

# ZÁRÓVIZSGA TÉMAKÖRÖK

BSC KÉPZÉS

GÉPÉSZMÉRNÖKI SZAK  
(NAPPALI ÉS LEVELEZŐ MUNKAREND)

2025. november

Visszavonásig érvényes.

| Szakirány                        | Tanulmányait kezdte | 1. témakör                                  | 2. témakör                                                          |
|----------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| anyagtechnológiai és minőségügyi | bármikor            | Képlékenyalakítás (kötelező)                | Anyagvizsgálat vagy Hőkezelés vagy Hegesztés vagy Minőségügy        |
| gyártásinformatikai              | bármikor            | Gépgyártástechnológia (kötelező)            | Számítógéppel integrált gyártás (kötelező)                          |
| mechatronikai                    | 2013 előtt          | Mechatronika (kötelező)                     | Gyártásautomatizálás vagy Képlékenyalakítás                         |
|                                  | 2013-ban vagy utána | Hidraulika-Pneumatika (kötelező)            | Robottechnika és Ipari irányítástechnika (kötelező)                 |
| műanyagfeldolgozó                | bármikor            | Műanyagfeldolgozás technológiája (kötelező) | Műanyagok tulajdonságai vagy Műanyagfeldolgozás szerszámai és gépei |
| fegyvertervező és gyártó         | bármikor            | Lőfegyver tervezés (kötelező)               | Lőfegyver gyártás (kötelező)                                        |

# Képlékenyalakítás

## 1. A képlékeny alakváltozás megindulásának feltétele

- a folyás megindulásának feltételei, Mohr és Huber-Mises-Hencky határfeszültségi elmélet;
- térfogatállandóság és összehasonlító alakváltozás;
- feszültségi és alakváltozási állapot síkbeli és hengerszimmetrikus alakítás esetén.

## 2. Kapcsolat a feszültségek és az alakváltozások között

- a hidegalakítás anyagtudományi vonatkozásai és következményei;
- a melegalakítás anyagtudományi vonatkozásai, az újrakristályosodás;
- folyásgörbék, azok felvételi módjai és a külső állapot tényezők;
- anyagmodellek.

## 3. Alakíthatóság és tönkremenetel

- szívós-rideg viselkedés, képlékeny alakváltozást követő tönkremenetel (képlékeny törés) mechanizmusa;
- alakíthatósági diagram;
- finomlemezek jellemzése, az anizotrópia fogalma;
- alakíthatósági vizsgálatok, csészehúzó próba, Erichsen próba, alakítási határdiagram.

## 4. Súrlódás szerepe a képlékenyalakításban

- a súrlódás értelmezése, kenési módok;
- súrlódási modellek (Coulomb, Kudo);
- kenőanyagok bemutatása, környezetvédelem;
- a gyűrűzőmítő próba eredménye és értelmezése.

## 5. Kovácsolás

- a kovácsolás célja, anyagai, hatása a fémek tulajdonságaira;
- az átkovácsolás mértéke;

Szabadalakító kovácsolás:

- az anyag feszültségi és alakváltozási állapota nyújtáskor, zömítéskor;
- szabadalakított kovácsdarabok ráhagyásai, hozzáadásai.

## **6. Süllyesztékes kovácsolás fogalmai.**

- süllyeszték típusok, kialakítási módok, szerszámanyagok;
- a sorja szerepe és fázisai;
- a sorjacsatorna méretei;

Többüreges süllyesztékes kovácsolás:

- az elméleti előgyártmány fogalma;
- a többüreges kovácsolás üregei, fázisai;
- az előkészítő kovácsolás módjai, jellemzői;
- kovácshengerlés és vízszintes kovácsolás vázlata.

## **7. Lemezhengerlés**

- a szélesedés nélküli hengerlés technológiája, elve, alapfogalmai;
- a befogás feltétele és a maximális magasságcsökkenés;
- a hengerek belapulása és kiküszöbölési módjai és a belapulás hatása a lemez méreteire;
- a technológia csoportosítása a hengerek száma szerint;
- lemezbevonatok.

## **8. A lemezvágás és a kivágás-lyukasztás technológiája**

- ollón történő vágás: a vágott felület, a lemez befordulása a vágórésbe, vágás egyenes- és ferde élű lemezollóval, erőszükséglet;
- a kivágás-lyukasztás elve, technológiája;
- a vágórés szerepe és meghatározásának módjai;
- a kivágás-lyukasztás erő-, munka- és teljesítményszükséglete;
- a lemezalakítás gépei.

## **9. Vezetőlapos kivágó-lyukasztó szerszámok jellemzése**

- a sávterv;
- a lemez helyzetét meghatározó szerszámelemek (lépéshatárolási módok);
- nyomásközéppont, vágólap szerkesztés;
- a vezetőlapos kivágó-lyukasztó szerszámok felépítése, az alkatrészek anyaga, hőkezelttségi állapota, tűrései;
- sorozatműködésű szerszám jellemzői.

## **10. Vezetőoszlopos kivágó-lyukasztó szerszámok jellemzése**

- a sávterv;
- a lemez helyzetét meghatározó szerszámelemek (lépéshatárolási módok);
- a vezetőoszlopos kivágó-lyukasztó szerszámok felépítése;
- alkatrészek szerepe, anyaga, hőkezelttségi állapota, tűrései;
- sorozatműködésű szerszám jellemzői.

### **11. A finomkivágás technológiája**

- a finomkivágás elve, vázlata;
- az ékgyűrű szerepe és kialakítása;
- finom kivágott darabok jellemzése;
- erőszükséglet.

### **12. A lemezek hajlításának technológiája**

- a lemez feszültségi és alakváltozási állapota hajlításkor (széles-vékony, keskeny-vastag lemez);
- a visszarugózás szerepe, okai, meghatározása, kiküszöbölésének módjai;
- erő- és nyomatékszükséglet;
- U és V alakú hajlítás: hajlító bélyeg és hajlító matrica kialakítása, a minimális hajlítási sugár.

### **13. Lemezmegmunkálás CNC megmunkáló központokon**

- a CNC vezérlés és az így működtett lemezmegmunkáló központok jellemzése, gazdaságossága;
- kivágás-lyukasztás (nibbelés);
- CNC hajlítás, élhajlítás;
- termikus vágási technológiák.

### **14. Különleges lemez és csőalakító technológiák**

- lemezek alakítása folyadéknnyomással;
- csövek alakítása folyadéknnyomással;
- poliuretán elasztomerek alkalmazása a lemezalakítás területén: hajlítás, kivágás-lyukasztás, mélyhúzás;
- nagy energiasűrűségű alakító technológiák: robbantásos és elektrohidraulikus ill. elektromágneses alakító eljárások.

### **15. A mélyhúzás fogalmai**

- a lemez feszültségi és alakváltozási állapota mélyhúzáskor;
- a ráncképződés oka, az edény falvastagságának alakulása;

Mélyhúzó szerszámok osztályozása:

- ráncgátló nélküli mélyhúzó gyűrűk;
- rugós és kényszer vezérlésű ráncgátló működése.

**16. A mélyhúzó technológia műveletekre bontása**

- a húzóműveletek számának meghatározása;
- a közbenső lágyítások helye a technológiában;

A mélyhúzás erőszükségletének komponensei:

- az erőszükséglet összetevői;
- közelítő számítási módok;
- a mélyhúzás erő- út diagramja, a húzórés szerepe és értékei.

**17. A hidegzömítő technológia jellemzése**

- alapesetek, geometriai jellemzők;
- erő- és munkaszükséglet;

Hidegzömítő szerszámok:

- osztatlan és osztott matricák;
- előzőmítő szerszám méreteinek meghatározása;
- tömör és rugós elő- ill. készre zömítő szerszámok kialakítása;
- egy- és kétnyomású hidegzömítő sajtó működése.

**18. Redukálás és rúdhúzás**

- a technológiák elve, vázlata, jellemzése és a gyakorlat szempontjából legfontosabb különbség;
- alakítás kúpos üregben, redukáló-/húzógyűrű optimális félkúpszöge;
- a redukálható, húzható átmérőviszony;
- a redukálás és tömör test előrefolytatásának összehasonlítása.

**19. Tömör és üreges test előrefolytatása, és a hátrafolytatás technológiája**

- a technológiák elve, vázlata, jellemzése, előgyártmányai;
- alakítás kúpos üregben, húzógyűrű optimális félkúpszöge;
- az anyag alakváltozási és feszültségi állapota;
- erőszükséglet meghatározása;

A folyató szerszám igénybevétele, technológiai adatok:

- a folyató matricát terhelő belső nyomás.

**20. Képlékenyalakítási feladatok megoldása végeelem módszerrel**

- a végeelem módszer előnye az átlagfeszültség módszerrel szemben;
- a végeelem módszer alapjai, jellemzése;
- a legfontosabb bemeneti paraméterek;
- eredmények kiértékelése

# Anyagvizsgálat

## Anyagvizsgálat 1.

- A szakítóvizsgálat elve, próbatestei, diagramja, meghatározható anyagi jellemzők. Különböző szakítódiagram-típusok.
- Pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatok. Működési elv, felhasználás.

## Anyagvizsgálat 2.

- Az ütőmunka és a fajlagos ütőmunka fogalma, meghatározása, nagyságát befolyásoló tényezők.
- Vékonyrétegek (<1 mm) vizsgálati lehetőségei. Keménység, anyagösszetétel, anyagfolytonosság.

## Anyagvizsgálat 3.

- A kifaradási határ fogalma, Wöhler-görbe értelmezése. A kifaradási határt befolyásoló tényezők ismertetése.
- Tisztaságvizsgálatok. Lépései, jelentősége, vizsgáló gépek működési elve.

## Anyagvizsgálat 4.

- Brinell keménységmérések (elve, szerszáma(i), a keménység meghatározása, golyóátmérő, terhelő erő, terhelési idő megválasztása, alkalmazási területe).
- Transzmissziós elektronmikroszkópos vizsgálatok. Működési elv, felhasználás.

