



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM

GYŐR

---

Gyártócellák (NGB\_AJ018\_1)

# Forgácsoló gyártócellák, gyártórendszerek

---



## VÁZLAT

Forgácsolási eljárások áttekintése

Forgácsoló (rugalmas) gyártócella fogalma

Megmunkáló központok (MC)

Munkadarab ellátás

Szerszámellátás, szerszámcsere

Rugalmas gyártórendszerek

Példák



# Forgácsolási eljárások áttekintése



# Alakadó technológiák

## Elsődleges:

### (melegalakítás)

- nyersvas gyártás
- öntöttvas gyártás
- acél gyártás

## Másodlagos:

### (melegalakítás)

- öntés
- kovácsolás
- meleg hengerlés
- melegen húzás

## Harmadlagos:

### (hidegalakítás)

- hideg hengerlés
- folytatás
- redukálás
- zömítés

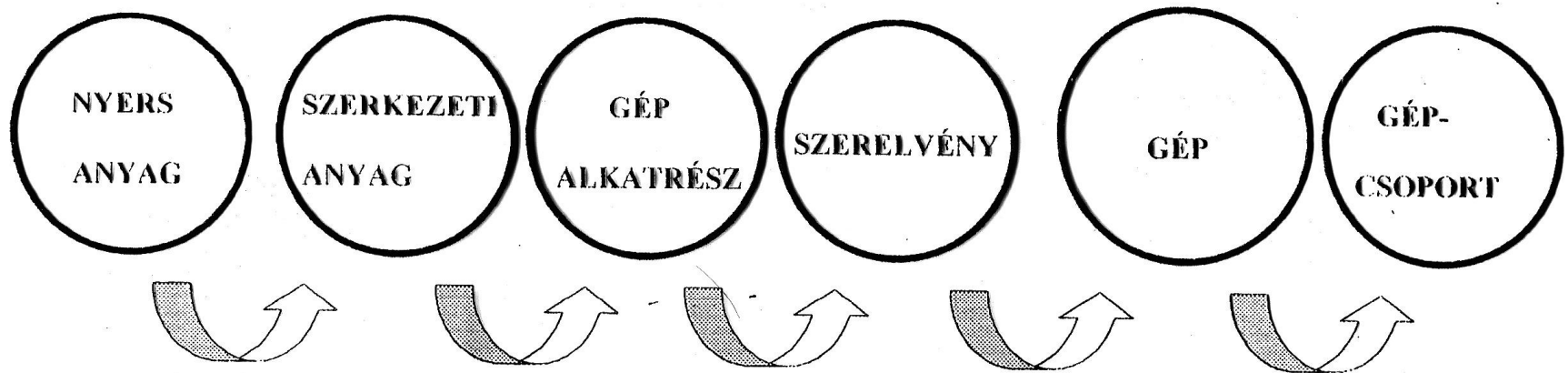
## Negyedleges:

- forgácsolás

Forrás: Dr. Szmejkál Attila – Ozsváth Péter Járműszerkezeti Anyagok és Megmunkálások II. (2007-2008)



# Egy termék kialakulási folyamata



Forrás: Dr. Szmejkál Attila – Ozsváth Péter Járműszerkezeti Anyanyagok és Megmunkálások II. (2007-2008)

## A FORGÁCSOLÓ MEGMUNKÁLÁS

olyan **ékhatáson alapuló  
anyagszétválasztó  
mechanikai technológiai eljárás,**

amelynek során

**a munkadarab kívánt alakját,  
méretét,  
felületi érdességét**

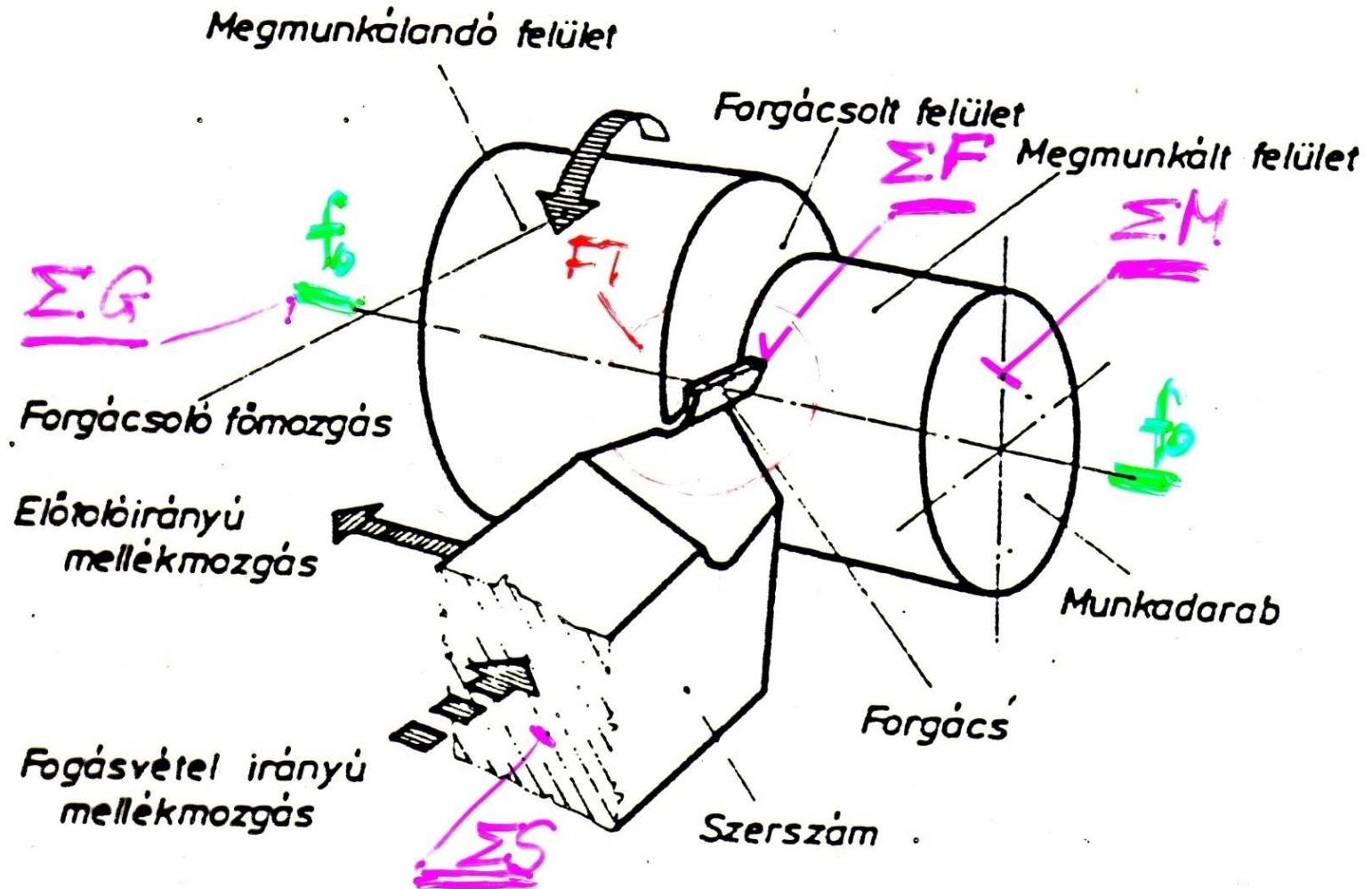
úgy érjük el, hogy **annak felületéről  
a felesleges anyagmennyiséget  
vékony rétegben  
apróbb darabokban** **megmunkálandó fel.  
ráhagyás  
fogásmélység  
forgács**

**arra alkalmas eszközzel** **szerszám**

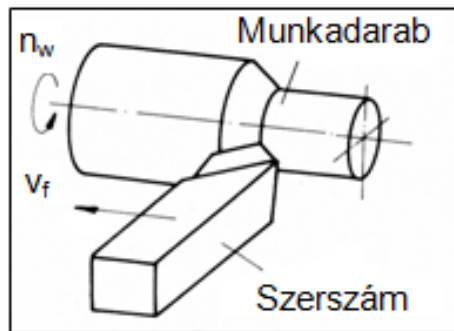
**forgácsoló mozgások felhasználásával** **főmozgás  
mellékmozgás**

**eltávolítjuk**

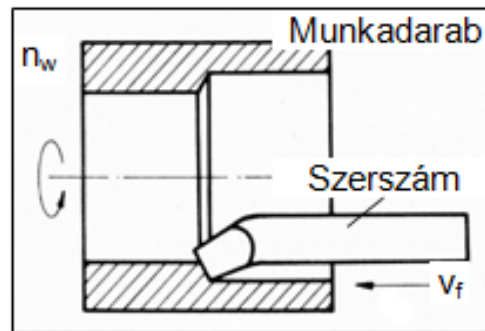
# A forgácsolás alapvető tényezői



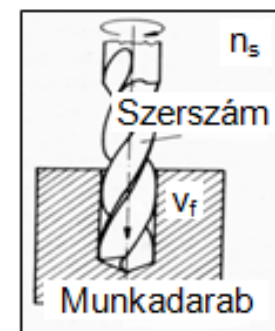
# Hengeres felületek forgácsolása



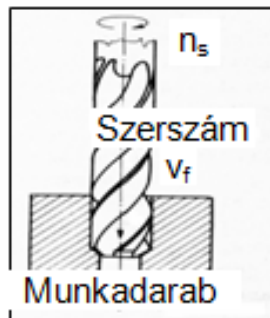
**Esztorgálás**



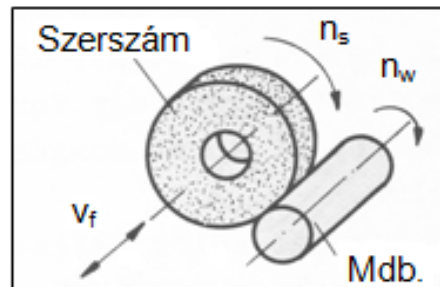
**Furatesztorgálás**



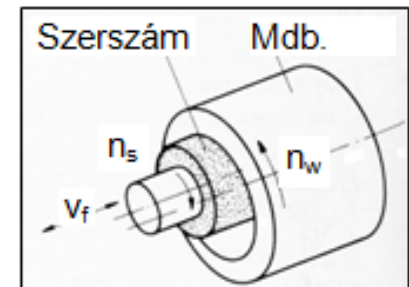
**Telibefúrás**



**Süllyesztés**



**Palástköszörülés**

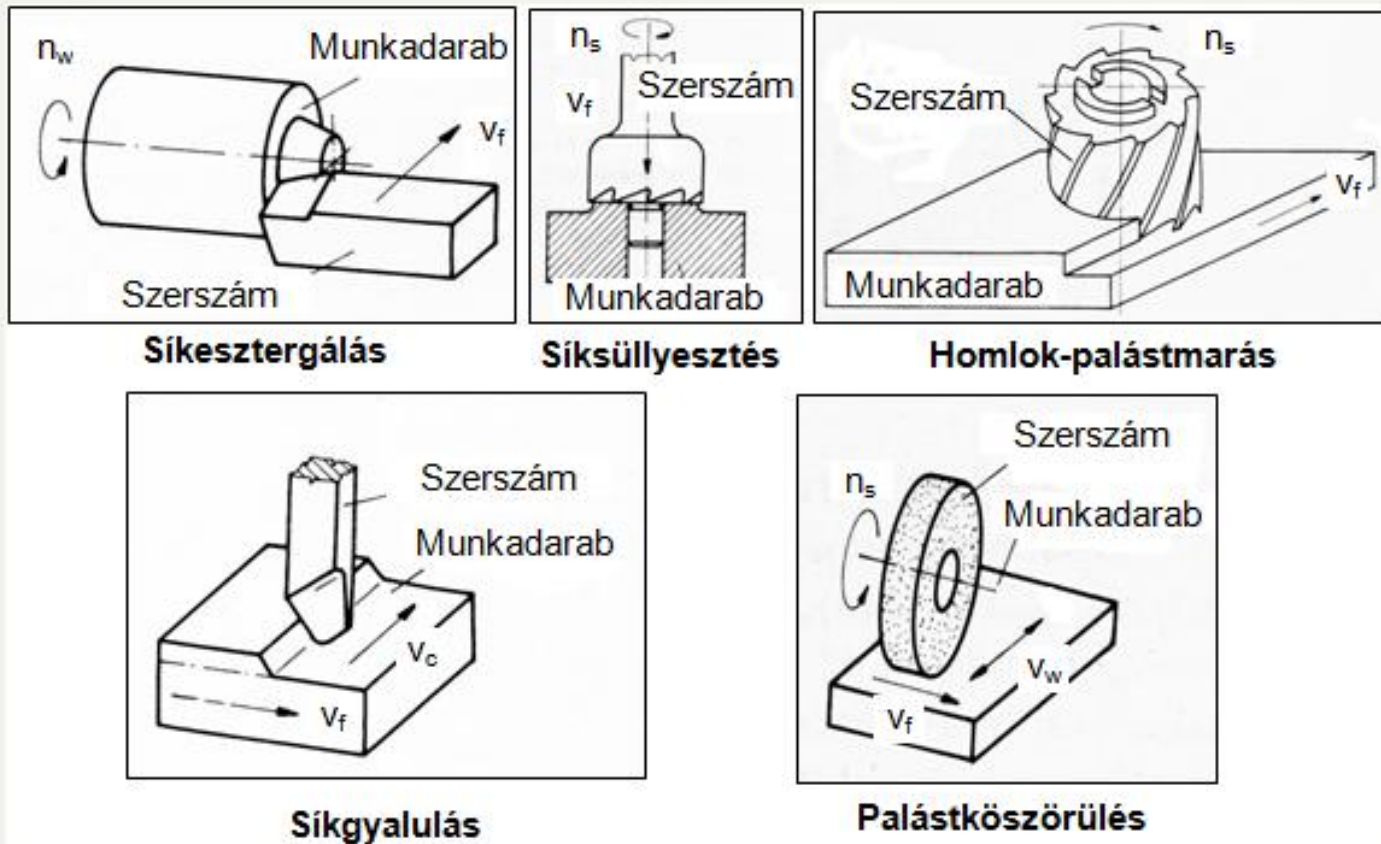


**Furatköszörülés**

2. ábra. Hengeres felületek forgácsolása.



