szerszámgépek és robotok szerkezeti anyagai:

- a) Szerkezeti anyagokkal szemben támasztott követelmények.
- b) Anyagjellemzők és azok hatásai (rugalmassági tényező, Poisson tényező, sűrűség, hőtágulási tényező, csillapítás, egyéb).
- c) Tipikus szerkezeti anyagok és azok előnyei és hátrányai (öntöttvas és acél, polimer beton, gránit, kompozitok, kerámia, hibrid anyagok).
- d) Szerkezeti anyagok: tendenciák.

#### 2. Szerszámgépek és robotok dinamikája:

- a) Szerszámgépek rezgéseinek okai: forgácsolási folyamat (pl. többélű maró szerszám, megszakított felület); forgó elemek kiegyensúlyozatlansága; öngerjesztett regeneratív hatás; hajtások; környezet rezgései; szabályzó.
- b) Szerszámgépekben, robotokban tapasztalható csillapítások okai (koncentrált csillapítás, szerkezeti anyagok belső csillapítása, aktív csillapítás).
- c) A frekvencia válaszfüggvény (FRF) tipikus alakja; a különböző frekvencia tartományokban tapasztalható csillapításokért „felelős” gépegységek.
- d) A stabilitási görbe tipikus alakja, értelmezése. Mitől függ a stabilitási görbe?
- e) A tömeg, merevség és csillapítás változásának hatása a frekvencia válaszfüggvényre és a stabilitási görbére.



- f) Adott modushoz és sajátfrekvenciához tartozó csillapítás meghatározására alkalmazható kísérleti módszerek (frekvencia tartomány, idő tartomány).

3. Egyenes vezetékek:

- a) Követelmények.
- b) Csúszó vezetékek
  - i. Kialakítások.
  - ii. Előnyök, hátrányok.
  - iii. A Stribeck-diagram értelmezése.
  - iv. Speciális polimer bevonatok előnyei, hatása a Stribeck-diagramra.
- c) Gördülő vezetékek
  - i. Kialakítások (visszavezetés nélküli és visszavezetett; golyós és görgős; előfeszítés módjai).
  - ii. Előnyök, hátrányok.
  - iii. Görgőkosár alkalmazásának előnyei.
  - iv. Méretezés (élettartamra, statikus terhelésre; a dinamikus és a statikus alapterhelési tényező értelmezése).
- d) Hidrosztatikus vezetékek
  - i. Működési elve, kialakítások
  - ii. Előnyök, hátrányok.
  - iii. Hidrosztatikus kompakt vezeték felépítése.

4. Golyós orsós szervo hajtás:

- a) Elemei (motor, golyós orsó, kapcsolat motor és orsó között, csapágyazás) és azok főbb tulajdonságai.
- b) Beépítési változatok (álló anya, forgó anya, álló orsó, forgó orsó).
- c) Golyós orsók csapágyazási módjai.
- d) Golyós orsók méretezése.
  - i. Élettartamra, statikus terhelésre; a dinamikus és a statikus alapterhelési tényező értelmezése.
  - ii. Kritikus fordulatszámra, kihajlásra.
- e) Golyós orsók hézagmentesítése/előfeszítése.
- f) Golyós orsó hődeformációjának csökkentése/kezelése.
  - i. Nagy orsó-előfeszítés (fix-fix csapágyazással).
  - ii. Közvetlen (mérőléces) mérés alkalmazása.
  - iii. Hűtés (anyát vagy orsón keresztül).
- g) Golyós orsós hajtás korlátai, hátrányai. Miért és mikor alkalmaznak inkább fogaskerék-fogaslécet, hidrosztatikus orsót vagy lineáris motort?



5. Görgős orsók:
  - a) Kialakításai (bolygó görgős, visszavezetett görgős).
  - b) Műszaki paraméterek, előnyök, hátrányok.
  
6. Hidrosztatikus orsós hajtás:
  - a) Kialakítása, fontosabb műszaki paraméterek.
  - b) Előnyök, hátrányok.
  
7. Fogaskerék-fogasléces hajtás:
  - a) Kialakítása, fontosabb műszaki paraméterek.
  - b) Előnyök, hátrányok.
  - c) Előfeszítési megoldások.
  
8. Lineáris motoros hajtás:
  - a) Lineáris motorok fajtái (szinkron v. aszinkron; nem vasmagos (pl. epoxi) v. vasmagos; önhűtés v. vízhűtés).
  - b) Lineáris motorok szerszámgépekben való alkalmazásának előnyei illetve hátrányai; fontosabb műszaki paraméterek.
  - c) Lineáris motorok szerszámgépekbe való beépítésének módjai, fontosabb szempontjai.
  