## Anyagvizsgálat 5.

- Vickers keménységmérések (elve, szerszáma, a keménység meghatározása, terhelő erői, alkalmazási területe).
- Spektroszkópia, anyagösszetétel meghatározás különböző módszerei.

## Anyagvizsgálat 6.

- Rockwell keménységmérések: A; B; C (elve, szerszámai, terhelő erői(k); a keménység meghatározása, alkalmazási területeik).
- Röntgendiffrakciós (XRD) vizsgálatok, fizikai alapelve, működése, felhasználási területei.

### **Anyagvizsgálat 7.**

- Röntgenvizsgálatok (a rtg-sugárzás keletkezése, tulajdonságai, áthaladása ép és hibás anyagon, az intenzitásviszony fogalma és a kimutatására szolgáló eljárások (rtg-fényképezés, átvilágító ernyő).
- Nagy sebességű kamerás diagnosztika. Működési elv, felhasználás.

### **Anyagvizsgálat 8.**

- Ultrahang vizsgálatok (az ultrahang fogalma, keltése – a piezoelektromos jelenség, tulajdonságai. Ultrahangos anyagvizsgáló technikák: hangátbocsátásos módszer, hang-visszaverődéses módszer, (impulzusvisszhang módszer) (elvi elrendezési, felépítési vázlat, az energia kibocsátás időbeni vált., az ernyőkép ép és hibás darab esetén, a hiba helye és mérete, alk. területe).
- Termovíziós kamerák. Működési elv, felhasználás.

### **Anyagvizsgálat 9.**

- Mágneses repedésvizsgálatok (elve, mágnesezési eljárások, alk. területeik). Örvényáramos vizsgálatok.
- Endoszkópia. Típusok, működési elv, felhasználás.

### **Anyagvizsgálat 10.**

- Elektroinduktív vizsgálatok (mágneses osztályozás). Folyadékos repedésvizsgálatok (elve, alkalmazási területe).
- Biomimetika, annak szerepe az anyagtudományban!

### **Anyagvizsgálat 11.**

- Mikroszkópos vizsgálatok. Optikai képalkotás elve, lencsehibák. Metallográfiai mintaelőkészítés lépései. Metallográfiai minőségi és mennyiségi vizsgálatok ismertetése.
- Nanotechnológia. Jelentése, miben különbözik a tömbi anyagoktól. Nanoanyagok vizsgálati lehetőségei.

### **Anyagvizsgálat 12.**

- Lemezvizsgálatok. Ericcsen vizsgálat elve. Mélyhúzó vizsgálat. Fénycsíkanalízis.
- Habosított szerkezeti anyagok. Gyártásuk, jelentőségük, felhasználási területeik, vizsgálatuk.



# Hőkezelés

## 1. Az acélok átedződése

- az átedződő szelvényátmérő meghatározása elméletileg és kísérleti úton (Jominy-vizsgálat).

## 2. Az acélok lágyítási technológiái

- diffúziós izzítás,
- egyszerű lágyítás,
- átkristályosító lágyítás (technológiai paraméterei, alkalmazási területei)
- újrakristályosító lágyítás.

## 3. Kiválásos keményedés. feltételei,

- technológiája,
- keményedés magyarázata,
- alkalmazási területe,
- alumíniumötvözetek nemesítése.

## 4. Nemesítés (Edzés + magas hőm-ű megeresztés)

- feltételei,
- technológiája,
- tulajdonságok beállítása,
- edzési feszültségek

## 5. Nitridálási technológiák

- gáznitridálás (közege, paraméterei, a kéreg tulajdonságai),
- sófürdős nitridálás (közege, paraméterei, a kéreg tulajdonságai),
- Plazmanitridálás.

## 6. Izotermás hőkezelések

- lágyítás,
- austemperálás,
- martemperálás.

## **7. Felületi edzések, részleges hőkezelések**

- lángedzés (feltételei, technológiája),
- indukciós vagy nagyfrekvenciás edzés (feltételei, technológiája, paraméterei),
- hőkezelés nagyenergiájú sugarakkal (Lézeres edzés).

## **8. Betétedzés**

- cementálási technológiák jellemzése,
- cementálást követő hőkezelések.

# Hegesztés

## 1. Lánghegesztés elve, berendezései, technológiái.

Acetilén tárolási gondja. Nyomáscsökkentő felépítése és működése.

A hegesztőláng szerkezete. Balra hegesztés. Jobbra hegesztés.

Oxigén, Nitrogén és a hidrogén lehetséges forrásai acélok hegesztésekor és hatásuk a kötés tulajdonságaira. Maradó gáztartalom csökkentésének lehetséges módszerei.

## 2. Bevonat elektródás ívhegesztés

Az ívhegesztés elméleti alapjai (elektronemisszió, ionizáció, az ívoszlop feszültségesése, az ívhegesztés ömlesztő folyamata, a villamos ív statikus jelleggörbéje).

Az elektródák jelölése, a bevonat szerepei. Az elektróda kiválasztásának főbb szempontjai.

## 3. Az ívhegesztés áramforrásai.

Főbb követelmények Statikus jelleggörbék. Terhelhetőség.

Hegesztő transzformátorok és szabályozási lehetőségeik. Hegesztő egyenirányítók. Hegesztő inverterek.

## 4. Semleges védőgázos volfrám elektródás ívhegesztés.

Mutassa be az eljárásnál használt főbb védőgázokat, elektród- és hozaganyagokat. Technológiai paraméterei, munkarendi adatai.

Különböző polaritások, egyenáramú AWI, váltakozó áramú AWI. Impulzus AWI.

## **5. Fogyóelektródás védőgázos ívhegesztés.**

Mutassa be az eljárásnál használt főbb védőgázokat.

Az eljárás alkalmazási területe. Hőbevitel számítása.

Technikai, eljárásváltozatai, főbb munkarendi adatai. Hozaganyag átviteli módok és hatásuk a varrat geometriára.

## **6. Fedett ívű hegesztés**

Elve, előnye-hátrány, főbb paraméterei. Gyökbiztosítási módok.

Hegfűrdő kristályosodási folyamata, koncentrációs túlhűtés kialakulása és hatása a varrat szövetszerkezetére.

## **7. Salakhegesztés**

Elve, előnye-hátrány. Alkalmazási területe. Hegesztett kötésben kialakuló repedések típusai, képződési mechanizmusai, repedésképződésre ható tényezők, repedési hajlam mérséklésének lehetőségei.

## **8. Ellenállás hegesztés**

Ponthegesztés (elve, technológiája, munkarend, alkalmazási területe, paraméterei)

Dudorhegesztés. Vonalhegesztés.

Hegesztett kötés szilárd fázisában végbemenő folyamatok, a hegesztett kötés hőhatásövezetének szerkezete acélok és alumínium esetén.

## **9. Termikus és termokémiai vágás és darabolás.**

Alapfogalmak. A lángvágás elve, berendezései, alkalmazhatósága.

A plazmavágás elve, alkalmazhatósága. Lézervágás elve, alkalmazhatósága.

#### **10. Az alumínium hegesztése.**

Az alumínium hegesztés problémái,  
Az oxid eltávolítás lehetőségei,  
Váltakozó áramú AWI hegesztés.

#### **11. Nagy széntartalmú acélok hegesztése.**

Nemesíthető acélok hegesztése. A szerszámacélok hegesztési problémái.  
Hegesztett szerkezetek hőkezelése.

#### **12. Lézerhegesztés.**

Mutassa be az eljárásnál használt főbb védőgázokat.  
Az eljárás alkalmazási területe, technológiája, paraméterei.  
Technikái.

#### **13. Hegesztés gépesítése.**

Gépesített hegesztés bemutatása.  
Robotok mozgásvezérlési módjai.  
Robotprogramozás lehetőségei.

#### **14. Hegesztett kötések roncsolásmentes anyagvizsgálata**

Roncsolásmentes vizsgálatok ismertetése röviden, meghatározható hibák típusa.  
Szemrevételezéses vizsgálat. Penetrációs vizsgálat, Ultrahang vizsgálat, Radiográfiai vizsgálat.

#### **15. Hegesztett kötések roncsolásos anyagvizsgálata**

Roncsolásos vizsgálatok ismertetése röviden, meghatározható hibák típusa.  
Keresztszakítóvizsgálat, Hajlító vizsgálat. Keménységmérés. Ütővizsgálat.

# Minőségügy

## 1. Minőségügyi alapelvek

- minőség, minőségi követelmények, megfelelőség, nemmegfelelőség, hiba
- ISO 9001:2015 szabvány
  - alapelvei
  - minőségügyi alapelvei

## 2. Minőségmenedzsment

- minőségmenedzsment-rendszer és annak folyamatai, szabványai
- minőségpolitika, minőségpolitikai nyilatkozat
- minőségcélok

## 3. Minőségmenedzsment-rendszer dokumentumai

- dokumentálási szempontok
- minőségügyi dokumentumok osztályozása
- dokumentumkezelés

## 4. Folyamatok és szabályozásuk

- Folyamatok osztályozása
- Folyamatszabályozási ismeretek
- PDCA-ciklus

## 5. Kockázatalapú gondolkodásmód

- kockázat, biztonság, esély
- kockázatok csoportosítása
- kockázatmenedzsment

## 6. Kockázatkezelés

- kockázati szintek
- kockázatelemzés
- FMEA (célja, típusai, alkalmazási területe)

## 7. Erőforrások

- erőforrások fajtái és szerepe
- információ-menedzsment
- kommunikáció
- tudás, felkészültség – kompetencia-mátrix



#### **8. Mérés, mérőeszközök**

- mérés, mérési bizonytalanság
- mérőeszközök minősítése

#### **9. Mérőeszköz-felügyelet**

- mérőeszköz-felügyelet feladatai, követelmények
- mérőeszközök kiválasztása, beszerzése, rendszerezése, tárolása
- mérőeszköznnyilvántartás
- hitelesítés, kalibrálás