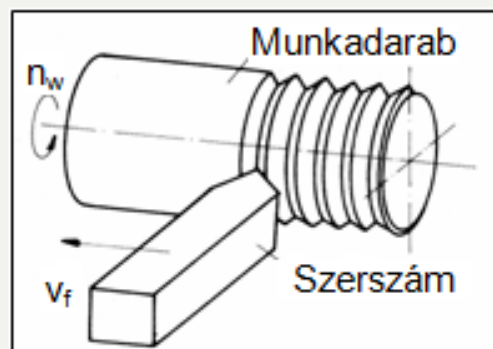
# Sík felületek forgácsolása



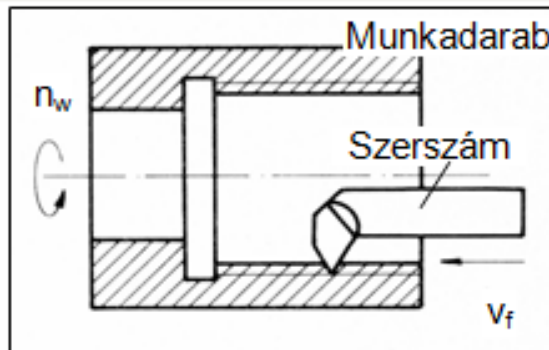
1. ábra. Sík felületek forgácsolása.