9. Szerszámgépek forgó mellékmozgásai:
  - a) Tipikus alkalmazások.
  - b) Követelmények.
  - c) Fogaskerekes hajtás.
    - i. Kialakítása.
    - ii. Előnyök, hátrányok.
    - iii. Előfeszítési megoldások.
  - d) Csiga-csigakerekes hajtás.
    - i. Előnyök, hátrányok; fontosabb műszaki paraméterek.
    - ii. Előfeszítési módszerek (két csiga, változó menetemelkedésű csiga, két menetemelkedésű csiga, osztott csigakerék, osztott csiga).
  - e) Nyomaték motoros hajtás:
    - i. Előnyök, hátrányok; fontosabb műszaki paraméterek.
    - ii. Alkalmazási területek (forgó asztal, billenő főorsó fej).



10. Megmunkáló központok:

- a) Csoportosítás:
  - i. Általános csoportosítás.
  - ii. Soros kinematikájú gépek csoportosítása.
- b) Billenő típusú szánszerkezet.
- c) Automatikus szerszámcsere fajtái.
- d) Szerszámtáruk fajtái.
- e) Automatikus palettacsere fajtái.
- f) Automatikus marófej csere elve.
- g) 5-tengelyes megmunkáló központok fajtái (LLRR, RLLL, RLLL) és azok főbb jellemzői.
- h) Két golyós orsós szánmozgatás elve, alkalmazási esetei (1. mozgatás tömegközéppontban; 2. deformáció kompenzálás).

11. Többfunkciós forgácsoló szerszámgépek:

- a) Elve (több forgácsolási technológia megvalósítása egy gépen: marás + esztergálás; esztergálás + köszörülés; marás + köszörülés; esztergálás + szikraforgácsolás; marás + esztergálás + köszörülés, stb.).
- b) Esztergáló központok:
  - i. Elve.
  - ii. Szerkezeti kialakításai.
  - iii. Iker- és segédorsós esztergáló központok felépítési változatai.
- c) Megmunkáló központokon végezhető nem fúró-maró funkciók (esztergálás, gyalulás, fogazás).
- d) Gépkonstrukciós példák (kiadott ábrát el kell tudni magyarázni).

12. Szerszámgépek főorsói:

- a) Szerszámgép főorsók általános követelményei.
- b) Főorsó hajtások típusai, jellemzői: szíj, fogaskerekes, közvetlen, beépített.
- c) Eszterga főorsók speciális követelményei, kialakításai.
- d) Maró főorsók speciális követelményei, kialakításai.
- e) Főorsók csapágyazása
  - i. Gördülő csapágyak
    - Főorsókban alkalmazott gördülő csapágyak típusai.
    - dN érték: jelentése, tipikus értékei különböző főorsók esetén.
    - Gördülő csapágyak előfeszítésének célja és módszerei.
      - a. Ferde hatásvonalú golyós csapágy előfeszítése.
      - b. Kúpos furatú hengergörgős csapágy előfeszítése.



- Hibrid-kerámia golyós csapágyak alkalmazásának előnyei, hátrányai.
- Főorsó csapágyak kenésének célja, fajtái.
- ii. Mágneses csapágyazású főorsók kialakítása, előnyei, hátrányai.
- iii. Hidrosztatikus csapágyazású főorsók kialakítása, előnyei, hátrányai.
- iv. Aerosztatikus csapágyazású főorsók kialakítása, előnyei, hátrányai.
- f) Főorsók hajtására alkalmazott tipikus motorok. Főorsó hajtások tipikus fordulatszám-nyomaték illetve fordulatszám-teljesítmény jelleggörbéi (S1, S6).
- g) Főorsók hőfejlődése:
  - i. Hőforrások.
  - ii. Hőfejlődés hatásai.
  - iii. Termikus problémák kezelése.

13. Szerszámgépek pontossága:

- a) Pozicionálási pontosság, ismétlési pontosság és felbontás definíciója.
- b) Hibák fajtái (ismétlődő, nem ismétlődő, véletlen hibák).
- c) Hibaforrások fajtái: ismert (geometriai-kinematikai hibák, hőtágulási hibák, merevségi hibák és szerszám-deformáció okozta hibák) és nem ismert források.
- d) Érzékenységi irányok (érzékeny és nem érzékeny irányok).