#### **10. A szervezet és környezete**

- szervezet jellemzői, céljai, erőforrásai
- szervezettípusok
- szervezet külső és belső környezete

#### **11. A szervezet vezetése**

- vezetési stílus, elkötelezettség
- vevőközpontúság
- minőségpolitika
- szervezeti szerepek, felelősségek, hatáskörök

#### **12. Innováció**

- innováció fogalma és típusai
- termékfejlesztés, terméktervezés folyamata
- folyamatos fejlesztés célja és eszközei

#### **13. Külső forrásból származó folyamatok, termékek, szolgáltatások**

- beszállító, alvállalkozó, megbízott
- beszerzési menedzsment és stratégiák
- beszállítói rendszer kialakítása, működtetése
- külső közreműködők csoportosítása

#### **14. Beszállítók, alvállalkozók minősítése**

- beszállítói auditprogram
- súlypontjegyzék, ellenőrzőlista, kérdésjegyzék
- beszállítók, alvállalkozók kiválasztása, értékelése



**15. Folyamatok elemzése és értékelése**

- minőségképességi mutatók
- statisztikai folyamatszabályozás

**16. Termékek ellenőrzése**

- átvételi, folyamatközi és végellenőrzés
- vezetői ellenőrzés
- nemmegfelelőség, helyesbítő tevékenység

**17. Minőségtechnikák**

- Pareto elemzés
- hisztogramok
- ötletroham
- Ishikawa diagram
- szabályozó kártyák

**18. Benchmarking módszer**

- Benchmarking fogalma, típusai
- Benchmarking folyamata
- Benchmarking előnyei

**19. Vevő szerepe, jelentősége**

- vevői kapcsolattartás
- vevői elégedettség és mérése
- reklamáció- és panaszkezelés

**20. Menedzsment-rendszer auditálása**

- auditok célja és csoportosítása
- audit személyi erőforrásai
- auditprogram (előkészítés, végrehajtás, audit utáni feladatok)

# Gépgyártástechnológia

1. A gyártás gazdasági jellemzői, technológiai folyamatai
  - normaidő
  - gyártási költség
  - A technológiai folyamat rendszerjellemzői
2. A forgácsképződés folyamata, a forgácsolási hő
  - a forgácsképződés mechanizmusa és annak vizsgálata
  - forgács-alakváltozási tényező
  - a forgácsolási hő keletkezésének okai, forrásai és befolyásoló tényezői
  - a forgácsolási hőmérséklet meghatározásának módjai
3. Az esztergálás forgácsolási viszonyai, szerszámai és technológiája
  - forgácsleválasztási viszonyok, forgácsolóerő, éltartam
  - az esztergálás szerszámai, anyaguk és kialakításuk
  - a megmunkált felület minősége
4. A fúrás forgácsolási viszonyai, szerszámai és technológiája
  - a csigafúróval történő megmunkálás forgácsleválasztási viszonyai, forgácsolóerő, nyomaték
  - a csigafúró kialakítása, élgeometriája
  - fúrás keményfém váltólapkás telibefúró szerszámmal
5. Az üregelés forgácsolási viszonyai, szerszámai és technológiája
  - az üregelés alkalmazási területe és változatai, a forgácsleválasztás mechanizmusa
  - húzó üregelőszerszámok anyaga, szerkezete és élgeometriája
  - technológiai adatok és körülmények
6. A marás forgácsolási viszonyai, szerszámai és technológiája
  - forgácsleválasztás, forgácsolóerő, éltartam
  - maró szerszámok kialakítása, élgeometriája
  - váltólapkás marófejek szerkezete
7. A köszörülés forgácsolási viszonyai és szerszámai
  - Forgácsleválasztási viszonyok köszörüléskor
  - köszörűkorongok anyagai, jellemző adatai
  - hagyományos és szuperkemény szemcsézetű köszörűkorongok
8. Hengeres fogaskerekek megmunkálása lefejtő eljárással
  - a fésűkéses (Maag) eljárás technológiája, szerszámai, alkalmazási területe
  - a metszőkerekes (Fellow) eljárás szerszámai, technológiája, alkalmazási területe
  - a Pfauter-eljárás technológiája, szerszáma, alkalmazási területe

9. Külső és belső hengeres, valamint sík felületek finommegmunkálásának technológiája
  - dörzsköszörülés (hosszú löketű hónolás)
  - tükrösimitás (rövid löketű hónolás)
  - tükrösítés (leppelés)
  - fényesítés
10. Termikus és elektrokémiai anyagleválasztás
  - elektroeróziós megmunkálás (tömbelelektrodás és huzalelektrodás szikraforgácsolás)
  - lézeres megmunkálás
  - elektrokémiai megmunkálások: alaksüllyesztés és köszörülés (elizálás)
11. Környezetkímélő és modern gyártástechnológiák
  - a hűtés-kenés jellemzői
  - minimálkenés, szárazmegmunkálás
  - HSC megmunkálás
  - HP megmunkálás
12. Szereléstecnológiai alapok
  - a szerelés helye a gyártási folyamatban
  - a szerelési családfa és a darabjegyzék
  - szerelэшhelyes konstrukció
13. A szerelő rendszerek osztályozása
  - munkadarabok mozgása szerint
  - térbeli elrendezés szerint
  - szerelés üteme szerint
  - a szerelő rendszerek elemei
14. Szerelt kötések és méretláncok
  - alakkal záró kötések
  - erővel záró kötések
  - anyaggal záró kötések
  - szerelési méretláncok
15. Szerszámgépek szerkezete
  - Szerszámgépek szerkezetének funkciói (két fő funkció).
  - Szerszámgépek szerkezeti felépítése.
  - Szerszámgépek szerkezetével szemben támasztott tervezési követelmények.
  - Termelékenység
  - Pontosság
  - Környezetvédelem
  - Szerkezeti elemek tervezésének célja és mérőszámai: tömeg, statikus merevség, kritikus fogásmélység

16. Szerszámgépek szerkezeti anyagai
  - Szerkezeti anyagokkal szemben támasztott követelmények.
  - Anyagi jellemzők (tömeg, merevség, csillapítás) változásának hatása a sajátfrekvenciára és kritikus fogásmélységre.
  - Tipikus anyagok és azok előnyei és hátrányai (öntöttvas és acél, polimer beton, gránit, kompozitok, kerámia, hibrid anyagok).
  - Aktív elemek.
17. Megmunkáló központok
  - Csoportosítás:
    - Általános csoportosítás.
    - Soros kinematikájú gépek csoportosítása.
  - Automatikus szerszámcseré fajtái.
  - Szerszámtárok fajtái.
  - Automatikus palettacsere fajtái.
  - Automatikus marófej csere elve.
  - 5-tengelyes megmunkáló központok fajtái (LLRR, RRRR, RRRR) és azok jellemzői.
  - Két golyós orsós szánmozgatás elve, alkalmazási esetei (mozgatás tömegközéppontban, deformáció kompenzálás).
18. Készülékek feladata és azok szabványos elemei
  - Készülékek gazdasági mutatói
  - 6 pont szabály
  - ülékek felosztása és csoportosítása
  - csapos és lapos ülékek fajtái alkalmazása
19. Ütköztetés, központosítás és tájolás
  - Helyzetmeghatározás különböző típusai (egy és többirányú)
  - Központosító csapok és tüskék
  - Prizmás központosító és tájoló szerkezetek
  - Két lyuk bázis tájolás
20. Munkadarabok szorítása
  - A szorító erő meghatározása
  - A szorító erő által előforduló túlhatározási problémák
  - Ülékre való szorítás elve
  - Legkisebb hajlítókarak elve
  - Határvonalon belüli szorítás elve
  - Kitérő torzulás elve
  - Kézi és gépi szorítás ismertetése

## Számítógéppel integrált gyártás

1. A CNC programozás geometriai alapjai
  - az elfordulási és elmozdulási irányok rögzítése derékszögű jobbsodrású koordinátarendszerben, síkválasztás (G17, G18, G19)
  - gépi-, munkadarab- és lokális koordinátarendszerek (G52), polárkoordináta interpoláció (G12.1, G13.1) hengerkoordináta rendszer (G7.1)
  - CNC gépek viszonyítási pontjai, jelölésük
  - gépi nullpont, referenciapont kapcsolata, munkadarab nullapont
  - szerszámbemérés, szerszámkorrekció, szabályos élgeometriájú szerszámok programozott pontjának értelmezése
  - ekvidisztáns fogalma
2. A CNC gépek fő részei, helyzetszabályozás CNC gépeken
  - gépágy, vezetékek, mozgatóorsók, lineáris motorok, egyéb hajtómotorok
  - CNC gépek szerszámtára, szerszámcsereelő, szerszámbemérés gépen kívül és gépen belül, helycímes és szerszámcímes rendszerek
  - helyzetszabályozás fogalma, útmérők csoportosítása
  - növekményes és abszolút elven működő útmérők (induktosyn, kódolt forgójeladó)
3. A CNC vezérlés elméleti alapjai
  - a számvezérlés elve, típusai
  - az interpolátor feladata
  - információáramlás CNC gépen
  - CNC gépek alkalmazási területe
  - az alkatrész gyártás folyamata CNC szerszámgépen
4. CNC vezérlésű esztergagépre történő technológiai tervezés
  - az NC program felépítése, cím, mondat, szó
  - egyenesek (G01) és körívek programozása (G2, G3) I, J, K vektorok segítségével
  - síkbeli metszéspontszámítások (A - ,C - ,R és Q címek értelmezése)
  - ráállás a kontúrra, kontúresztergálás fogalma, szerszámsugár-korrekció (G40, G41, G42,) bekapcsolásának és kikapcsolásának esetei
5. CNC vezérlésű esztergagépen futtatható fontosabb esztergáló ciklusok
  - főprogram és alprogram kapcsolata, alprogram hívás menete,
  - egyszerű ciklusok (G77, G79)
  - összetett ciklusok értelmezése (G70, G71, G72, G73, G74, G75)
  - egyszerű- és több lépéses menetvágó ciklusok (G78, G76, G33)
  - jobbos menet gyártása hátsó késtartóval rendelkező gépen (M03, M04 főorsó forgással)