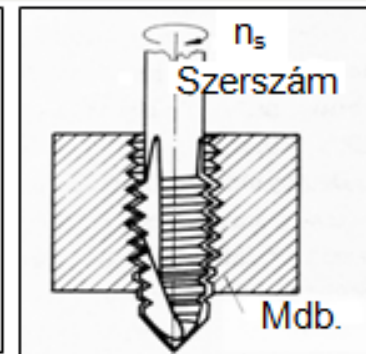
# Csavar felületek forgácsolása



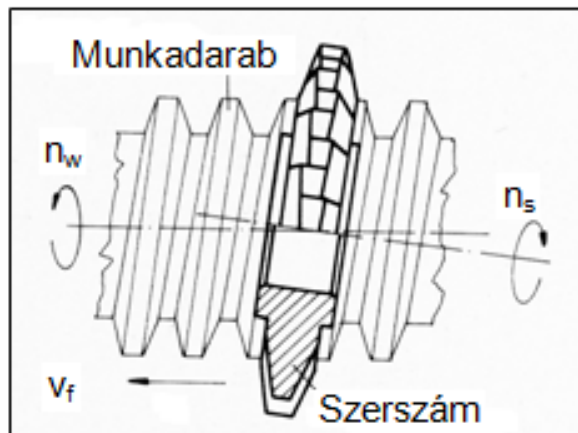
**Külső menetvágás**



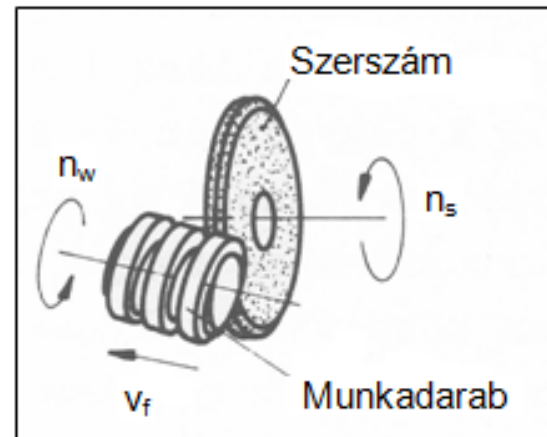
**Belső menetvágás**



**Menetfúrás**



**Menetmarás**

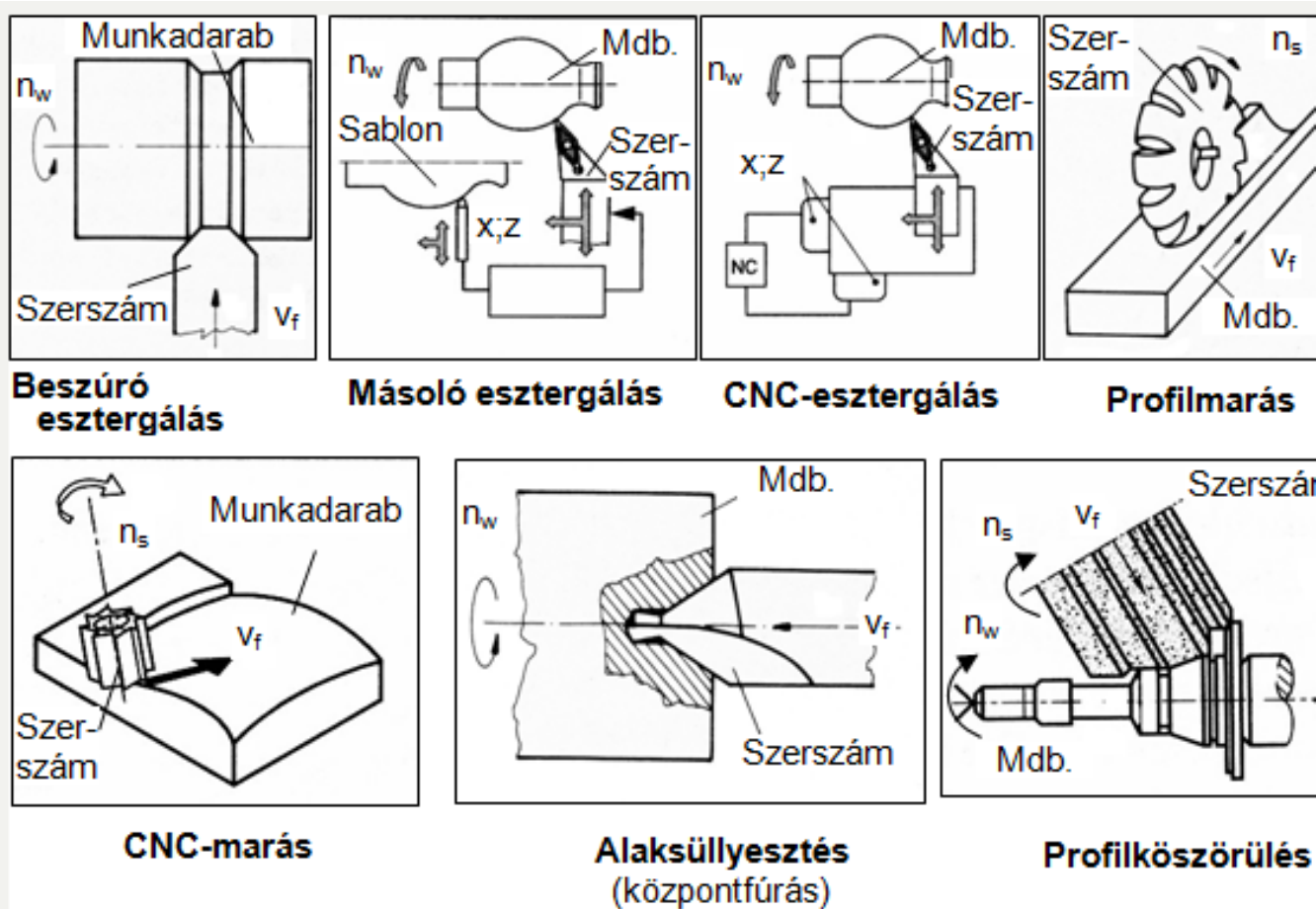


**Menetkösörülés**

3. ábra. Csavar-felületek forgácsolása

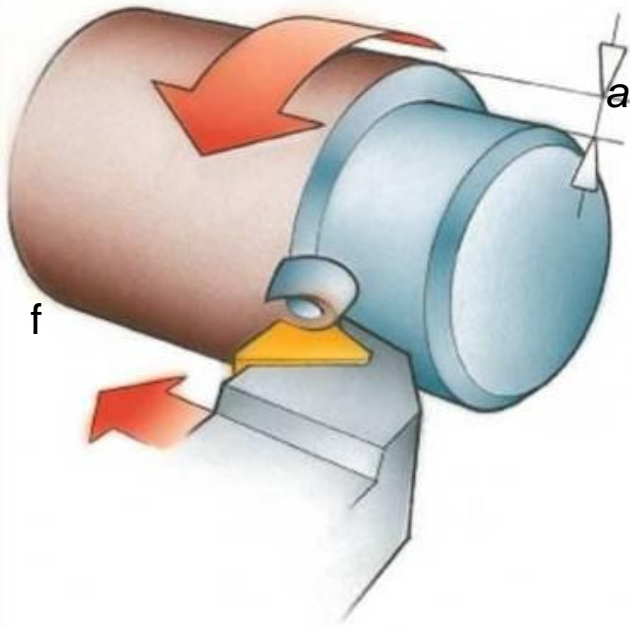


# Alakos felületek forgácsolása



4. ábra. Alakos felületek forgácsolása

# ESZTERGÁLÁS



FORGÁCSOLÓ FŐMOZGÁS: **FORGÓ**

MELLÉKMOZGÁS: **HALADÓ**

TENGELY IRÁNYÚ: **HOSSZ**

SURÁR IRÁNYÚ: **KERESZT**

MINDKÉT IRÁNYBAN

**PÁLYAMENTI**

ESZTERGÁLÁS

FORG. FŐMOZGÁST A **MUNKADARAB**

MELLÉKMOZGÁST A **SZERSZÁM**

VÉGZI

$v$  – FORGÁCSOLÁSI SEBESSÉG

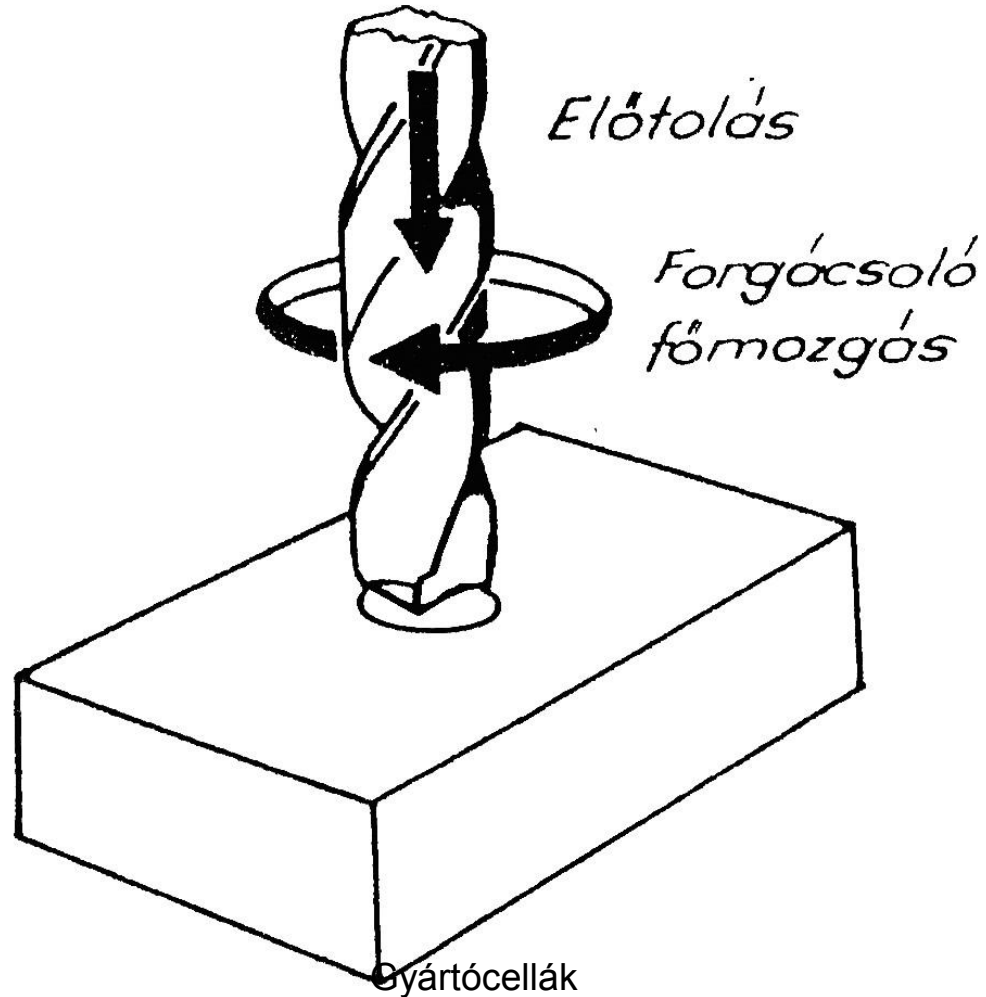
$n$  – FORDULATSZÁM

$a$  – FOGÁSMÉLYSÉG

$f$  - ELŐTOLÁS

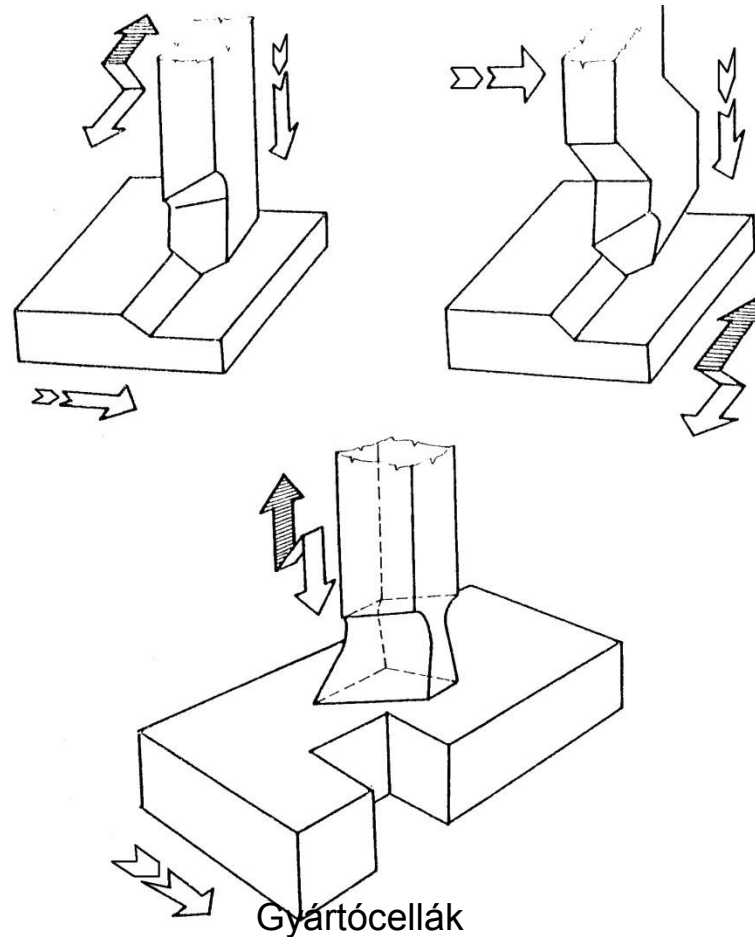
# Forgácsoló megmunkálások

- Fúrás



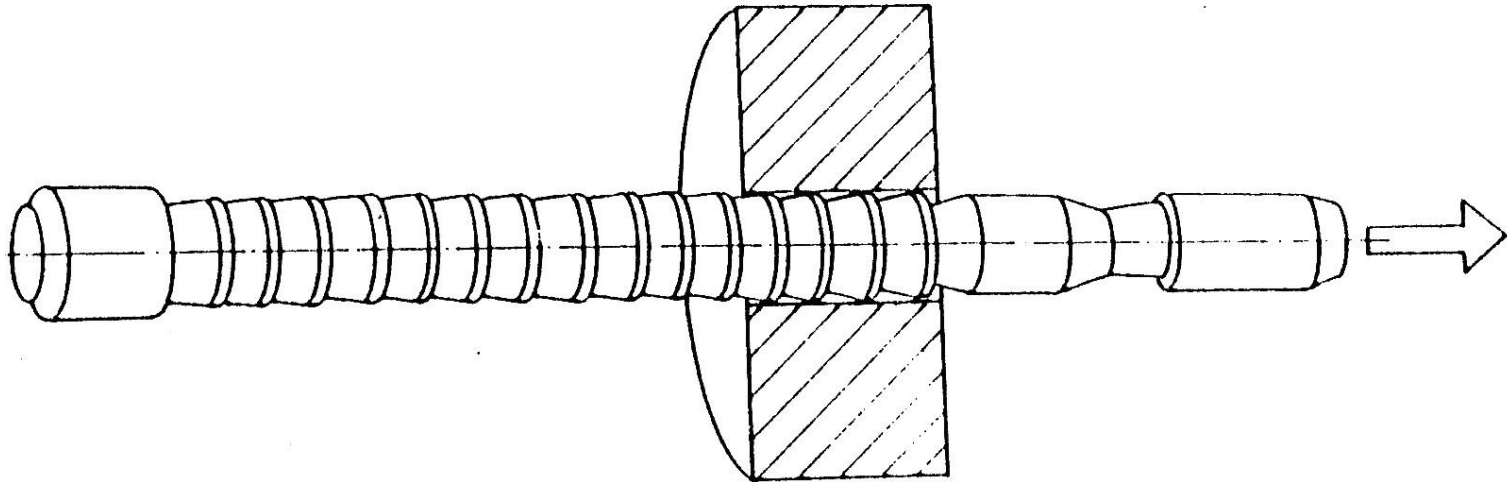
# Forgácsoló megmunkálások

- Gyalulás, Vésés



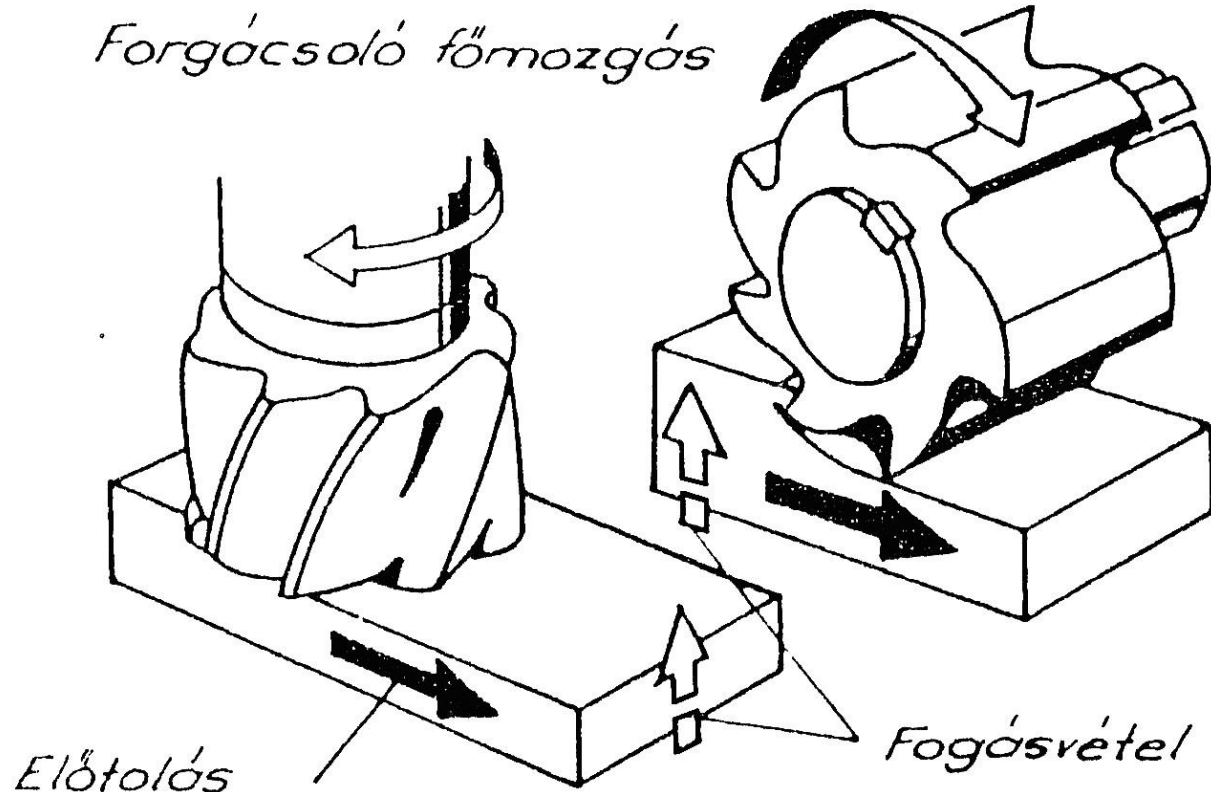
# Forgácsoló megmunkálások

- Üregelés



# Forgácsoló megmunkálások

- Marás változatai:

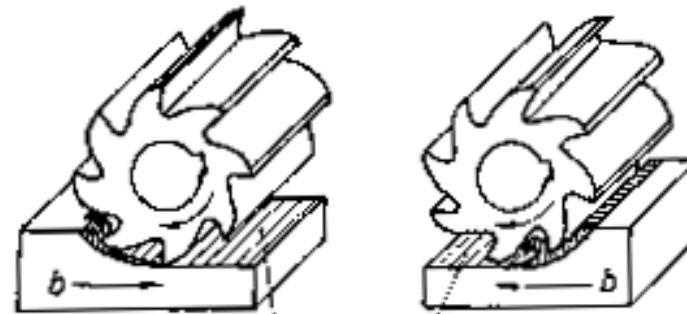






# MARÁS

Két alapeljárás:  
*palástmarás (a)* és  
*homlokmarás (b)*



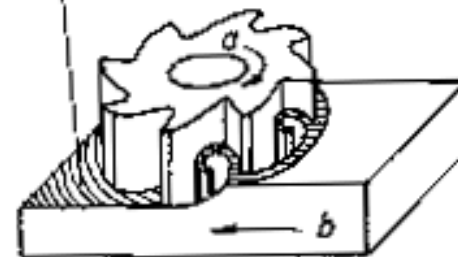
megmunkálási felület

ellenirányú marás

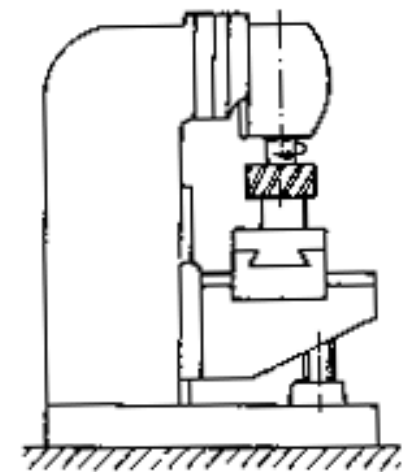
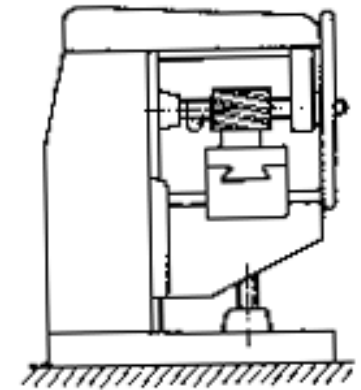
egyirányú marás

a)

munkafelület



b)



# MARÁS

## A SZERSZÁM TENGELY ÉS MEGMUNKÁLT FELÜLET HELYZETE

**PALÁSTMARÁS** ||

**HOMLOKMARÁS** ⊥

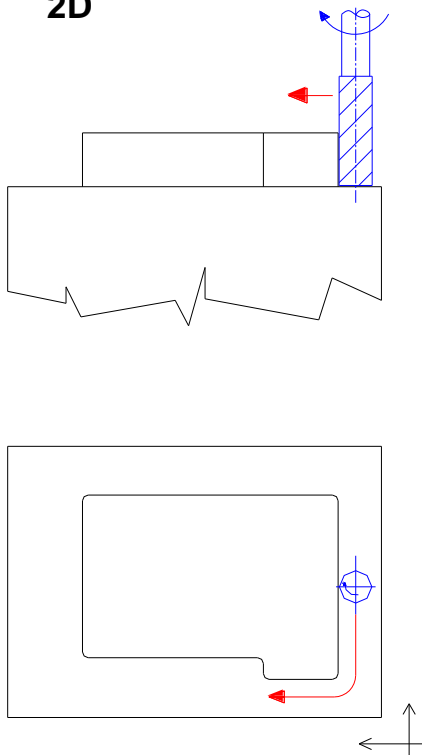
**SAROKMARÁS** –

### ELŐÁLLÍTOTT FELÜLET:

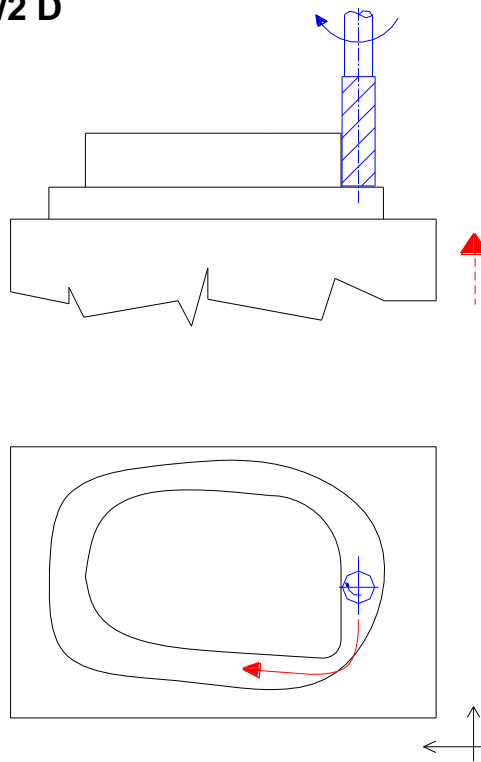
- SÍK
- HENGER
- CSAVAR
- FOGAZAT (LEFEJTÉS)
- ALAKOS
  - PROFILOZÁS (SZERSZÁM)
  - MÁ SOLÁS (SABLON)
  - NC/CNC (PROGRAM)