14. 3-tengelyes szerszámgépek tipikus hibaforrásai:

- a) Tengelyek pozicionálási hibái:
  - i. Referencia pozíció bizonytalansága.
  - ii. Termikus hatások:
    - Hőforrások.
    - Hőmérséklet változás hatásai.
    - Hőtágulás mértékének csökkentése.
  - iii. Irányváltási hiba.
  - iv. Lineáris szánok szöghibái.
- b) Pályagenerálási és pályakövetési hibák:
  - i. NC program hibái.
  - ii. Pályakövetési hibák.
  - iii. Fejlett CNC technikák (Spline vagy NURBS interpolátorok, Előretékintő technikák (look-ahead), Gyorsulás módosítása, Gyorsulás változásának szabályozása (Jerk control), Előreccsatolás (Feed forward control)).
- c) Főorsó, főorsó-szerszámtartó, szerszámtartó-szerszámrögzítő, szerszámrögzítő-szerszám csatlakozások hibái.



15. Szerszámgép vizsgálatok:

- a) Vizsgálatok célja.
- b) Vizsgálatok fajtái
  - i. Geometriai vizsgálatok (terheletlen állapot).
  - ii. Merevségi vizsgálatok (terhelt állapot): statikus és dinamikus merevség.
  - iii. Próbadarabok gyártása (legalább egy példa említése).
- c) Az ISO 230-2 szabvány főbb jellemzői. A pozícionálási és ismétlési pontosság meghatározása (grafikonon való magyarázat, képleteket nem kötelező tudni).

16. Robotvezérlők:

- a) Robotvezérlők alapfeladata.
- b) Robotvezérlők architektúrája.
- c) Korszerű, számítógéppel segített programozásra felkészített robotvezérlés jellemzői.

17. Robotprogramozás:

- a) Számítógéppel segített robotprogramozás főbb jellemzői.
- b) Robotprogramozási módszerek: On-line és off-line programozás (meghatározás, előnyök, hátrányok).
- c) Robot programnyelvek szintjei
  - i. Gépi kódú robotprogramozás.
  - ii. NC szerű (G formátumú) programnyelv.
  - iii. Robotfunkciókra orientált nyelvek.
    - Mozcásleíró nyelvek: főbb funkciók bemutatása az AML nyelv alapján
      - a. programsorok szerkezete,
      - b. változó típusok (legalább 3 bemutatása);
      - c. mozgásutasítások (növekményes, abszolút; néhány példa)
      - d. palettával kapcsolatos utasítások (néhány példa);
      - e. lineáris interpoláció; körinterpoláció;
      - f. megfogó utasítások;
      - g. kommunikációs és várakozó utasítások (néhány példa);
      - h. programtechnikai utasítások (néhány példa).
  - iv. Magas szintű programnyelv.



18. Szabványos robotjellemzők:

- a) Munkatér (ismertetés)
- b) Terhelhetőség
- c) Szabadságfokok száma
- d) Sebesség
- e) Pontosság (ismertetés)
- f) Ismétlési pontosság (ismertetés)
- g) Felbontóképesség (ismertetés)
- h) Megbízhatóság (ismertetés)
- i) Statikus/ dinamikus merevség és engedékenység (ismertetés)
- j) Pozíció pontosság változás /Drift/ (ismertetés)
- k) Minimális pozicionálási idő (ismertetés)
- l) Túllendülés (ismertetés)
- m) Stabilizációs idő

19. Ipari robotok pontossága {a fenti e) és f) pontokhoz}:

- a) Ipari robotok pontossági fogalmai: pontosság, tanítási pontosság, lejátszási pontosság, ismétlési pontosság, reprodukálási pontosság.
- b) A pontosság és az ismétlési pontosság: egymásra hatás, mérés, számítás mért adatokból.

20. Ipari robotok merevségi fogalmai. Statikus és dinamikus merevség meghatározása, mérése.

21. Párhuzamos kinematikájú szerszámgépek és ipari robotok:

- a) Párhuzamos kinematikájú szerszámgépek és robotok alkalmazási területei. Soros és párhuzamos kinematikájú szerszámgépek és ipari robotok felépítése, jellemzői.
- b) Párhuzamos kinematikájú szerszámgépek és ipari robotok előnyei, hátrányai és különböző szempontok szerinti csoportosításuk. Soros és párhuzamos kinematikájú szerszámgépek, ipari robotok összehasonlítása.
- c) Párhuzamos kinematikájú szerszámgépek és ipari robotok főbb részegységei és azok jellemzése. A „Hexapod” és a „Hexaglide” típusú szerszámgépek felépítése, jellemzői, összehasonlításuk.
- d) Vegyes kinematikájú szerszámgépek és ipari robotok felépítése, alkalmazása, felépítési példák.
- e) Szingularitás fogalma, fajtái.