6. CNC vezérlésű marógépekre történő technológiai tervezés
  - a megmunkálási fősíkok értelmezése marásnál
  - koordinátarendszerek (G90, G91, G15, G16, G52)
  - kontúrra állás, kontúrelhagyás, kontúrkövetés
  - sarokív programozás G39
  - segéd- és vegyes funkciók (fontosabb M kódok bemutatása)
  - szerszámbeérés, szerszámkorrekció (G43), szerszámváltás stratégiája
  - transzformációs eljárások: (G68, G51, G51.1, G92)
7. Fúróciklusok alkalmazása CNC vezérlésű szerszámgépen
  - általános fúróciklus felépítése
  - írja le az alábbi fúróciklusok címláncát (G80, G81, G82, G83, G83.1, G85, G98, G99)
  - fúrás folyamata CNC vezérlésű esztergán
  - menetfúró ciklusok kiegyenlítő betéttel (G84, G74)
  - menetfúró ciklus kiegyenlítő betét nélkül (G84.2, G84.3)
  - furatképek gyártásának technikája egyenes mentén és lyukkörön
8. A paraméteres-, makro programozás és „C” tengelyes megmunkálás
  - a paraméteres- és makro programozás értelmezése, a paraméterek alkalmazásának főbb szabályai
  - paraméteres programozás bemutatása ciklusszervezéssel
  - a programnyelv változói, típusai (lokális-, globális-, rendszerváltozók)
  - lehetséges műveletek a regiszterek tartalmával, makro-hívás változatai
  - paraméteres programozás bemutatása példákon keresztül
  - példák „C” tengelyes megmunkálásokra
9. Felületek- leírása, modellezése
  - drótvázaz-, test- és felületmodellek jellemzése
  - translációs-, vonal- és szobor felületek értelmezése
  - síkbeli geometriai alakzatok leírása, analitikus és nem analitikus görbék (Bézier görbe, string, spline, polinom)
  - felületek leírása, származtatása (forgatás, extrudálás, görbehálóra feszített és kompozit felületek)
10. CAD/CAM rendszerek felhasználása a tervezésben és gyártásban
  - a CIM moduljai, értelmezése (MIS, CAD, CAPP, PPS, CAM, CAQ)
  - számítógéppel segített technológiai tervezés folyamata
  - a CAD modul felépítése: konzervformák, elemek képzése, formák képzése, transzformációk, könyvtár modul feladata
  - a CAM modul felépítése: előgyártmány, szerszám és anyagválasztás, ráállási lehetőségek a kontúrra, fogásvétel lehetséges módozatai
  - 2-2,5-3-4-5 tengelyes megmunkálás definiálása, a „rotációs mozgás” célja
  - CNC program posztprocesszálása, a gyártás animálásának folyamata, célja

11. A digitális tervezés és gyártás folyamata
  - definiálja és csoportosítsa a digitális gyártást (gyártás és szerelés, szinkronmodellezés, gyártástervezés, gyártási logisztika, gyártásautomatizálás stb.)
  - a Siemens PLM szoftver bemutatása (Tecnomatix)
  - a digitális tervezés és a digitális gyártás kapcsolata
  - szerszámgép modellezés (szerszámgép digitalizálása), gyártásmodellezés virtuális térben (a témával kapcsolatos példák a tanszékről)
12. Az alaksajátosságokra alapozott tervezés alapjai
  - a testmodellezés korlátai, a sajátosságokra alapozott modellezés, alapfogalmak
  - a gyártástechnológiai alaksajátosságok osztályozása
  - az alaksajátosságok geometriai és szemantikai értelmezése
  - attribútumok kezelése, alaksajátosságok típusai, csoportosítása
  - az alaksajátosságokkal való modellezés elvei
  - a “Design with features” elnevezés lényege
13. Simítási stratégiák „CAM”-ben
  - az elméleti és a valós szerszámpálya, valamint a simításnál használt alapfogalmak értelmezése
  - a felületi érdekességet befolyásoló tényezők simításnál
  - simítási technikák (pl.: raszterminta-, radiális-, spirális minta alapján, 3D ofszet-simítás, „Z” irányú simítás, maradék marás elve), fogásvételi technikák,
  - projekciós simítás (sík, egyenes, körkörös), 4-5D-s felületek simítása
  - szabad térbeli felület befejező megmunkálása gömbvégű maróval (edzett és nem edzett állapotú felületek simítómarása)
14. Konkurens termékfejlesztés folyamata
  - számítógépes technikák a gépészeti tervezésben
  - a „Reverse Engineering” tervezés folyamata (felhasználási példák)
  - a konkurens termékfejlesztés lépései
  - az életszakaszok és a termékmodell kapcsolata
  - az RP technika bemutatása (az „.stl.” fájl definiálása), fontosabb RP technikák (SLA, SLS, FDM, LOM, 3Dnyomtatás, szeletelő marás)
  - a DFM és a DFA módszerek értelmezése

# Mechatronika

(2013. előtt kezdett hallgatóknak)

1. a. PLC-s vezérlések dokumentálása:
  - erősáramú kapcsolási rajzok,
  - PLC ki- és bemenetek,
  - pneumatika, hidraulika.b. Robotok fogalma, osztályozása:
  - osztályozás koordináta rendszerek szerint,
  - osztályozás felhasználás szerint,
  - osztályozás a vezérlési mód szerint.
2. a. Szabályozási feladatok PLC-vel:
  - PID szabályozás elve,
  - OMRON PID és PIDAT utasítás alkalmazása.b. Koordináta rendszerek:
  - világkoordináta rendszer,
  - báziskoordináta rendszer,
  - felhasználói koordináta rendszer,
  - tárgykoordináta rendszer.
3. a. Pneumatikus és villamos arányos technika:
  - pneumatikus arányos hajtás,
  - hidraulikus szervohajtás.b. Pontvezérlésű (PTP) robotok jellemzése:
  - pontvezérlés fogalma,
  - csuklókaros PTP szöghelyzeteinek értelmezése rajz segítségével,
  - szöghelyzetek változásainak időbeli függvényei, jellemzői,
  - robotok általános irányítási algoritmusa.
4. a. Homogén geometriai transzformáció:
  - merev test homogén geometriai transzformációja,
  - Denavit-Hartenberg direkt geometriai transzformáció.b. Multipoint vezérlésű robotok jellemzése:
  - multipoint vezérlés fogalma,
  - csuklókaros MP szöghelyzeteinek értelmezése rajz segítségével,
  - szöghelyzetek változásainak időbeli függvényei, jellemzői robotok,
  - általános irányítási algoritmusa.



5. a. Merev rendszerek dinamikája:
  - tömegredukció egyenes mozgást végző rendszerben,
  - tömegredukció forgó mozgást végző rendszerben,
  - mozgásegyenlet.b. Pályavezérlésű CP robotok jellemzése:
  - pályavezérlés fogalma,
  - csuklókaros CP szöghelyzeteinek értelmezése rajz segítségével,
  - szöghelyzetek változásainak időbeli függvényei, jellemzői robotok általános irányítási algoritmusai.
6. a. Rugalmas rendszerek dinamikája:
  - egy szabadságfokú csillapított rendszer,
  - több szabadságfokú rendszerek,
  - mozgásegyenlet megoldása szimulációs programmal.b. Útraszteres és időraszteres interpoláció elve:
  - útraszteres interpoláció értelmezése,
  - időraszteres interpoláció értelmezése, jellemzői.
7. a. Elektropneumatikus rendszerek PLC-s vezérlése:
  - PLC fogalma,
  - felépítése, programozási nyelvek.b. Pozíció, orientáció és a kísérő koordináta-rendszerek fogalma:
  - csukló koordináta-rendszer,
  - szerszám koordináta-rendszer,
  - TCP fogalma, értelmezése.
8. a. OMRON PLC-k:
  - PLC felépítése,
  - memóriaterületek
  - létradiagramos programozás (tárak, időzítők, számlálók).b. A robotprogramozás módszerei:
  - direkt programozási módszerek,
  - indirekt programozási módszerek,
  - vegyes programozás.

9. a. Siemens S7 PLC -k:
  - felépítése,
  - létradiagramos programozás (tárak, időzítők, számlálók.),
  - SFC.b. Robotprogramozási nyelvek elemei, struktúrája:
  - robotprogramozási nyelvek,
  - környezeti modell,
  - mozgásvezérlő utasítások.
10. a. Villamos hajtások:
  - forgómezős motorok,
  - forgómezős motorok PLC-s irányítása.b. Robotprogramozási nyelvek elemei, struktúrája:
  - effektorvezérlő utasítások,
  - paraméteres effektorvezérlő utasítások.
11. a. Frekvenciaváltók elvi működése:
  - blokkvázlat,
  - kommunikáció.b. A RAPID programnyelv:
  - struktúrája,
  - rutinjai, és programvégrehajtás.
12. a. AC szervohajtás felépítése:
  - abszolút és relatív pozicionálás (PLS2, ORG utasítások)
  - nullpontkeresés.b. A RAPID programnyelv alapelemei:
  - adat-, és változótípusok,
  - mozgásvezérlő utasítások felépítése.
13. a. Pneumatikus hengerek relés vezérlése:
  - lépésdiagram,
  - üzemmódok,
  - tárolólánc és kimenetek.b. A RAPID programnyelv programvezérlő utasításai:
  - FOR ciklus, WHILE ciklus,
  - GOTO, IF alkalmazása,
  - WaitTime.