# MARÁS

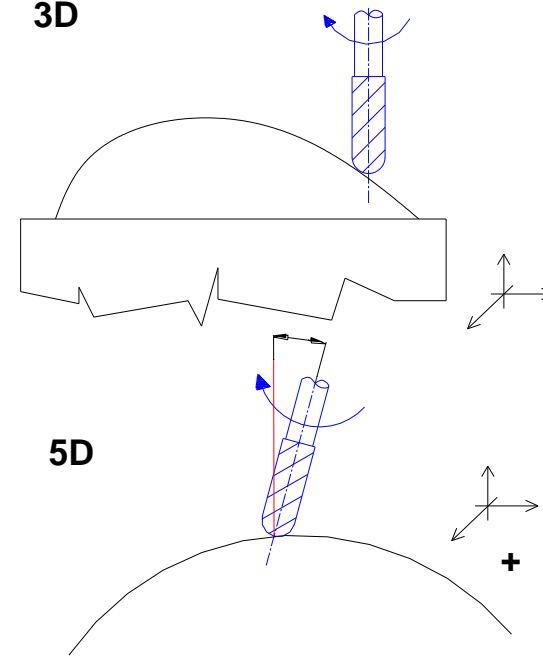
2D



2 1/2 D



3D



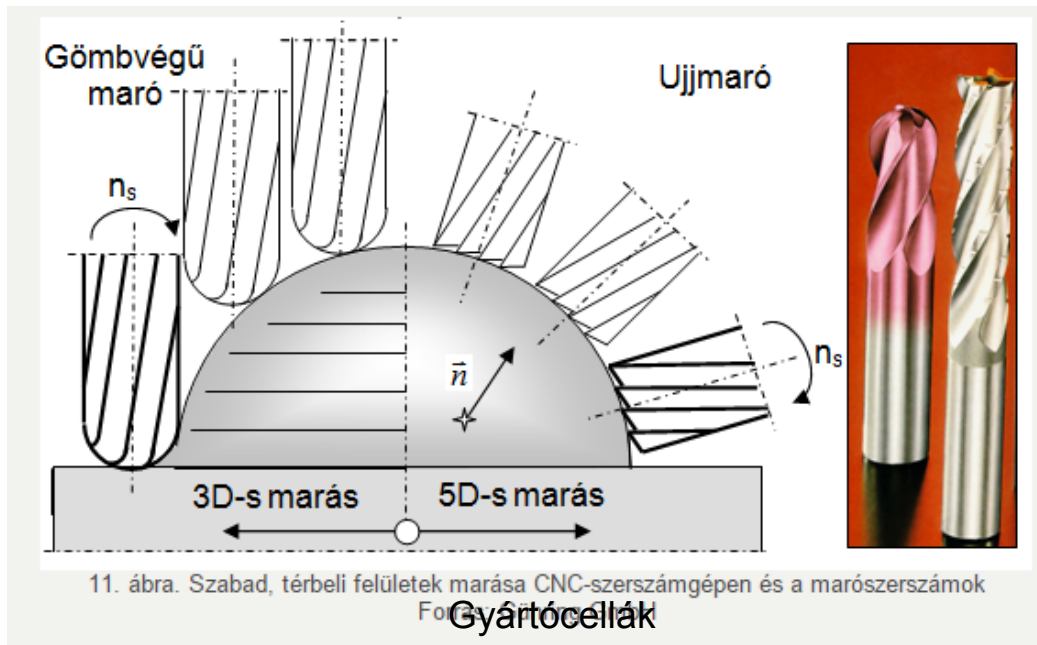
5D

**FELÜLET NORMÁLISA ÉS  
A MARÓTENGELY SZÖGE  
ÁLLANDÓ (~15°)**

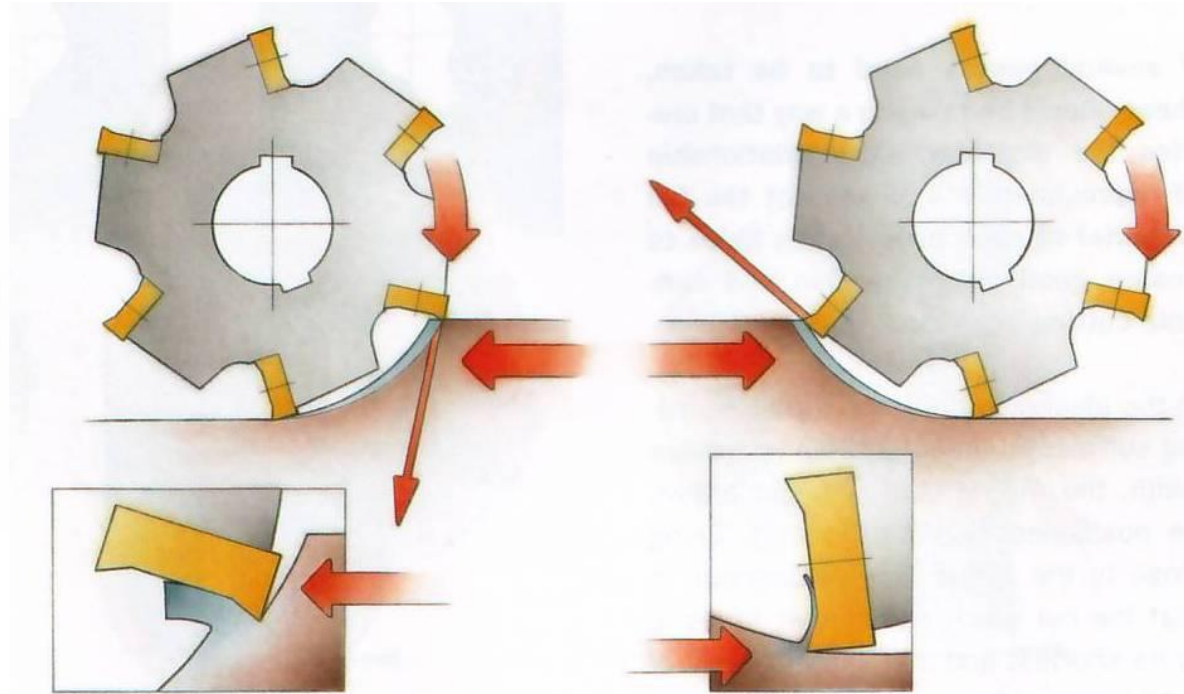
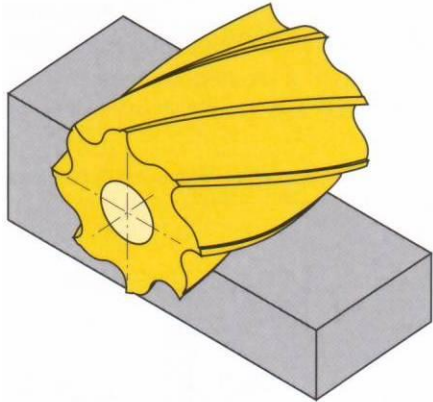
**EGYÜTT DOLGOZÓ 5  
TENGEY**

# MARÁS

A CNC-technika terjedésével egyre nagyobb jelentőséget kap a szabad, térbeli felületek marása, különösen a szerszámgyártásban (lásd ábra). Az ábra bal oldalán gömbvégű maróval, szintenként marják a gömbfelületet (3D), míg a jobb oldalon a szerszám szabadon mozoghat úgy, hogy a tengelye a felület normálisával a jobb forgácsképződés, a nullánál nagyobb forgácsolási sebesség miatt mindig egy meghatározott szöget zár be. (5D-s megmunkálás).



# PALÁSTMARÁS



## EGYENIRÁNYÚ MARÁS

- \_ BELÉPÉS A LEGNAGYOBB FORGÁCSVASTAGSÁGNÁL
- \_ NAGYOBB ÉLTARTAM
- \_ MEREV, JÁTÉKMENTES GÉP (BEHÚZZA A MDB-OT) (CNC SZERSZÁMGÉPEKEN)

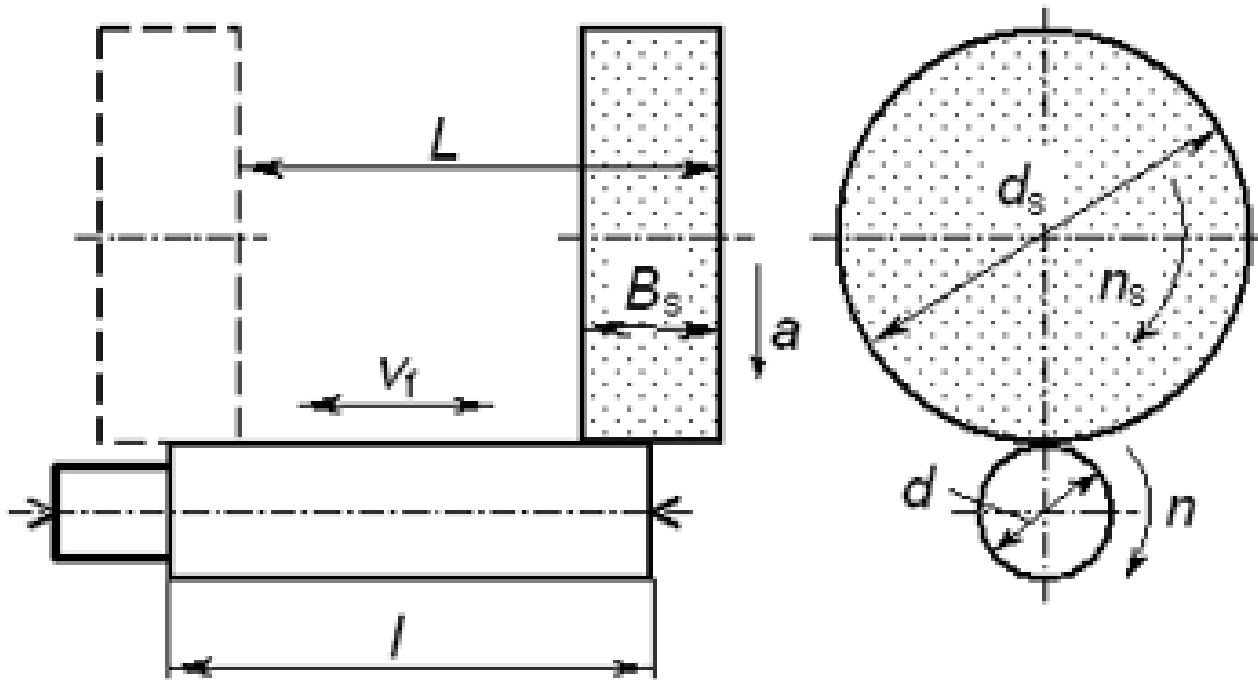
## ELLENIRÁNYÚ MARÁS

- \_ „0” FORGÁCSVASTAGSÁGNÁL LÉP BE, CSÚSZIK AZ ÉL
- \_ KISEBB ÉLTARTAM
- \_ HAGYOMÁNYOS SZERSZÁMGÉPEKEN HASZNÁLT

Gyártócellák



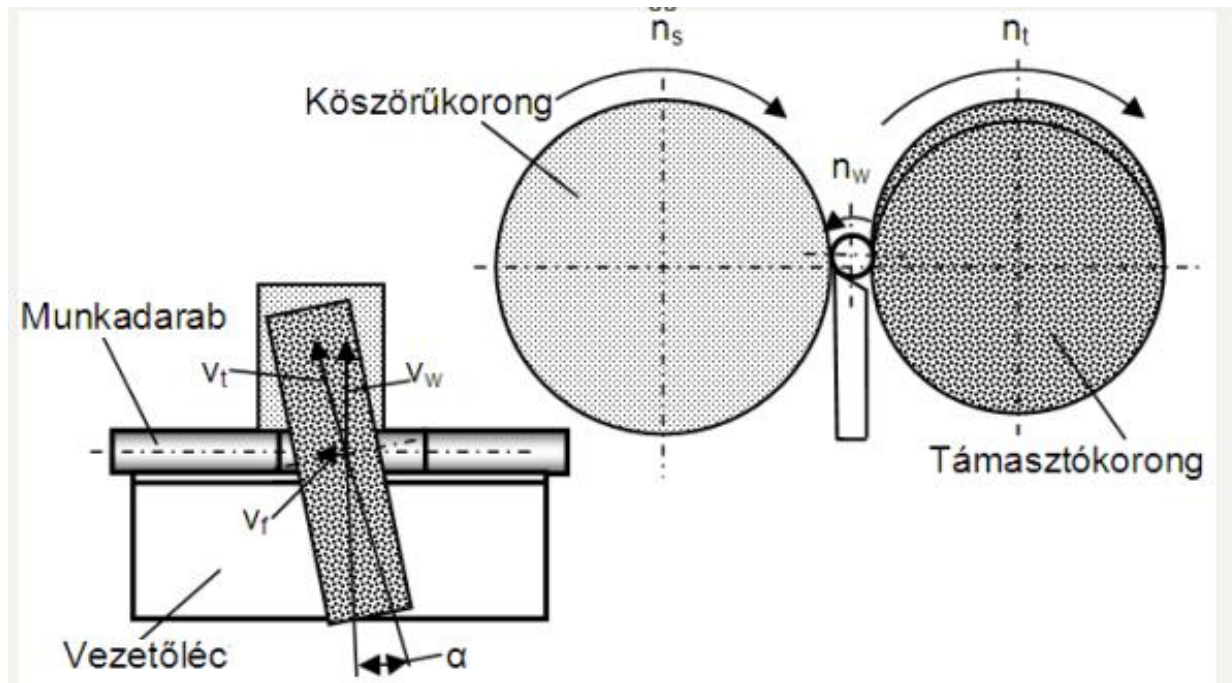
# KÜLSŐ HENGERES FELÜLET PALÁSTKÖSZÖRÜLÉSE



Hosszú tengelyeket ezzel az eljárással köszörülnek. Fogásvétel lehet löketenként, kettőslöketenként.



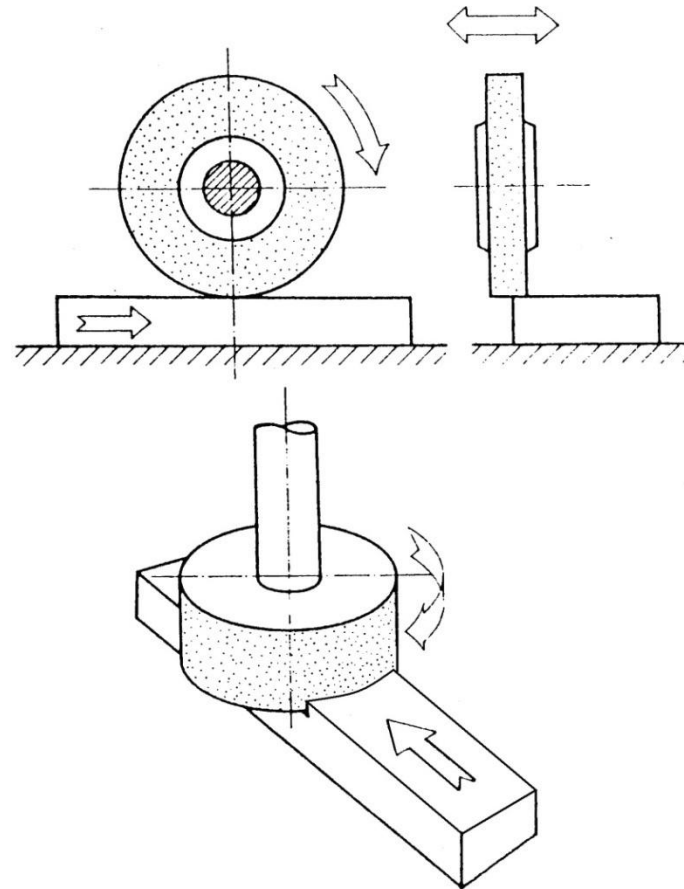
# Csúcs nélküli **KÖSZÖRÜLÉS**



A csúcs nélküli köszörülés lehet beszúró vagy áteresztő. A beszúró eljárás alkalmazásakor a támasztókorong nincs megdöntve. Az áteresztő módszerhez a támasztókorongot 2-6 fokkal megdöntik, így a munkadarab  $v$  előtoló sebességgel halad a vezetősínen. Ezzel a módszerrel több méter hosszú rudak is köszörülhetők

# Forgácsoló megmunkálások

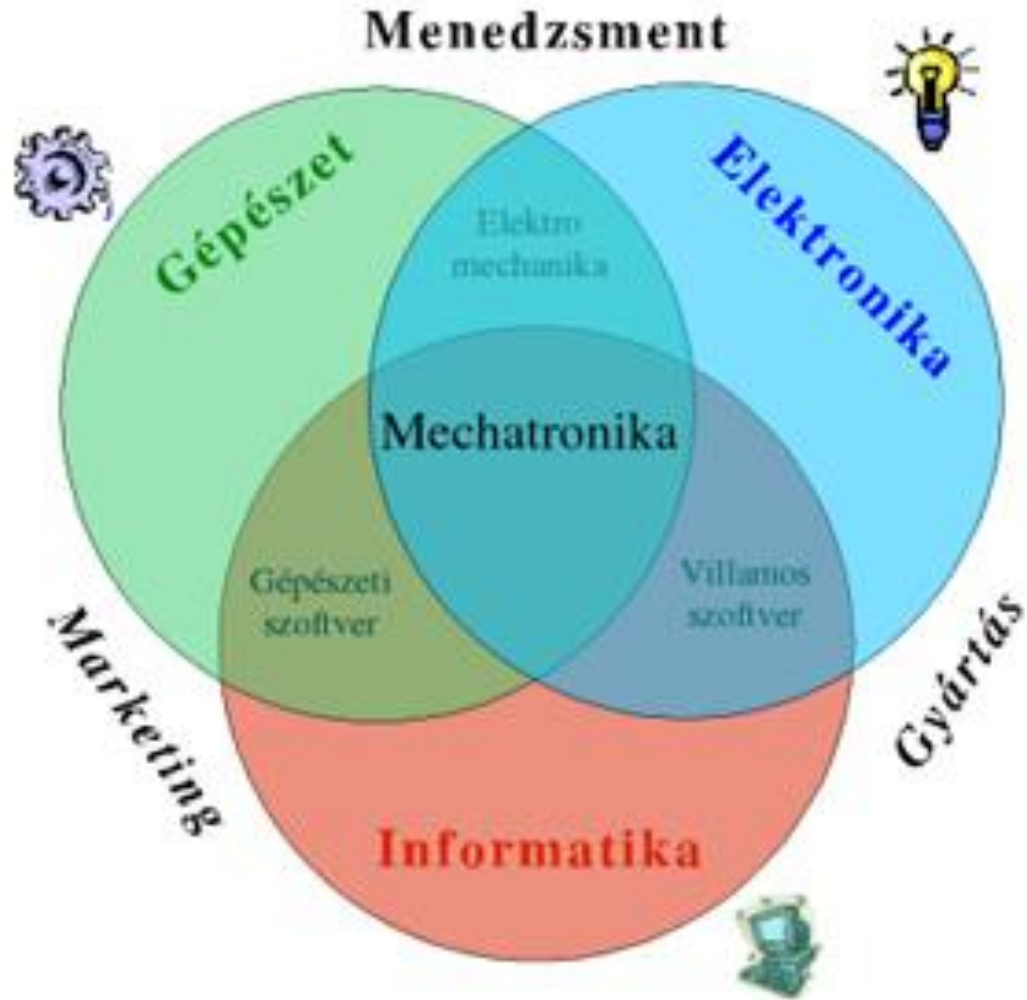
- Síkköszörülés változatai







## Forgácsoló (rugalmas) gyártócella fogalma





## Történeti áttekintés 1.

❖ Az **1950-es** évekig egycélú megmunkáló szerszámgépeken, emberi munkával folyt a termelés, viszonylag kevés automatizált berendezés volt, azok is mechanikus programhordozóval működtek.