22. Szerszámgépeknél és ipari robotoknál alkalmazott pneumatikus és hidraulikus hajtások:

- a) Pneumatikus és hidraulikus hajtások alkalmazási példái szerszámgépek és ipari robotok esetén. Pneumatikus és hidraulikus munkaközegek feladatai, jellemzői. Pneumatikus és hidraulikus energiaellátás. Pneumatikus, hidraulikus és elektromos hajtások összehasonlítása.
- b) Pneumatikus és hidraulikus hajtások felépítése, elemei (végrehajtók, irányító elemek, energia-átalakítók). Pneumatikus és hidraulikus hajtások elemeinek feladata, csoportosításuk, jelképi jelölések.
- c) Hidrosztatikus energiaátvitel, energia-átalakítók veszteségei, hatásfokai. Hidropneumatikus rendszerek feladata, csoportosításuk. Hidroakkumulátorok feladata, fajtái.
- d) Hidraulikus és pneumatikus elemek kiválasztási szempontjai. Pneumatikus hajtások statikus és dinamikus méretezése.
- e) Pneumatikus vezérlésű gépek időkésleltetése, alkalmazás okai, megvalósításuk, időzítők fajtái. Pneumatikus hajtások sebességszabályozásának feladata, megvalósítása, típusai.

23. Gyártóberendezések karbantartása:

- a) A kádgörbe három jellegzetes szakasza.
- b) Definíciók:
  - i. MTTF, MTBF, MTTFE, MTTR, MMDT, MTBM
  - ii. Rendelkezésre állás (pillanatnyi, átlagos, állandósult állapotbeli).
  - iii. Tökéletes karbantartás; Minimális karbantartás; Nem-tökéletes karbantartás.
- c) A karbantartási stratégiák osztályozása, jellemzése (lényeg, előnyök, hátrányok)
  - i. Korrektív karbantartás.
  - ii. Tervezett megelőzés.
  - iii. Periodikus ellenőrzés.
  - iv. Állapotfelügyelet.





## **Gyártórendszerek tervezése és szimulációja (BMEGEGTMG16)**

### 24. Gyártórendszerek:

- a) Gyártórendszer definíciója.
- b) Gyártórendszerek alkotórészei.
- c) Gyártórendszer kategóriák a termelékenység és a rugalmasság szerint.
- d) A műhelyszerű (egyedi) gyártás és a tömeggyártás összehasonlítása.
- e) A transzfer sor és a rugalmas gyártórendszer összehasonlítása.
- f) Rugalmas gyártásautomatizálás elemei.

### 25. Gyártórendszer elrendezések:

- a) Statikus
- b) Termék alapú
- c) Folyamat alapú
- d) Csoporttechnológia alapú

### 26. Rugalmas gyártórendszerek:

- a) Meghatározás.
- b) Berendezések.
- c) Elrendezés fajták, előnyök, hátrányok, melyiket mikor alkalmazzák:
  - i. Soros
  - ii. Zárt hurok
  - iii. Létra
  - iv. Nyitott terű
  - v. Csoporttechnológia alapú:
    - CsT soros elrendezés
    - CsT cella elrendezés
    - CsT központ elrendezés



27. Szakaszos anyagmozgató berendezések

- a) Tipikus szakaszos működésű anyagmozgató gépek (felsorolás).
- b) Függősinpályás szakaszos anyagmozgatás
  - i. Tipikus kialakítás.
  - ii. Fontosabb jellemzők.
- c) Targoncák
  - i. Targoncák fajtái (felsorolás, rajzokat nem kötelező tudni)
  - ii. Vezető nélküli targoncák
    - Kerék kialakítások
    - Pályakövetési elvek (induktív, fotoszenzoros, lézeres pásztázó, kamerás, giroszkópos, stb.)

28. Folyamatos anyagmozgató berendezések

- a) Meghatározás, általános működési elv.
- b) Tipikus folyamatos működésű anyagmozgató gépek (felsorolás).
- c) Konvektorok
  - i. Konvektoros szállítás sajátosságai.
  - ii. Kialakítások (vázlatok, fontosabb jellemzők)
    - Függőkonvektor
      - a. Egypályás (könnyű kivitel; nehéz kivitel)
      - b. Kétpályás (könnyű kivitel; nehéz kivitel)
    - Alsópályás konvektor
      - a. Alsóvontatású
      - b. Felsővontatású
- d) Görgőspályák
  - i. Jellemzők, megoldható anyagáramlási feladatok.
  - ii. Görgőspályák osztályozása.
  - iii. Átadások fajtái, kialakításai.
- e) Szállítószalagok
  - i. Jellemzők, kialakítások.
  - ii. Típusok: hevederes, láncos, elemtagos.
- f) Palettaszállító pályák
  - i. Jellemzők.
  - ii. Kialakítások (melyik milyen célra alkalmazható):
    - Fogazott szíjas
    - Láncos (egyszerű lánc, szállítóprofilos lánc, görgős lánc)
    - Görgős