14. a. Sűrített levegő előállítása és a munkahelyi levegő előkészítés:
- szűrő,
  - olajozó,
  - nyomásszabályozás.
- b. A RAPID programnyelv mozgásvezérlő utasításai, digitális jelkezelés:
- MOVEJ, MOVEL, MOVEC működése,
  - SET, RESET, PULSE, WaitDI utasítások működése.
15. a. Pneumatikus munkahengerek kialakítása:
- statikus terhelés,
  - dinamikus terhelés.
- b. Adat és jelcsere a RAPID programnyelvben:
- Teach Pendant törlése, írása, olvasása, adatbevitel vezérlése.
16. a. Léptetőmotoros hajtás PLC-s irányítása:
- léptetőmotor működési elve,
  - nyomatéki karakterisztikája.
- b. Mérőrendszerek (DAQ) fogalma:
- mérőrendszerek jellemző felhasználási területei,
  - mérés emberi erőforrással, automatikus mérés,
  - egyszerű és sokcsatornás mérőrendszer.
17. a. Biztonsági kétkezes indítás:
- pneumatikus elemekkel,
  - reléekkel,
  - PLC-vel.
- b. Számítógépes mérőrendszer:
- számítógépes mérőrendszer felépítése,
  - kommunikációs protokollok jellemzése (GPIB, RS232/RS485/RS422, USB).
18. a. A/D átalakítók:
- mintavétel, kvantálás,
  - A/D konverter működése, átviteli karakterisztikája.
- b. Hidraulikus körfolyamok:
- zárt körfolyamok,
  - nyitott körfolyamok.

19. a. D/A átalakítók:

- D/A konverter működése, átviteli karakterisztikája.

b. Hidraulikus útirányító elemek:

- útirányító elemek fajtái,
- elővezérelt szelepek működése,
- működtetési módok.

20. a. Mérési információt átvivő lánc:

- analóg jelfeldolgozási lánc jellemzése,
- digitális jelfeldolgozási lánc jellemzése,
- hibrid jelfeldolgozási lánc jellemzése.

b. Áramirányító elemek:

- áramirányító elemek csoportosítása,
- áramállandósító szelep működése, alkalmazása,
- a terhelésfüggetlenség bizonyítása,
- Q-p karakterisztika és értelmezése.

21. a. Mérésadat feldolgozás:

- on-line feldolgozás,
- off-line feldolgozás,
- real-time, pipe-line, batch adatfeldolgozás.

b. Energia átalakítók veszteségei:

- veszteségmodellek, hatásfokok,
- összh hatásfok.

22. a. Mérőrendszerek topológiái:

- radiális, soros, sín szervezés jellemzői.

b. Hidraulikus akkumlátorok:

- akkumlátorok feladatai, fajtái,
- akkumlátoros körfolyam.

23. a. Párhuzamos és soros adatátvitel:

- párhuzamos és soros adatátvitel jellemzése, alkalmazása,
- az információ átvitel iránya.

b. Hidraulikus rendszerek méretezésének alaptörvényei:

- Pascal törvény, Torricelli egyenlet,
- kontinuitás tétele,
- folyadékáram és hidraulikus teljesítmény.

24. a. A hidraulikus hajtás jellemzői:

- összehasonlítás a pneumatikus, villamos, mechanikus hajtásokkal,
- a hidraulikus hajtás blokkvázlata, energiafajták (teljesítmények) átalakítása.

b. A FRAMEWORK adatkapcsolati rétege, kommunikáció programozása:

- DATALINK felületei
- felhasználási lehetőségek.

25. a. Élszámlálás, alakzat felismerés:

- pixelgrafikon értelmezése,
- az él értelmezése, kontraszt, kontrasztküszöb,
- alakzat felismerés programozása, alkalmazási lehetőségei.

b. Nyomásirányító elemek működése, karakterisztikája:

- direktvezérlésű nyomáshatárolók,
- elővezérelt nyomáshatárolók, az elővezérlés fogalma.

26. a. Áramirányító elemek:

- áramirányító elemek csoportosítása,
- fojtószelepek fajtái,
- terhelésfüggőség bizonyítása, a Q-p és v-Ft karakterisztikák.

b. Alakzat felismerés fogalma:

- mintaillesztés,
- alakfelismerési törvényszerűségek,
- alakzatcsoportosítási szabályok.

27. a. Hidraulikus energia átalakítók:

- energia átalakítók csoportosítása,
- az egyes típusok vázlata, működése.

b. Képi információ feldolgozás alapfogalmai:

- képfeldolgozás, alakfelismerés, képfelismerés, mérés, kiértékelés,
- kontraszt, kontrasztküszöb,
- geometriai felbontás,
- intenzitás felbontás,
- színelbontás, színárnyalat, világosság, telítettség.

28. a. Hidraulikus ellenállások veszteségei:

- áramlási irány változásából keletkező veszteségek,
- hőtermelés.

b. Képfelvevő rendszerek alkalmazástechnikája:

- felvételt készítés,
- megvilágítás, expozíció,
- objektív típusok.

29. a. Hidraulikus tápegységek:

- szűrők csoportosítása, szennyeződések forrásai,
- hidraulikus energiaközvetítő folyadékok,
- tápegység szerelvényei, tartozékai.

b. Mérőrendszerek programozása, alkalmazástechnikája (GENIDAQ, LABVIEW):

- hardverek, kommunikációs lehetőségek
- programfejlesztés felületei, eszközei.

# Hidraulika-Pneumatika

- 1 a.** A sűrített levegő tulajdonságai, előállítása, levegő előkészítés, veszteségek. Energiaátalakítás folyamata, tápegység.  
**b.** Hidraulikus hajtás tulajdonságai, alkalmazástechnikája, rendszer felépítése, tervezése, energiaátalakítás folyamata.
- 2 a.** Pneumatikus végrehajtó szervek, statikus és dinamikus terhelés. Lökétvégi csillapítás.  
**b.** A hidraulika alaptörvényei: Pascal törvény, kontinuitás tétele, folyadékáram és hidraulikus teljesítmény.
- 3 a.** Pneumatikus irányítóelemek: nyomásirányítók, útirányítók, áramirányítók.  
**b.** Veszteséges áramlás. Hidraulikus ellenállások veszteségei, termikus veszteségek.
- 4 a.** Pneumatikus időtagok és alkalmazásuk.  
**b.** Energiaátalakítók veszteségi modelljei, veszteségei, hatásfokok, összhatásfok.
- 5 a.** Logikai elemek ismertetése és kapcsolástechnikája.  
**b.** Körfolyamok típusai: nyitott és zárt körfolyamok. Állandó és változtatható munkatérfogatú energiaátalakítókkal megépített körfolyamok és karakterisztikáik.
- 6 a.** Ismertesse a kettős működésű munkahenger levegőfogyasztását  
**b.** Önszabályozó szivattyú működése, vezérlése, karakterisztikája.
- 7 a.** Pneumatikus vezérlési rendszerek üzemmódjai.  
**b.** Irányítóelemek csoportosítása, a közvetlen és elővezérlés fogalma.
- 8 a.** Elektropneumatikus vezérlések üzemmódjai (automata, félautomata, manuális).  
**b.** Útirányító elemek, vezérelt visszacsapó szelep, zuhanásgátlás. Útirányító elemek karakterisztikája.
- 9 a.** Elektropneumatikus vezérlések érzékelői, relés vezérlés és alapkapcsolásai.  
**b.** Nyomásirányító elemek csoportosítása, Bernoulli egyenlet, Torricelli egyenlet, az átáramló folyadékmennyiség levezetése.

**10 a.** Irányítórendszer felépítése relés vezérléssel.

**b.** Direkt és elővezérelt nyomáshatároló. A nyitónyomás és szelepállandó levezetése, Taylor polinom, vezérlési érzékenység, hidraulikus vezetőképesség, karakterisztikák.

**11 a.** Lépésdiagram, állapotdiagram, működési diagram.

**b.** Direkt és elővezérelt nyomásszabályozó. A szelepállandó levezetése, Taylor polinom, karakterisztikák.

**12 a.** Irányítóelemek csoportosítása (útszelepek, elzárószelepek, áramirányítók, nyomásirányítók).

**b.** Áramirányító elemek: fojtó és finomfojtó. Axiálisan réselt és kúpos fojtószelep folyadék-áramának, erősítési tényezőjének levezetése. A fojtószelepes sebességirányítás terhelésfüggésének bizonyítása, karakterisztikák.

**13 a.** Négyhengeres ciklus felépítése relés terv segítségével.

**b.** Áramirányító elemek: áramállandósító. A tolattyú statikus egyenlete, folyadékáram, a terhelésfüggetlenség bizonyítása, karakterisztikák.

**14 a.** Pneumatikus lineáris hajtások, dugattyúrúd nélküli munkahengerek

**b.** Szivattyúk csoportosítása. Fogaskerék szivattyú, lapátos szivattyú, radiáldugattyús szivattyú, axiáldugattyús szivattyú rajza, működése.

**15 a.** Hidropneumatikus hajtások.

**b.** Motorok csoportosítása. Fogaskerékes motor, lapátos motor, radiáldugattyús motor, axiáldugattyús motor, hengerek rajza, működése.