❖ Az 1950-es években megjelentek az első **NC** (Numerical Control) szerszámgépek, majd az 1970-es évek közepén első **CNC** (Computer Numerical Control) szerszámgépek, amelyek már alkalmasak voltak különféle alkatrészek rugalmas automatikus gyártására.



## Történeti áttekintés 2.

- ❖ A szerszámok szerszámgépen történő tárolásával és azok automatikus cseréjével megalkották a megmunkáló központokat, angolul: **Machining Center (MC)**. Ezek alkotják a rugalmas forgácsoló megmunkálás elemi építő egységeit.
- ❖ Az 1980-as években a munkadarabok automatikus tárolásával és cseréjével létrehozták az első **rugalmas (flexibilis) gyártócellákat**, angolul: Flexible Manufacturing Cell (**FMC**).



## Történeti áttekintés 3.

❖ Az 1990-es években megjelentek a rugalmas gyártórendszerek, angolul: Flexible Manufacturing System (**FMS**). Az FMS-ekben megoldották a munkadarabok szállításának és raktározásának automatizálást, a kiszolgáló egységek integrálását és az FMS-eket alkotó gyártócellák irányítási hálózattal történő összekötését egy folyamatirányító számítógép irányításával. Becslések szerint 2000-ben mintegy 2500...3500 FMS működött a világon, számuk azóta folyamatosan nő.



## Történeti áttekintés 4.

❖ Informatikai modulokkal kiegészítve lokális hálózatok segítségével épül fel a számítógéppel integrált termelés, angol nyelven: **Computer Integrated Manufacturing, rövidítve: CIM**, amely a gyáron belüli funkciók és a külvilággal való kapcsolatok nagy rendszerre integrálódásának kiteljesedése.

❖ 2005-től jelent meg a „**Digitális Gyár**” fogalma, amely a termelés és anyagmozgatás teljes automatizálását jelenti.



# Rugalmas gyártócella fogalma I.

## Rugalmas gyártócella (Flexible Manufacturing Cell, FMC)

- Különböző munkadarabok automatikus gyártására alkalmas berendezés, amely képes az esetenként változó gyártási feladathoz történő gyors alkalmazkodásra.
- A rugalmas (forgácsoló) gyártócella egy **szervezési egység**, amely állhat egy vagy több (forgácsoló) szerszámgépegységből, megmunkáló központból.



## Rugalmas forgácsoló gyártócella fogalma II.

### Rugalmas gyártócella

- **Mukadarabcsaládok** elemeit munkálja meg,
- Kiegészítő funkciók; munkadarab- és szerszám ellátás, mérési és felügyeleti funkciók automatizáltak,
- Felügyelet (kezelő személyzet) nélküli , vagy csökkentett létszámmal történő üzemelés a második és a harmadik műszakban (akár vasárnap)





### Rugalmas gyártócella fogalma III.

- A gyártási feladat változása nem mindig igényel felszerszámozást, gépelőkészítést, elegendő a megmunkálási program megváltoztatása,
- A gyártócellák felépítése függ a munkadarab jellegétől:
  - ❖ a szekrényes alkatrészeket **paletták**on mozgatják
  - ❖ a forgástest alakú alkatrészek mozgatására leggyakrabban **ipari robotokat** (síkportál, illetve térportál) használnak. A robot végezhet szerszám-, vagy munkadarab-befogó készülék cserét is.



### Rugalmas gyártócella fogalma IV.

❖ A gyártócellák felépítése függ a munkadarab jellegétől, a forgástest alakú munkadarabok gyártására alkalmas gyártócellák (esztergáló cellák) és szekrényes alkatrészek gyártócellái leginkább a **munkadarab mozgatás** megoldásában mutatnak jelentős eltérést.

❖ Az következő dián látható néhány - eszterga gyártócellán megmunkálható - alkatrész fényképe.



# Rugalmas forgácsoló gyártócella fogalma



Eszterga gyártócellán elkészíthető munkadarabok

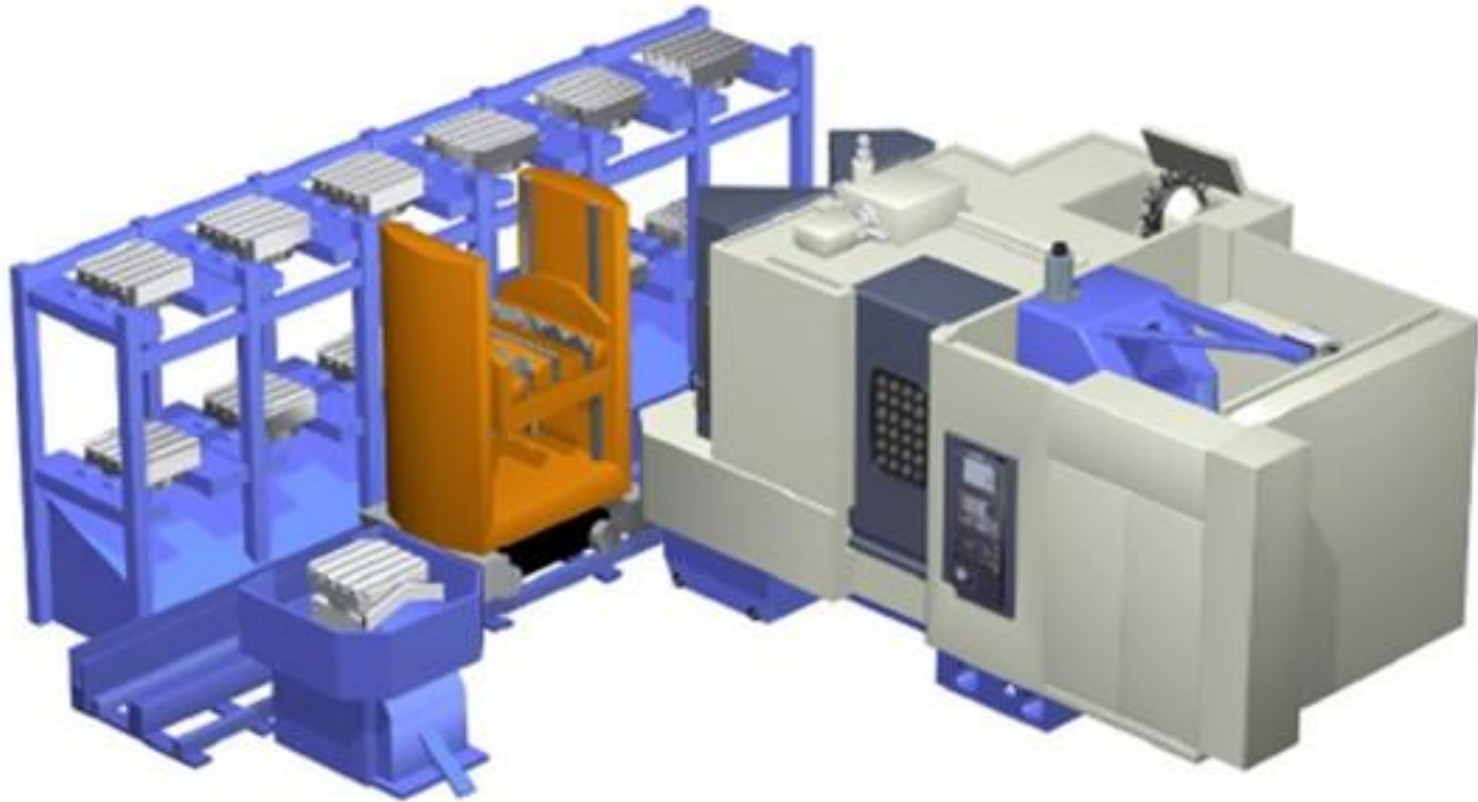


## Rugalmas forgácsoló gyártócella

A sík felületekkel határolt, úgynevezett **szekrényes** alkatrészeket palettákon mozgatják (Az ábrán a kék színű tárolón látható, szürke színű készülékek a paletták.) A **paletta** egy speciális készülék, az iparban - a szekrényes alkatrészek szállítására - általánosan használt. Erre szerelik fel a munkadarabot a gyártás előtt, majd ezen halad a munkadarab a gyártás során az egyes munkaállomások között. Ennek segítségével történik a szerszámgépeken - az úgynevezett „palettacserével” - a megmunkálásra váró és a megmunkálandó munkadarabok cseréje. A gyártás befejezése után a munkadarabot leszerelik a palettáról. Méreteit szabványok rögzítik.



# Rugalmas gyártócella fogalma



## Gyártócella emeletes palettatárral



## Rugalmas forgácsoló gyártócella

---

A **forgástartest** alakú alkatrészek mozgására leggyakrabban ipari robotokat használnak.

A térkihasználás szempontjából legelőnyösebb a felsőpályás **portál robot** alkalmazása. Megoldhatja a munkadarab- és a szerszámcserét, sőt a munkadarab-befogó készülék cseréjét is.

A portálrobot lehet **síkportál**, vagy **térportál** robot.

A **térportál** robot

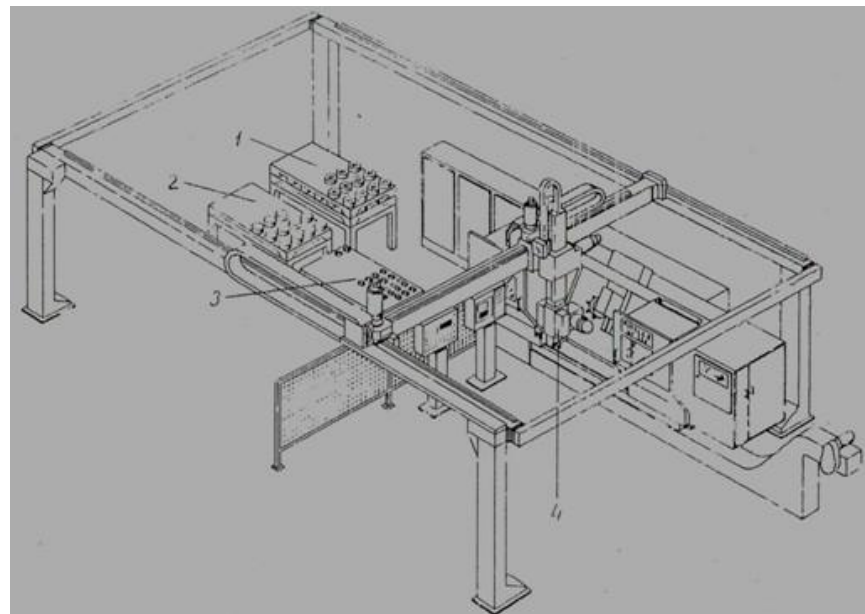
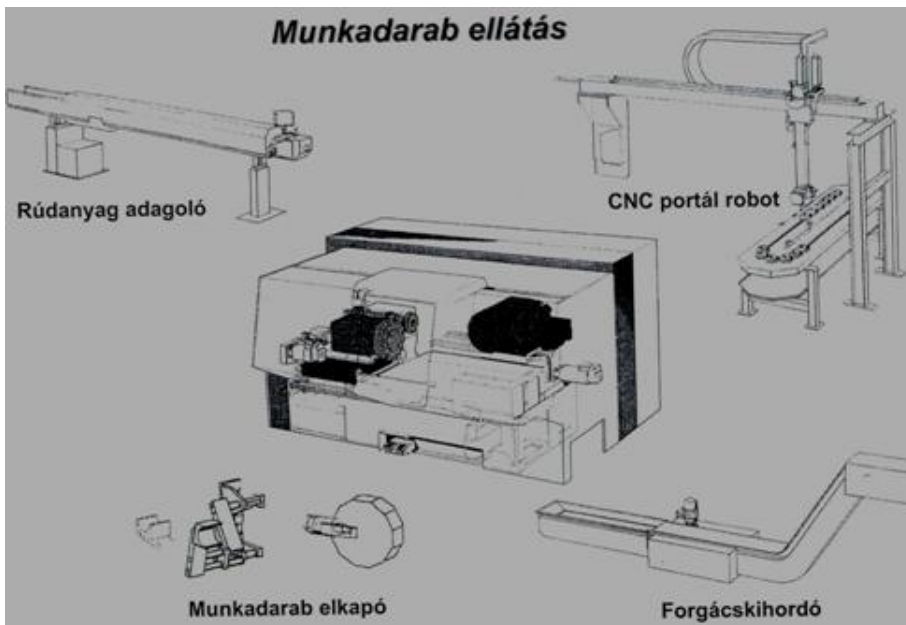
- három mozgástengellyel rendelkezik, alkalmas egy adott térben elhelyezkedő objektumok kiszolgálására képes,
- kedvező helykihasználásával megoldhatja a teljes körű kiszolgálást,
- költségesebb megoldás

A **síkportál** robot

- Kettő mozgástengellyel rendelkezik, csak egy adott síkban elhelyezkedő objektumok kiszolgálására képes.
-



# Rugalmas forgácsoló gyártócella



Gyártócella síkportálrobottal

Gyártócella térportálrobottal



Egyszerű megoldást jelent az esztergagép mellett elhelyezett, vagy az oldalára épített ipari robot, amely a szerszámgép és annak közvetlen közelében elhelyezett tároló között dolgozik. A kedvezőtlen helykihasználása miatt ez a megoldás egyre inkább háttérbe szorul.





# Megmunkáló központok

## Machining Center, MC



**A forgácsoló szerszámgépek, valamint a szerszámgépek részegységeinek, építőelemeinek fejlődését**

- ❖ a nagyobb fő- és mellékmozgási sebességek,
- ❖ a szélesebb alkalmazási kör (pl. a forgácsoló központok),
- ❖ a nagyobb pontosság és
- ❖ a nagyobb megbízhatóság iránti igény határozza meg.