**16 a.** Hibakeresés és karbantartás pneumatikus rendszerekben.

**b.** Akkumulátorok, szűrők, tápegységek és tartozékai.

## **Irodalomjegyzék**

1. Dr. Lajtai Iván: Pneumatikus berendezések irányítása, Kecskemét 2008., KF-GAMFFK-H-380
2. Dr. Csernyánszky Imre: Pneumatikus irányítástechnika, Kecskemét 2000., GAMF H-215
3. Dr. Csernyánszky Imre: Pneumatikus irányítástechnika Programvezérlések, Kecskemét 1990., KF-GAMFK-H-215
4. Hegedűs Zoltán: Hidraulika, Kecskemét 2010., KF-GAMFK-H-397



5. <http://hegedus.gamf.hu>

# Robottechnika és Ipari Irányítástechnika

- 1 a.** Jelkezelő alapkapsolások műveleti erősítővel: követő, invertáló, összeadó, kivonó áramkörök és alkalmazásaik.  
**b.** Robotok fogalma, osztályozása: osztályozás koordináta rendszerek szerint, osztályozás felhasználás szerint, osztályozás a vezérlési mód szerint.
- 2 a.** Hőmérséklet- és nyomásérzékelők: mérési elvei, kiviteli formáik, alkalmazásaik.  
**b.** Koordináta rendszerek: világkoordináta rendszer, báziskoordináta rendszer, felhasználói koordináta rendszer, tárgykoordináta rendszer.
- 3 a.** Szenzorok: csoportosítása, karakterisztikák, hibák, kimeneti elektromos mennyiségek típusai.  
**b.** Pontvezérlésű (PTP) robotok jellemzése: pontvezérlés fogalma, csuklókaros PTP szöghelyzeteinek értelmezése rajz segítségével, szöghelyzetek változásainak időbeli függvényei, jellemzői, robotok általános irányítási algoritmusa.
- 4 a.** Mérőkapcsolások: Wheatstone-híd, az áramfigyelő ellenállás, műszererősítők.  
**b.** Multipoint vezérlésű robotok jellemzése: multipoint vezérlés fogalma, csuklókaros MP szöghelyzeteinek értelmezése rajz segítségével, szöghelyzetek változásainak időbeli függvényei, jellemzői robotok, általános irányítási algoritmusa.
- 5 a.** Helyzetérzékelők: ipari közelítésérzékelők mérési elvei, kiviteli formáik és alkalmazásaik.  
**b.** Pályavezérlésű CP robotok jellemzése: pályavezérlés fogalma, csuklókaros CP szöghelyzeteinek értelmezése rajz segítségével, szöghelyzetek változásainak időbeli függvényei, jellemzői robotok általános irányítási algoritmusa.
- 6 a.** Szenzorok és aktuátorok definíciója, követelményei, általános felépítése, kimeneteinek típusai, jellemzői, főbb típusai.  
**b.** Útraszteres és időraszteres interpoláció elve: útraszteres interpoláció értelmezése, időraszteres interpoláció értelmezése, jellemzői.
- 7 a.** Speciális PLC ki- és bemenetek: tulajdonságaik, alkalmazási területeik, alkalmazásuk egy-egy mintapéldán.  
**b.** Pozíció, orientáció és a kísérő koordinátarendszerek fogalma: csukló koordináta-rendszer, szerszám koordináta-rendszer, TCP fogalma, értelmezése.

- 8 a.** Terepi buszrendszerek: követelményei, típusai, jellemzői, fizikai közegei, topológiái, címzési módjai.
- b.** A robotprogramozás módszerei: direkt programozási módszerek, indirekt programozási módszerek, vegyes programozás.
- 9 a.** PROFIBUS-DP hálózatok: jellemzői, fizikai közege, logikai és fizikai topológiája, címzési módja, jelisméltó eszközei.
- b.** Robotprogramozási nyelvek elemei, struktúrája: robotprogramozási nyelvek, környezeti modell, mozgásvezérlő utasítások.
- 10 a.** Szinkron és aszinkron motorok: jellemzői, felépítése, nyomatéki karakterisztikája, indítása, fordulatszám változtatása, vezérlése PLC-ről.
- b.** Robotprogramozási nyelvek elemei, struktúrája: Robot végberendezések, effektorvezérlő utasítások, paraméteres effektorvezérlő utasítások.
- 11 a.** Frekvenciaváltók: blokkvázlata, elvi működése, alkalmazási területei, vezérlése PLC-ről
- b.** A RAPID programnyelv: struktúrája, rutinjai, és programvégrehajtás. Adat és jelcsere a RAPID programnyelvben: Teach Pendant törlése, írása, olvasása, adatbevitel vezérlése.
- 12 a.** Léptető motorok: jellemzői, felépítése, üzemmódjai, nyomatéki karakterisztikája, vezérlése PLC-ről.
- b.** A RAPID programnyelv alapelemei: adat-, és változótípusok, mozgásvezérlő utasítások felépítése.
- 13 a.** Egyenáramú (kefés) motorok: jellemzői, felépítése, nyomatéki karakterisztikája, fordulatszám változtatása, vezérlése PLC-ről.
- b.** A RAPID programnyelv programvezérlő utasításai: FOR ciklus, WHILE ciklus, GOTO, IF alkalmazása, WaitTime.
- 14 a.** Analóg jelek kezelése PLC-vel: ki- és bemeneti szabványos jeltartományok, hardware beállítások, utasítások, alkalmazási mintapéldák.
- b.** A RAPID programnyelv mozgásvezérlő utasításai, digitális jelkezelés: MOVEJ, MOVEL, MOVEC működése, SET, RESET, PULSE, WaitDI utasítások működése.
- 15 a.** PLC-k gyorszámláló bemeneteinek kezelése: tulajdonságai, hardware beállítások, utasítások, alkalmazási mintapéldák.
- b.** Robotok alkalmazása: hegesztőrobotok, festőrobotok.
- 16 a.** PLC-k impulzus kimeneteinek kezelése: tulajdonságai, hardware beállítások, utasítások, alkalmazási mintapéldák.
- b.** Robotok alkalmazása: rakodó robotok, munkagép kiszolgáló robotok, technológiai robotok.



### **Irodalomjegyzék**

1. Hegedűs Zoltán: Robotprogramozás, Kecskemét 2004., KF-GAMFK-H-350
2. Hegedűs Zoltán: Ipari rendszertechnika, Kecskemét 2005., KF-GAMFK-H-358
3. Dr. Kulcsár Béla: Robottechnika
4. Lambert Miklós: Szenzorok – elmélet és gyakorlat, Invest-Marketing Bt. Budapest, 2009.
5. Dr. Juhász Gábor és Nagy Imre (ford.): Informatika és ipari elektronika, Műszaki Könyvkiadó, 1997
6. Kovács Csongor: Elektronika, GeneralPress kiadó, 2006

# Gyártásautomatizálás

(2013. előtt kezdett hallgatóknak)

1. CNC programozás geometriai alapjai
  - CNC gépek alkalmazási területe, a számvezérlés elve, típusai, síkok értelmezése (G17, G18, G19)
  - gépi-, munkadarab- és lokális koordinátarendszerek
  - CNC gépek viszonyítási pontjai, jelölésük
  - szerszámbemérés, szerszámkorrekció, szabályos él-geometriájú szerszámok programozott pontjának értelmezése
  - ekvidisztáns fogalma
2. A CNC gép fő részei, helyzetszabályozás CNC gépeken
  - gépágy, vezetékek, mozgatóorsók, motorok, az interpolátor feladata
  - „információáramlás” egy két tengelyű CNC gépen
  - CNC gépek szerszámtára, szerszámcsereélők, szerszámbemérés gépen kívül és gépen belül, helycímes és szerszámcímes rendszerek
  - helyzetszabályozás fogalma, útmérők csoportosítása
  - abszolút és növekményes útmérők működése (induktosyn, kódolt forgójeladó)
3. CNC vezérlésű esztergagépre történő technológiai tervezés
  - az alkatrész gyártás folyamata CNC esztergagépen
  - forgácsleválasztási viszonyok, a forgácsképződés mechanizmusa
  - az esztergálás szerszámai, anyaguk és kialakításuk
  - az NC program felépítése, cím, mondat, szó
  - egyenesek (G01) és körívek programozása (I, J, K vektorok)
  - síkbeli metszéspontszámítások (,A - ,C és ,R címek értelmezése)
  - ráállás a kontúrra, kontúresztergálás fogalma, szerszámsugár-korrekció (G40, G41, G42,) bekapcsolásának esetei
4. CNC vezérlésű esztergagépen futtatható fontosabb esztergáló ciklusok
  - egyszerű- és összetett ciklusok értelmezése (G70, G71, G72, G77)
  - menetesztergálás technológiája és szerszámai
  - több lépéses menetvágó ciklus (G76)
  - főprogram és alprogram kapcsolata, alprogram hívás menete
  - az esztergálás szerszámai, anyaguk és kialakításuk
  - a megmunkált felület minősége

5. CNC vezérlésű marógépekre történő technológiai tervezés
  - a marás technológiája és szerszámai, a forgácsleválasztás folyamata
  - a megmunkálási fősíkok értelmezése marásnál
  - fontosabb koordinátarendszerek marásnál (G90, G91, G15, G16, G52)
  - transzformációs eljárások: (G92, G68, G51, G51.1)
  - szerszám bemérés, szerszámkorrekció (G43), szerszámváltás stratégiája
  - segéd- és vegyes funkciók (M kódok)
  
6. Fúróciklusok alkalmazása CNC vezérlésű szerszámgépen
  - fúrás forgácsolási viszonyai, szerszámai és technológiája
  - a csigafúró kialakítása, élgeometriája
  - fúrás keményfém váltólapkás telibefúró szerszámmal
  - általános fúróciklus felépítése
  - fúróciklusok címláncainak jellemzése (G80, G81, G82, G83, G83.1, G85, G98, G99), menetfúró ciklus (G84)
  - furatképek gyártásának technikája egyenes mentén és lyukkörön
  
7. Felületek- leírása, modellezése
  - drótvázás-, test- és felületmodellek jellemzése
  - translációs-, vonal- és szobor felületek értelmezése
  - síkbeli geometriai alakzatok leírása, analitikus és nem analitikus görbék értelmezése (Bézier görbe, string, spline, polinom)
  - felületek leírása, származtatása egy CAM szoftverben (forgatás, extrudálás, görbehálóra feszített és kompozit felületek)
  
8. CAD/CAM rendszerek felhasználása a tervezésben
  - a CIM moduljai, értelmezése (MIS, CAD, CAPP, PPS, CAM, CAQ)
  - számítógéppel segített technológiai tervezés folyamata
  - a CAD modul felépítése: konzervformák, elemek képzése, formák képzése, transzformációk, könyvtár modul feladata
  - a CAM modul felépítése: előgyártmány, szerszám és anyagválasztás, ráállási lehetőségek a kontúrra, fogásvétel lehetséges módozatai
  - 2-2,5-3-4-5 tengelyes megmunkálás értelmezése, a rotációs mozgás célja
  - CNC program posztprocesszálása, a gyártás animálásának folyamata, célja

9. A digitális tervezés és gyártás folyamata
  - definiálja és csoportosítsa a digitális gyártást (gyártás és szerelés, szinkronmodellezés, gyártástervezés, gyártási logisztika, gyártásautomatizálás stb.)
  - a Siemens PLM szoftver bemutatása (Tecnomatix)
  - a digitális tervezés és a digitális gyártás kapcsolata
  - szerszámgép modellezés (szerszámgép digitalizálása), gyártásmodellezés virtuális térben (a témával kapcsolatos példák a tanszékről)
10. Simítási stratégiák „CAM” szoftver segítségével
  - az elméleti és a valós szerszámpályák értelmezése
  - a felületi érdességet befolyásoló tényezők simításnál
  - simítási technikák (pl.: raszterminta-, radiális-, spirális minta alapján, 3D ofszet-simítás, „Z” irányú simítás, maradék marás elve)
  - projekciós simítás (sík, egyenes, körkörös), 4-5D-s felületek simítása
  - szabad térbeli felület befejező megmunkálása gömbvégű maróval (edzett és nem edzett állapotú felületek simítómarása)
11. Az alaksajátosságokra alapozott tervezés alapjai
  - a testmodellezés korlátai, a sajátosságokra alapozott modellezés,
  - a gyártástechnológiai alaksajátosságok osztályozása
  - az alaksajátosságok geometriai és szemantikai értelmezése
  - attribútumok kezelése, alaksajátosságok típusai, csoportosítása
  - az alaksajátosságokkal való modellezés elvei
  - a “Design with features” elnevezés lényege
12. Konkurens termékfejlesztés folyamata
  - számítógépes technikák a gépészeti tervezésben
  - a „Reverse Engineering” tervezés folyamata, felhasználási területe
  - a konkurens termékfejlesztés lépései
  - az életszakaszok és a termékmodell kapcsolata
  - a DFM (Design for Manufacturing) és a DFA (Design for Assembly) módszerek



## Műanyagfeldolgozás technológiája

1. Mutassa be az extrúziós feldolgozás p-v-T viszonyait, valamint ismertesse az extrudált termék anizotróp jellegét (orientáció, belső feszültség).
2. Ismertesse egy extrúziós műanyagfeldolgozó alapgép részletes csigageometriáját, valamint a csigageometria extrúziós feldolgozásra gyakorolt hatásait.
3. Mutassa be az extrúder gyártósor részeit, azok feladatát és a gépi paramétereket!
4. Ismertesse a fröccsöntés feldolgozás p-v-T viszonyait, valamint ismertesse a fröccsöntött termék anizotróp jellegét (orientáció, belső feszültség).
5. Mutassa be a fröccsöntés feldolgozás plasztikálási folyamatát és az adagolás paramétereit!
6. Ismertesse a fröccsöntés feldolgozás során jellemző kitöltési képet, áramlási viszonyokat és azok okait! (rajz, magyarázat, hatások)
7. Mutasson be legalább három fröccsöntési termék hibát, azok okait és megoldási lehetőségeit.
8. Ismertesse a fröccsöntés feldolgozás hőegyensúlyának összetevőit és indokolja kiemelkedő fontosságát! (szerszám-gép hőmérséklet paraméterek, tartózkodási idő)
9. Mutassa be a fröccsöntés feldolgozás hűtési paramétereit, valamint azok termék szerkezetre és a minőségre gyakorolt hatását!
10. Ismertesse a fröccsöntés feldolgozás során a külső és belső nyomások viszonyait, okait és hatásait. (rajzok, összefüggések, okok-hatások)
11. Mutassa be a fröccs-fúvás üregeztet gyártási technológiát! (rajz, technológiai paraméterek, termék jellemzők)
12. Mutassa be a vákuumformázási technológiát! (rajz, technológiai paraméterek, termék jellemzők)
13. Ismertesse az alapanyag kiválasztásának szempontjait hőre lágyuló feldolgozáshoz, mind feldolgozás technológiai, mind pedig felhasználás technikai szempontból!
14. Mutassa be a műanyagfeldolgozás előkészítő műveleteit (szárítás, adagolás, darálás)!

## Műanyagok tulajdonságai

1. Láncpolimerizáció részletes jellemzése. Lépcsős polimerizáció részletes jellemzése.
2. A makromolekulák térszerkezete. Főlánc felépítése, makromolekulák alakja.
3. Oldalcsoportok elhelyezkedése. Polimereknél fontos izomériák. Konfiguráció és konformáció. Moltömeg, polimerizációs fok, polimolekularitás fogalma.
4. Halmazállapot, fázisállapot, polimerek fizika állapotainak rövid ismertetése az amorf polimerek termomechanikai görbéjének segítségével.
5. Polimer moltömeg fajtái, számítási módszerek, meghatározási módszerek. Moltömegeloszlás. Hatásuk a polimer szupermolekuláris szerkezetére és makroszkopikus viselkedésére.
6. Polimerláncok hajlékonysága, gátolt rotáció. Szegmens fogalma, méretének meghatározása.
7. Makromolekulák között létrejövő szekunder kémiai kötőerők (intermolekuláris kölcsönhatások). A szekunder kémiai kötőerők és a makromolekula szabályossága közötti kapcsolat.
8. Térhálós szerkezetű polimerek jellemzése. Primer kémiai térháló. Sűrű és ritka térháló, termomechanikai görbék. Szekunder fizikai térháló.
9. Amorf polimerek jellemzése. Nagyrugalmas állapot jellemzése, polimerek mechanikai relaxációja.
10. Polimerek kristályos állapota. Kristályosodás feltételei, kristályossági fok. Kristályos polimerek termomechanikai görbéje.
11. Kristályos polimerek morfológiája. Kristályosodás mechanizmusa és kinetikája.

## Műanyagfeldolgozás szerszámai és gépei

1. Rajz segítségével ismertesse egy szabványos fröccsöntő szerszámház részeit!

Mutassa be a szerszám-felek összevezetésének módszereit és a lapok pozícionálását!

2. Ismertesse a beömlőrendszer típusokat, részeit. Milyen szempontok szerint választja meg a termék megölésének helyét. Rajzon mutassa be egy központi beömlős szerszám vázlatát (részrajz).
3. Ismertesse a fröccsöntőszerszámok anyagelosztó csatornáinak kialakítását (nyomvonal, keresztmetszet). Mi a gát szerepe, jelentősége. Alagútbeömlős szerszám vázlata, működésének bemutatása.
4. Ismertesse a beömlőpersely és fúvóka kapcsolatát, kialakítási lehetőségeit. Rajzoljon példákat alapvető tervezési szempontok kialakítási lehetőségeire (egyenletes falvastagság, bordák, feszültségmentes kialakítások, gát).
5. Fröccsöntő szerszámok kidobórendszerei. Kidobórendszer típusok, elemei. Kidobócsapok kopása. Letolólapos vagy kidobó csapos szerszám vázlata.
6. Ismertesse a fröccsöntő szerszámok temperálását. Mi a hőegyensúly feltétele, szerszámhűtés intenzitása, egyenletessége. Hűtőrendszer vázlata.
7. Mag és üreg hűtésének lehetőségei. Készítse el egy terelőlemezes mag vagy egy csésze hűtés vázlatát.
8. Ismertesse a fröccsöntő csigával szemben támasztott követelményeket (feladata, csigaprofil, csoportosítás, hossz-átmérő arány). Jellemezze a fröccsöntő csiga zónáinak feladatát. Rajz segítségével mutassa be az ömledék képződés folyamatát!
9. Ismertesse a fűtöttcsatornás szerszámok működési elvét, és mutassa be rajz segítségével a részeit (külső fűtésű rendszer)
10. Ismertesse a fűtöttcsatornás szerszámok elosztótömb típusait. Ismertesse az elosztótömb jellemzőit (alak, elosztócsatorna), illetve záródugó kialakítás lépéseinek folyamatát. Mi a nyomógyűrűk feladata?

11. Fűtőcsatornás szerszámok fűvókainak feladata, típusai. Rajzoljon egy nyitott hővezető fűvókat és nevezze meg a részeit.
12. Ismertesse a fűtőrendszer kialakításának szempontjait (fűtőpatronok, fűtőszálak, hőérzékelők, szabályozók működési elve, kiválasztásának szempontjai).
13. Ismertesse az extrudáló szerszámok működési elvét, fő jellemzőit, csoportosítását a gyártandó termék jellege és az áramlás iránya szerint. Mutassa be a szerszám részeit az alakadás szempontjából. Készítsen kézi vázlatot egy csőgyártó szerszámról.
14. Ismertesse az extrudáló szerszámok terelőtüske kialakításának lehetőségeit (részrajz). Jellemezze az ömledéktárolók feladatát, fajtáit.
15. Ismertesse a fűvószerszámokkal szemben támasztott követelményeket (osztósík, termék geometria, betétek, vágóélek, fűvószerszám felülete, vágóél kialakítások, nyomóperem geometriák).
16. Ismertesse a fűvószerszámok záróegységeinek feladatát, fajtáit. Rajzoljon egy szinkronzáró záróegység kialakítást és jellemezze annak részeit.
17. Jellemezze a fűvótüskék feladatát, típusait. Példával (rajz) mutassa be a belső kalibrálású palackokhoz a fűvótüske kialakítást (nyitott vagy zárt).
18. Ismertesse a lemezek, fóliák, profilok szerszámainak feladatát, jellemzőit. Rajzoljon egy szélesnyílású fejet lemezek előállításához, és ismertesse a részeit.