**Nagy jelentőséggel bír az un. elektronikus kinematikai lánc megjelenése, továbbá a közvetlen (direkt) hajtások (a főorsóval egybeépített villamos motor).**

---



## Forgácsoló gyártócellák, gyártórendszerek

- ❖ A **CNC** (Computer Numerical Control) általánossá válása azt (is) jelenti, hogy a szerszámgépet a gépkezelő csak közvetett formában, a vezérlő berendezés révén irányítja, és így a szerszámgép konstrukciós felépítésénél nem kell figyelembe venni az ember adottságait, ➡ az új szerszámgép struktúrák nagyszámú variációi
- ❖ Gépészeti szempontból a korszerű CNC vezérlésű szerszámgép egyszerűbb, mint a hagyományos szerszámgép.
- ❖ Valamennyi mozgástengely egyedi hajtással rendelkezik, ➡ a kinematika egyszerűbb.
- ❖ Az egyes funkciók tipizáltak, a szerszámgép építő egységei többnyire készen vásárolhatók beszállítóktól.
- ❖ A szerszámgépgyártás fokozatosan szerelő iparággá válik.



## A forgácsoló szerszámgépek két nagy csoportja különböztethető meg:

- a **szekrényes** (sík felületekkel határolt) alkatrészeket megmunkáló szerszámgépek (ezek közé sorolhatók a **megmunkáló központok**), illetve
- a **forgástest alakú munkadarabok** megmunkálásra alkalmas szerszámgépek (ezek közé sorolhatók az **eszterga központok**).

Fejlődésük sokáig egymástól függetlenül, elválasztva folyt. Jelenleg a két csoport érzékelhetően közelít egymáshoz; így például egy esztergáló központ csak abban különbözik egy megmunkáló központtól, hogy ez utóbbi a munkadarabbal nem tud forgó mozgást végezni.



### Megmunkáló központok jellemzői:

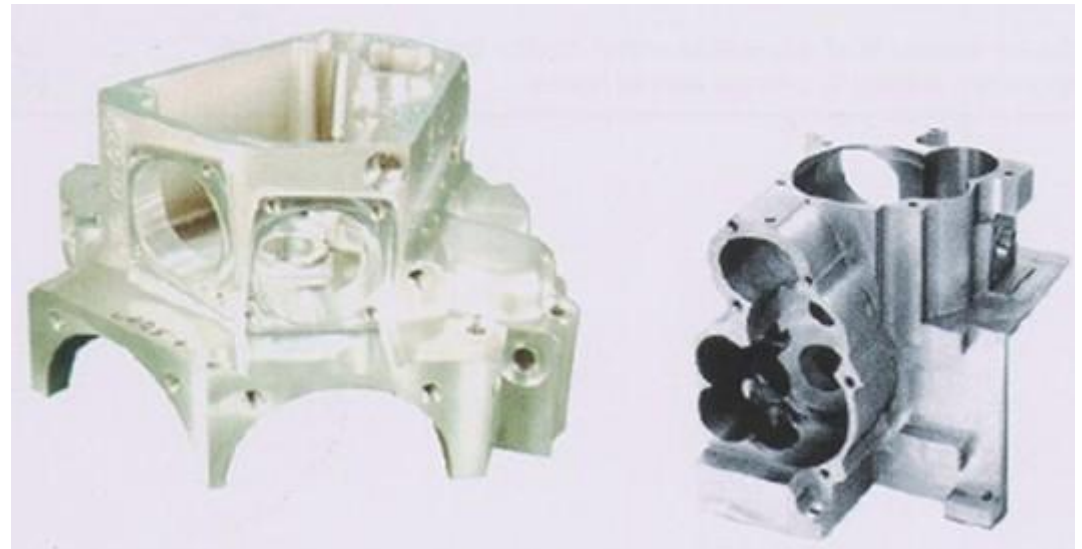
- Forgácsoló gyártócellák meghatározó komponensei,
- Különböző műveletek egy felfogásban történő elvégzése, készre munkálása, **műveletkoncentráció**
- Elsősorban szekrényszerű, illetve bonyolult, szoborszerű alkatrészek, térbeli felületek megmunkálása alkalmasak
- Műveletek: fúrás, marás, dörzsölés, menetvágás, stb.
- CNC vezérlés
- Automatikus szerszámcsere,
- Osztó, forgó asztal, a munkadarab négy oldalának megmunkálására
- Mérési és felügyeleti funkció



# Megmunkálóközpontok jellemzői:

- Automatikus munkadarab (paletta) csere
- Magas automatizáltsági szint, rugalmasság, gyors alkalmazkodó képesség a változó gyártási feladathoz

Megmunkáló  
központokon  
megmunkálható  
jellegzetes  
alkatrészek





# Megmunkálóközpontok

- ❖ A rugalmas gyártócellák és –gyártórendszerek alapját képezik
- ❖ Követelmények:
  - Szerszámtár és szerszámcsereelő rendszer elhelyezése a főorsó közelében
  - A három lineáris tengelyt kiegészítő egy, vagy két forgó tengely (3D, 4D, 5D)
  - A munkadarab cserét biztosító állandó asztalmagasság
- ❖ Gépmegoldások:
  - Vízszintes főorsó elrendezésű megmunkáló központok
  - Függőleges főorsó elrendezésű megmunkáló központok



## Megmunkálóközpontok

Példák a különböző kivitelekre:

- Vízszintes megmunkáló központok
- Függőleges megmunkáló központok
- 4, 5 tengelyes (4D, 5D) megmunkáló központok



5 tengelyes (5D) megmunkálóközpont (SZE laborban)





## Megmunkálóközpontok (Példák)



Öttengelyes megmunkálóközpont munkatere (SZE)

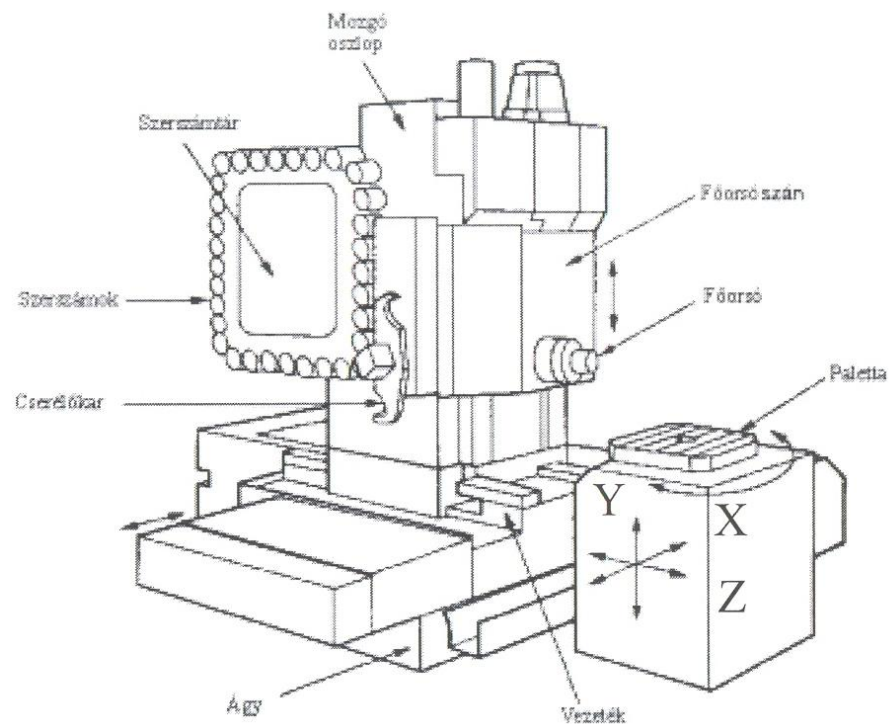
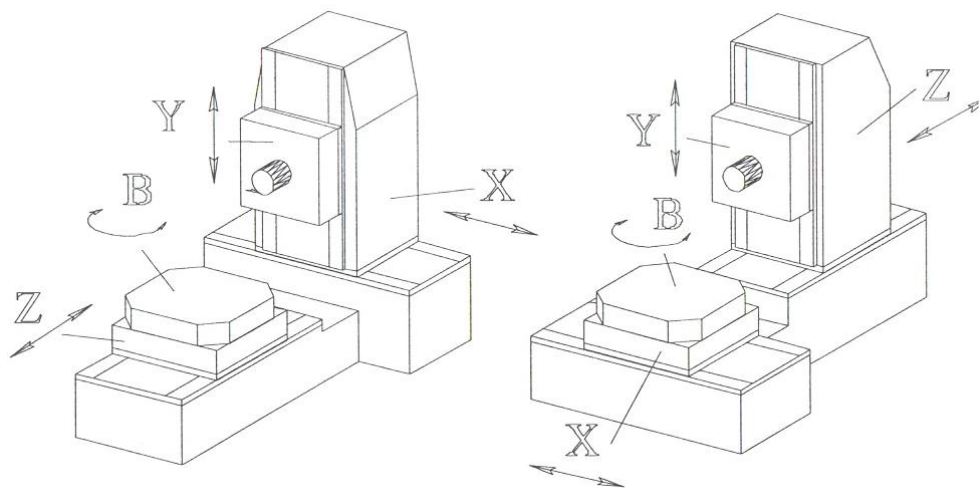


Háromtengelyes megmunkálóközpont (SZE)



# Megmunkálóközpontok

## Jellegzetes vízszintes megmunkáló központok



## Mozgó oszlopos változatok

## Álló asztalos MC kétkaros szerszámcsrlővel, lánctárral



# Megmunkálóközpontok

## Szerszámgephez kötött koordináta-rendszer

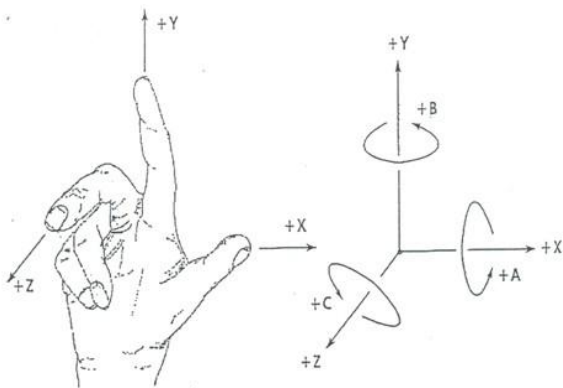
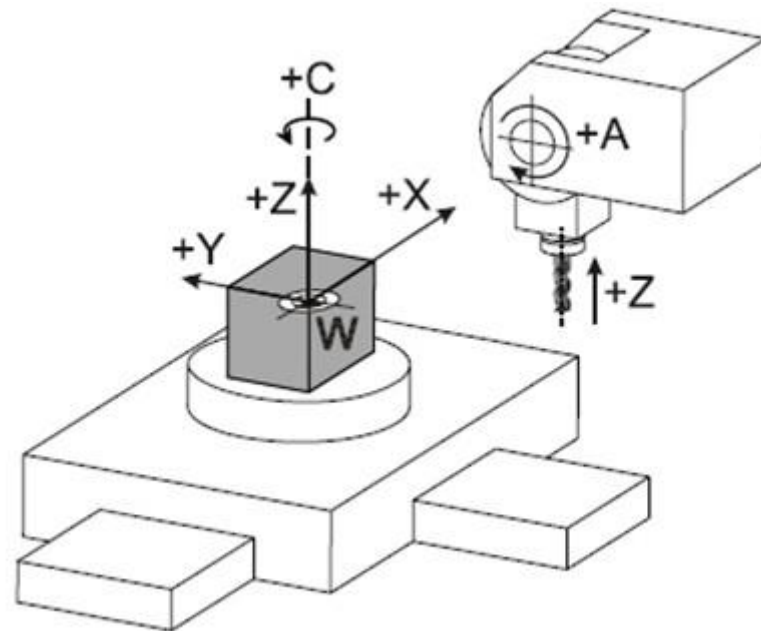


Bild nach DIN 66 217

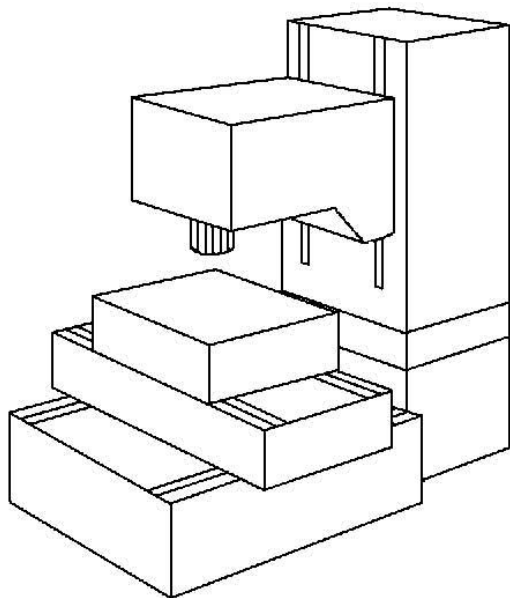


## Öttengelyes megmunkáló koordináta rendszere

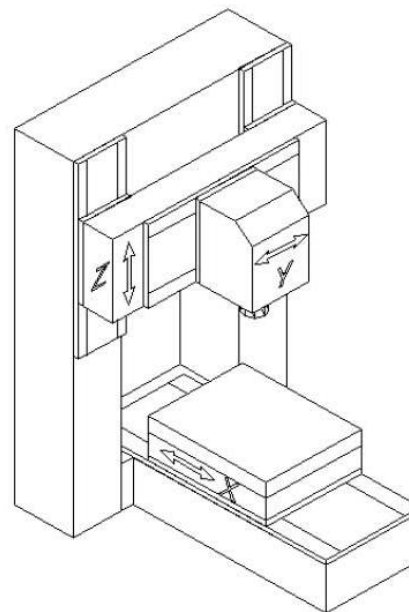


# Megmunkálóközpontok

## Koordináta asztalos függőleges gép

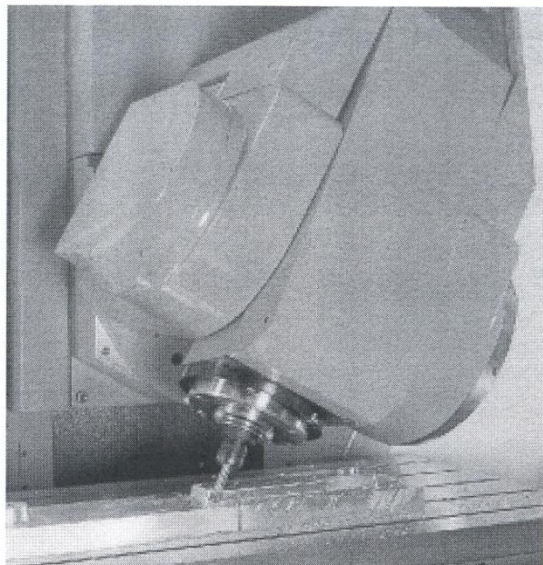


## Állókapus (portális) megmunkálóközpont



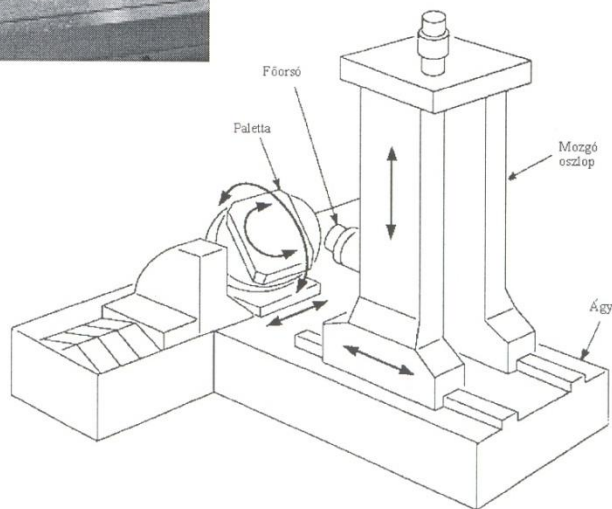
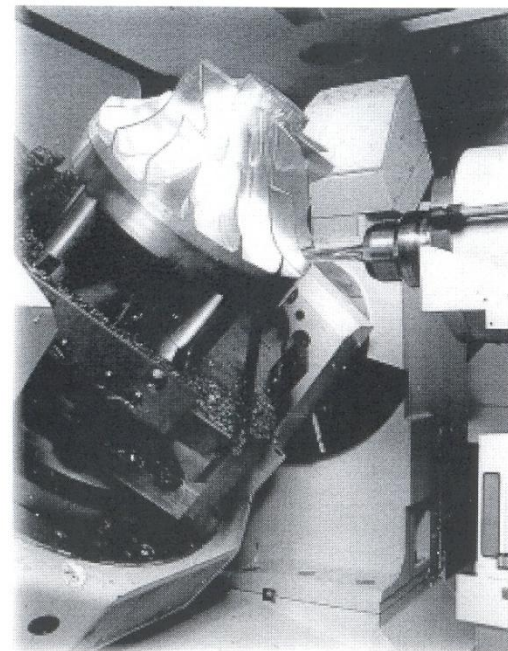