# Lőfegyver tervezés

1. **A belső ballisztika koncentrált paraméterű modellje**
  - a) Adja meg a modell főbb elhanyagolásait, egyszerűsítéseit, csöves lőfegyverek esetében.
  - b) Definiálja a belső ballisztika 4 szakaszát csöves lőfegyverek esetében.
  - c) Írja fel a pirodinamikus szakasz legegyszerűbb egyenletrendszerét, és tegyen megállapításokat a modell szerinti rendszer viselkedésére, a fő modellparaméterek függvényében.
  - d) Ismertesse az egyenletrendszer megoldási lehetőségeit.
2. **A külső ballisztika koncentrált paraméterű modellje léggel telt térben**
  - a) Adja meg a modell főbb elhanyagolásait, egyszerűsítéseit, hosszúkás, hengerszimmetrikus lövedék esetén.
  - b) Rajzolja fel a külső ballisztika koordinátarendszerében mozgó lövedékre ható, modell szerinti erőket.
  - c) Ismertesse a ballisztikai tényező megadásának lehetőségeit.
  - d) Hogyan befolyásolják a külső ballisztikát a környezeti feltételek, például a hőmérséklet, a páratartalom és a magasság?
3. **Terminális ballisztika**
  - a) Magyarázza el a terminális ballisztika fogalmát és jelentőségét a lövedéknek a célpontba való becsapódáskor fellépő hatásainak megértésében.
  - b) Ismertesse meg a lövedékek behatolásának és széttöredezésének mechanizmusait a különböző típusú anyagokba való becsapódáskor.
  - c) Hogyan befolyásolja a lövedék kialakítása (pl. üreges hegyű, teljes fémköpenyes) a terminális ballisztikát és a célpont potenciális károsodását?
4. **Gázmotoros automatikák**
  - a) Ismertesse egy hosszú gázdugattyús automatika legegyszerűbb számítási eljárását.
  - b) Ismertesse az egyszerűsített számítás modelljét és annak elhanyagolásait.
  - c) Ismertesse, hogy az elhanyagolások hogyan módosítják a számított zársebességet.
  - d) Adott konstrukció átalakításánál a fegyvercsövet megrövidítjük, ezért a gázmotort át kell helyoznünk. Ismertesse az ekkor alkalmazandó egyszerűsített számítási eljárást.
5. **Szabad tömegzáras rendszerek**
  - a) Ismertesse a szabad tömegzáras rendszerekre alkalmazható számítási eljárásokat.
  - b) Rajzolja fel a hüvely súrlódását is figyelembe vevő modell dinamikai vázlatát
  - c) Ismertesse, hogy mely szerelemek és milyen paraméterek határozzák meg döntően a szabad tömegzár mozgását, az előző modell szerint.
  - d) Ismertesse a szabad tömegzárral zárolható lőszertípusokat.
6. **Cső- és csőszájszerelvények**
  - a) Definiálja és kategorizálja a cső- és csőszájszerelvényeket.
  - b) Ismertesse a Laval-lángrejtő működését, és rajzolja fel a Laval-toldat mentén a kiáramló lőporgáz állapotjelzőinek függvényeit, egy adott időpillanatban.

- c) Ismertesse a reakcióerők kiszámításának módját szabad (normál) csőszáj és Laval-lángrejtő esetében.
  - d) Ismertesse, hogy kompenzátorok tervezése során milyen számításokat kell végrehajtani automata fegyverek esetében.
- 7. Hengeres kényszerpályák (forgó zárfejek kényszerpályáinak), kinematikája**
- a) Ismertesse, hogy milyen módon tudjuk a hengeres kényszerpályák mozgását síkfeladattá redukálni.
  - b) Határozza meg egy Z alakú kényszerpálya esetében a vezérelt csap sebesség- és a gyorsulásfüggvényét, állandó zárkeretsebességet feltételezve. Az eredményeket ábrázolja a zárkeret-elmozdulás függvényében.
  - c) Ismertesse a kényszerpálya meghatározásának módját, egy adott gyorsulásfüggvénnyel jellemzett vezérelt csap esetében.
- 8. Fegyvercsövek szilárdsági méretezése**
- a) Ismertesse a fegyvercsövek szilárdsági méretezéséhez alkalmazható vastagfalú cső modellt.
  - b) Ismertesse, hogy mik a modell elhanyagolásai, dinamikus terhelés mellett.
  - c) Ismertesse az egyenértékű feszültség meghatározásának módszereit (feszültségelméletek).
  - d) Ismertesse az egyenértékű terhelés meghatározásának lépéseit, a  $p(t)$  diagram ismeretében.
- 9. Mérési adatok feldolgozása**
- a) Ismertesse a sebesség- és gyorsulásfüggvény előállításának módszereit, a mozgásról készített nagysebességű videofelvételekből.
  - b) Ismertesse a  $p(l)$  nyomásgörbe meghatározásának metodikáját, mért  $p(t)$  nyomásgörbe ismeretében.
- 10. Anyagtulajdonságok hatása a fegyvertervezésre**
- a) Hogyan befolyásolja az anyagválasztás egy fegyverrendszer tervezését és teljesítményét?
  - b) Magyarázza el a löfegyverek hátrasiklás csillapító rendszereinek működésére vonatkozó elveket.
  - c) Fejtse ki a feszültség, az alakváltozás és a deformáció hatását a fegyverek alkatrészeinek tartósságára és megbízhatóságára.
- 11. Fegyverrendszer-technika**
- a) Ismertesse a tűzerő, a pontosság és a súly közötti kompromisszumokat a fegyverrendszerek tervezésénél.
  - b) Magyarázza el a modularitás koncepcióját a fegyverek tervezésében és annak előnyeit.
  - c) Hogyan közelíti meg a különböző alrendszerek integrálását egy fegyverplatformon belül az optimális teljesítmény érdekében?
  - d) Mutassa be a csőből elvezetett gázok energiáját felhasználó rendszerek 3 fő csoportját.
- 12. Lőfegyver pontosság és precizitás**
- a) A löfegyverekkel összefüggésben tegyen különbséget a pontosság és a precizitás között, és magyarázza meg jelentőségüket.
  - b) Ismertesse a löfegyver pontosságát befolyásoló tényezőket, beleértve a cső minőségét, a lőszer minőségét és a lövész képességeit.

- c) Hogyan lehet a mérnöki tervezéssel minimalizálni a lőfegyverek pontosságát és precizitását negatívan befolyásoló tényezőket?

**13. Biztonság és megbízhatóság**

- a) Sorolja fel a modern lőfegyverekbe beépített legfontosabb biztonsági elemeket és azok jelentőségét.
- b) Magyarázza el a hibaelemzés szerepét a fegyverrendszerek megbízhatóságának növelésében.
- c) Hogyan lehet a mérnöki tervezéssel minimalizálni a véletlen elsütések vagy téves elsütések kockázatát a lőfegyverekben?

## Lőfegyver gyártás

1. A forgácsképződés folyamata, a forgácsolási hő
  - a forgácsképződés mechanizmusa és annak vizsgálata
  - forgács-alakváltozási tényező
  - a forgácsolási hő keletkezésének okai, forrásai és befolyásoló tényezői
  - a forgácsolási hőmérséklet meghatározásának módjai
2. Az esztergálás forgácsolási viszonyai, szerszámai és technológiája
  - forgácsleválasztási viszonyok, forgácsolóerő, éltartam
  - az esztergálás szerszámai, anyaguk és kialakításuk
  - a megmunkált felület minősége
3. A mélyfúrás szerszáma és technológiája
  - az egyélű mélyfúrással történő megmunkálás forgácsleválasztási viszonyai és a fúrás folyamata
  - a mélyfúró kialakítása, élgeometriája
  - mélyfúrás kiegészítő berendezései
4. Huzagolás gyártástechnológiája
  - huzagolás előkészítése
  - huzagoló eljárások ismertetése
  - fegyvercsövek minősítése és egyengetése a huzagolást követően
5. A marás forgácsolási viszonyai, szerszámai és technológiája
  - forgácsleválasztás, forgácsolóerő, éltartam
  - maró szerszámok kialakítása, élgeometriája
  - váltólapkás marófejek szerkezete
6. A köszörülés forgácsolási viszonyai és szerszámai
  - Forgácsleválasztási viszonyok köszörüléskor
  - köszörűkorongok anyagai, jellemző adatai
  - hagyományos és szuperkemény szemcsézettű köszörűkorongok
7. Termikus és elektrokémiai anyagleválasztás
  - elektroeróziós megmunkálás (tömbelektródás és huzalelektródás szikraforgácsolás)
  - lézeres megmunkálás
  - elektrokémiai megmunkálások: alaksüllyesztés és köszörülés (elizálás)
8. Rugók gyártástechnológiája
  - tekercsrugó
  - lemezsugó
  - V- rugó
  - polimer és gáz rugó



9. Szereléstechológiai alapok
  - a szerelés helye a gyártási folyamatban
  - a szerelési családfa és a darabjegyzék
  - szerelэшelyes konstrukció
10. Szerelt kötések és méretláncok
  - alakkal záró kötések
  - erővel záró kötések
  - anyaggal záró kötések
  - szerelési méretláncok
11. Készülékek feladata és azok szabványos elemei
  - Készülékek gazdasági mutatói
  - 6 pont szabály
  - ülékek felosztása és csoportosítása
  - csapos és lapos ülékek fajtái alkalmazása
12. Ütköztetés, központosítás és tájolás
  - Helyzetmeghatározás különböző típusai (egy és többirányú)
  - Központosító csapok és tüskék
  - Prizmás központosító és tájoló szerkezetek
  - Két lyuk bázis tájolás
13. Munkadarabok szorítása
  - A szorító erő meghatározása
  - A szorító erő által előforduló túlhatározási problémák
  - Ülékre való szorítás elve
  - Legkisebb hajlítókarak elve
  - Határvonalon belüli szorítás elve
  - Kitérő torzulás elve
  - Kézi és gépi szorítás ismertetése