# Rugalmas gyártórendszer felépítése



## 4, 5 tengelyes megmunkáló központok

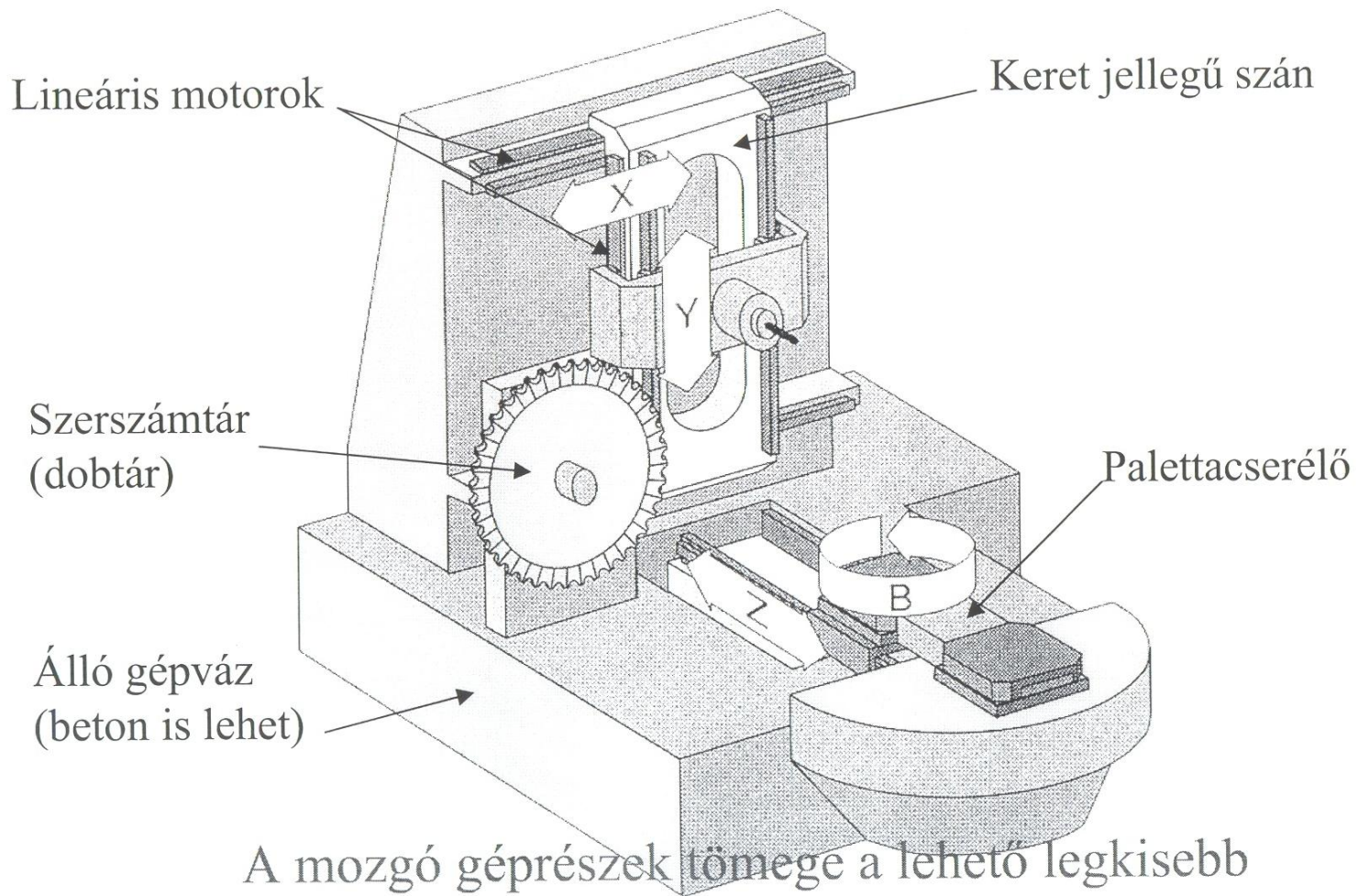
*Rotációs mozgásokat végezheti csak az asztal vagy csak a főorsó, de lehet megosztva is*





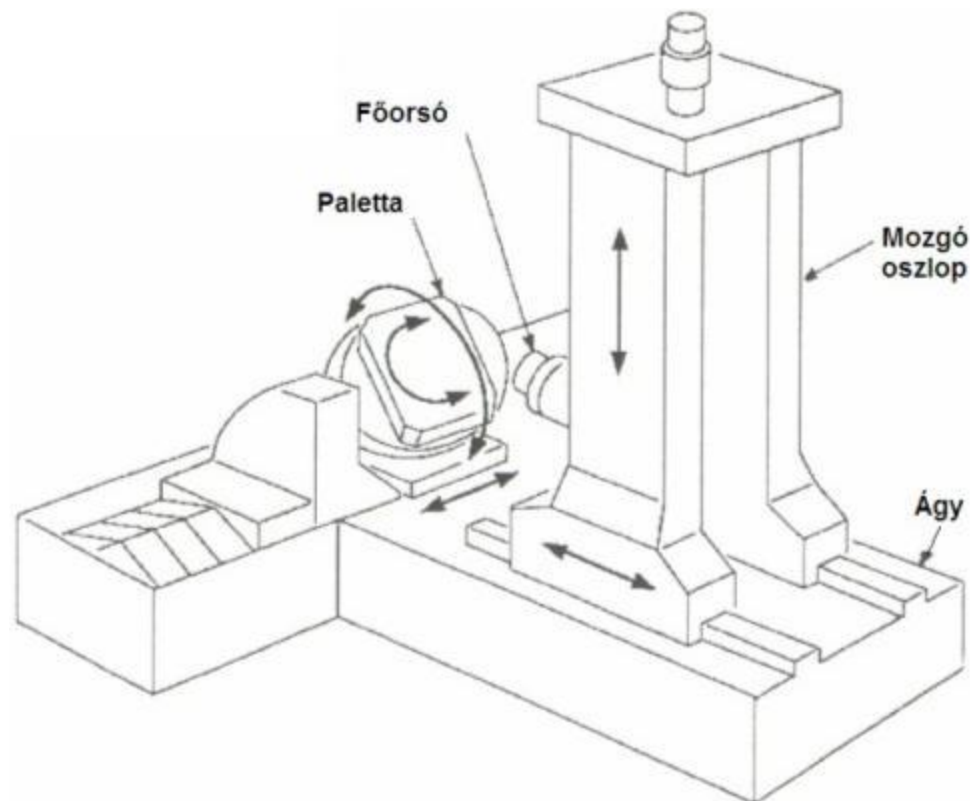
# Megmunkálóközpontok

Vízszintes  
megmunkáló  
központ  
lineáris  
motorokkal





## Öttengelyes megmunkáló központ





## Szerkezeti, konstrukciós jellemzők

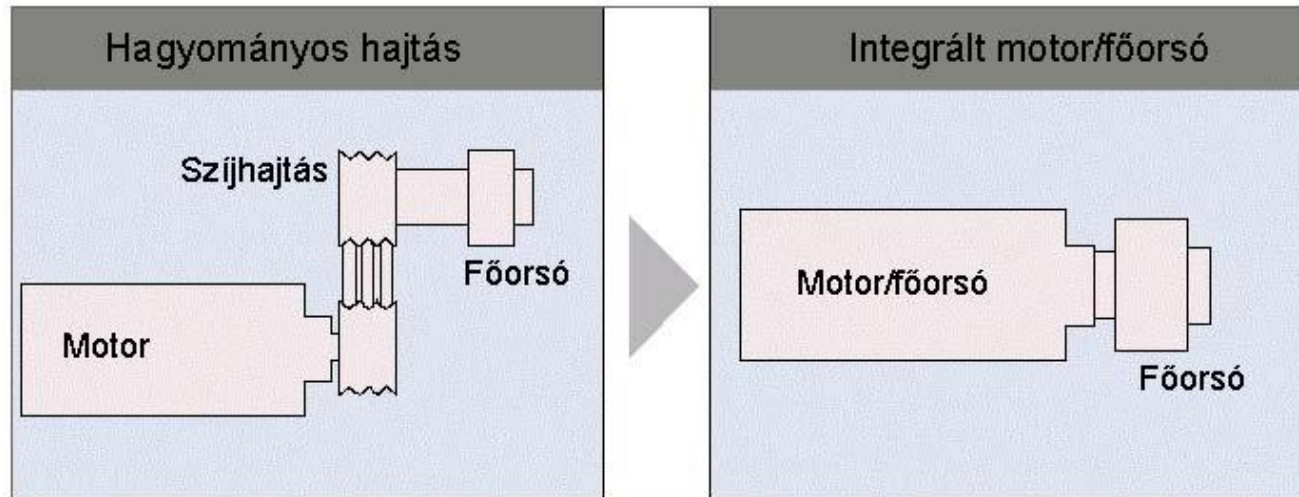
- Főhajtás, direkt hajtású főorsó
- Előtoló hajtóművek
- Szerszámcsereélők
- Munkadabcsere (paletta csereélők)
- Osztó asztal





## Főhajtás

Régebben:  
hajtómotorok  
aszinkron, majd  
pólusváltós  
motorok



Napjainkban: a fordulatszám-növekedés tendenciája, ami a főhajtóművek vonatkozásában a fokozatok csökkenését és a közvetlen hajtás ( motor-főorsó kapcsolat ) elterjedését eredményezi.

A tízezres nagyságrendnél kezdődik , furatköszörűknél pedig a 200.000 fordulat/perc sem számít ritkának.

Ezt a fejlődést a hajtás és szabályozástechnika, és a csapágyazások nagymérvű fejlődése tette lehetővé.

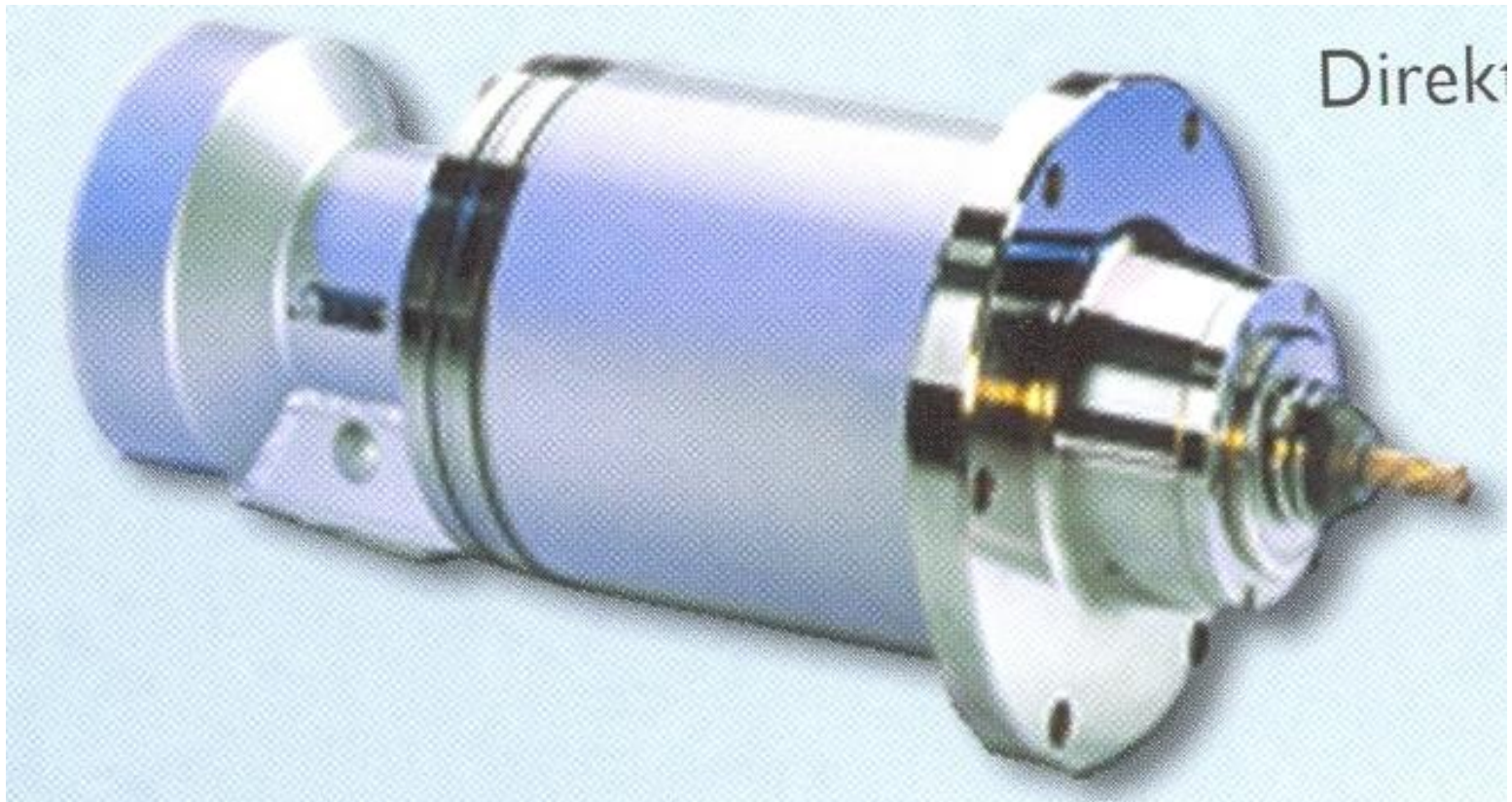


➤ **Főhajtóműveknél** az egyenáramú (**DC**) motorok korlátozott sebességszabályozhatóságuk és a szénkefék kopása miatt egyre inkább az **aszinkron váltóáramú ( AC )** motoroknak adják át a helyüket.

Ezek egyszerűbb változatai a sebességszabályozást **frekvenciaszabályozással**, a nagyobb, pontosabb motorok az un. **vektor szabályozással** (az armatúraáram és a rotoráram bonyolult szabályozásával) oldják meg.

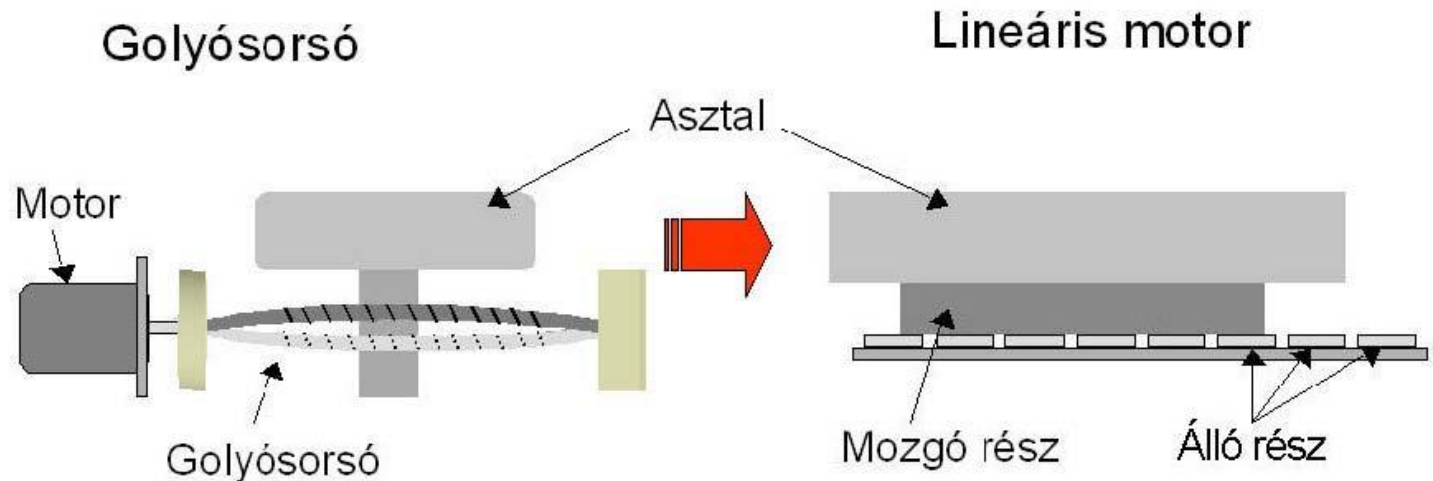


## Direkt hajtású főorsó





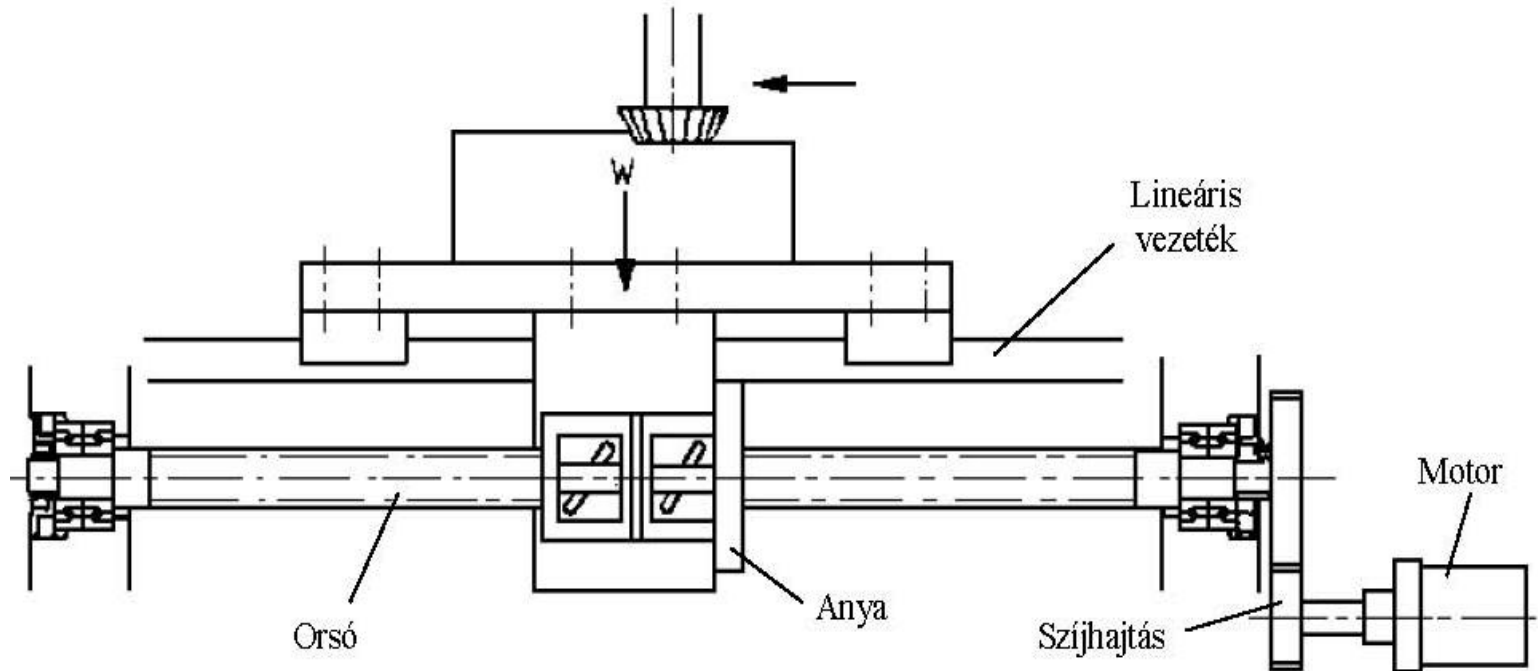
- **Az előtoló hajtások motorjainál** a főmotorokhoz hasonlóan váltóáramú indukciós motorok (un. **AC** szervók) kerültek előtérbe. Ezek rövid ideig a névleges nyomaték többszörösét képesek kifejtetni, ezért a szánok gyorsítására jól megfelelnek.
- Terjednek a **lineáris** hajtású szerszámgépek.





## Hagyományos hajtástechnika

- Orsómenetemelkedés, orsófordulatszám, hő, kopás, rezgések,
- Elektromechanikus hajtás golyósorsóval



Golyósorsó-anya kapcsolat



## Hagyományos hajtástechnika

### A technika határai:

- Maximális előtolás  $V_B = 5 \dots 30 \text{ m/min}$
- Max. gyorsjárat sebesség  $V_E = 30 \dots 60 \text{ m/min}$
- Maximális gyorsulás  $a = 10 \text{ m/s}^2$
- A hajtáselemek maximális terhelhetősége
- Elektromechanikus hajtásnál a maximális erősítési tényező:  $K_v = 3 \dots 5 \text{ (m/min)/mm}$

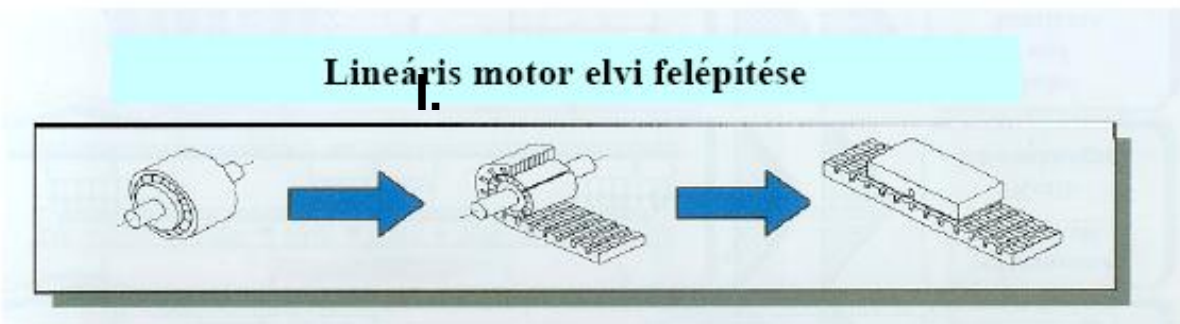


### **A hagyományos mechanikus hajtások főbb hátrányai:**

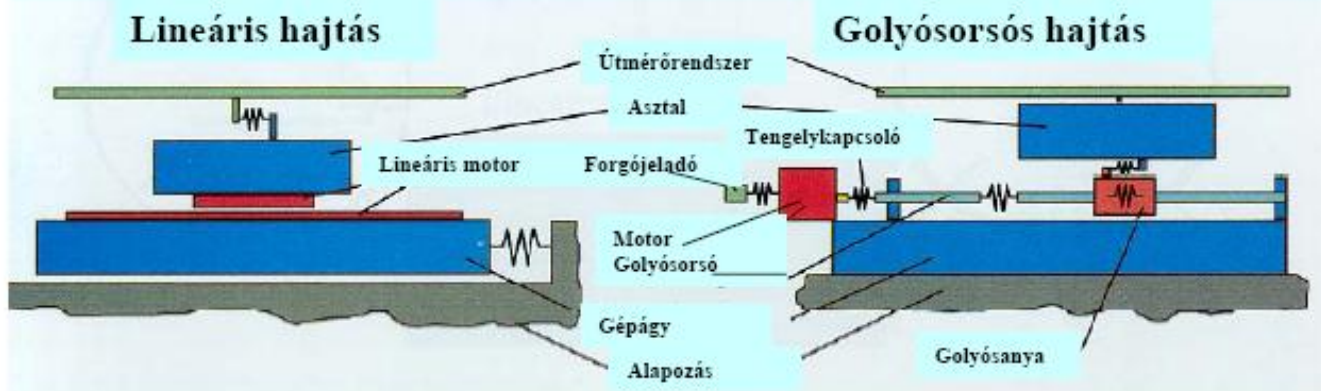
- Korlátozott a hajtáselemek maximális terhelhetősége
- Problémát okozhat a hajtás által keltett mechanikus rezonanciafrekvencia
- Számolni kell a hő, a kopás, valamint a rezgések által okozott működési problémákkal is.



## LINEÁRIS HAJTÁS ELVE



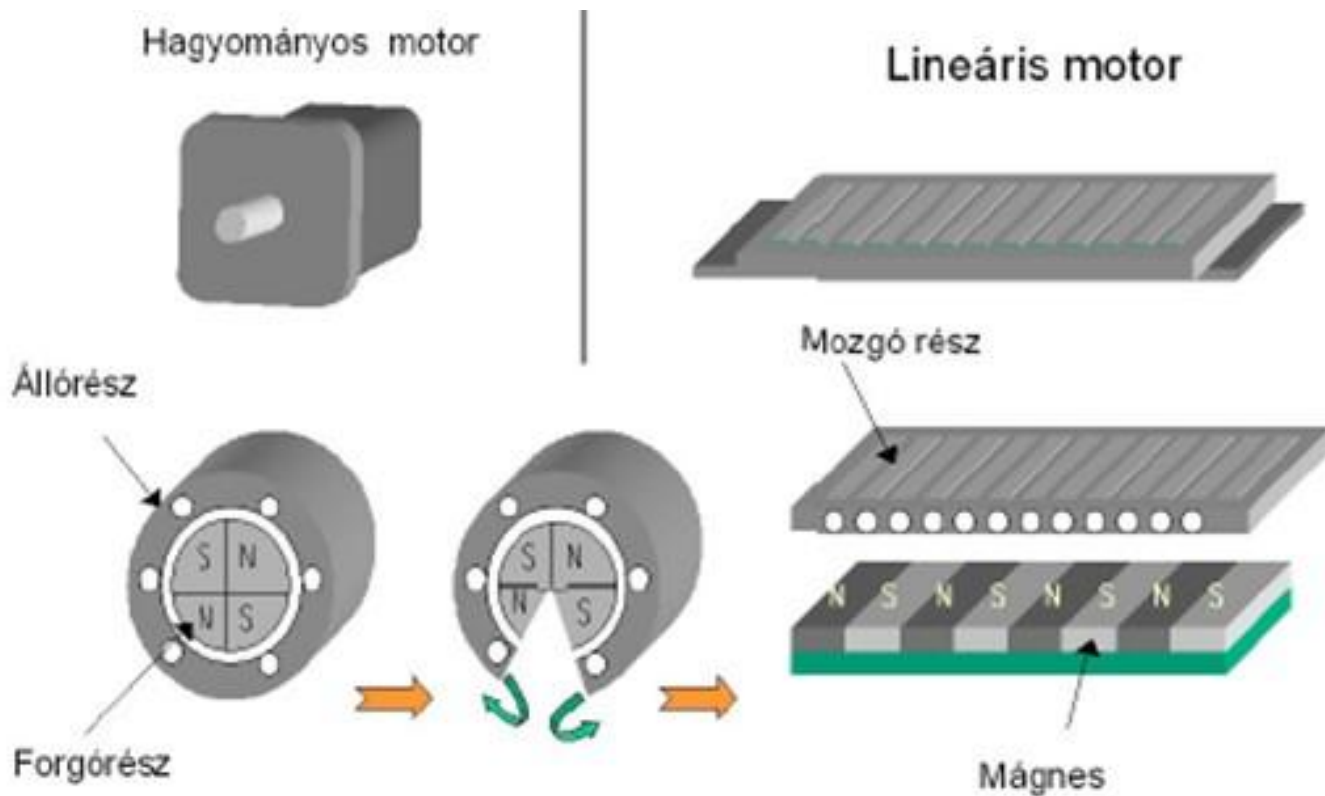
## Szerszámgépek közvetlen hajtásátvitele







# Megmunkálóközpontok



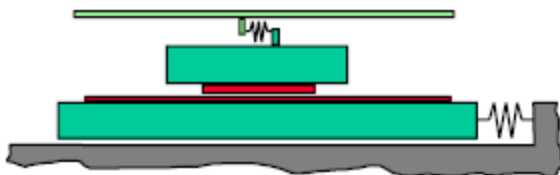
Lineáris motor elvi felépítése



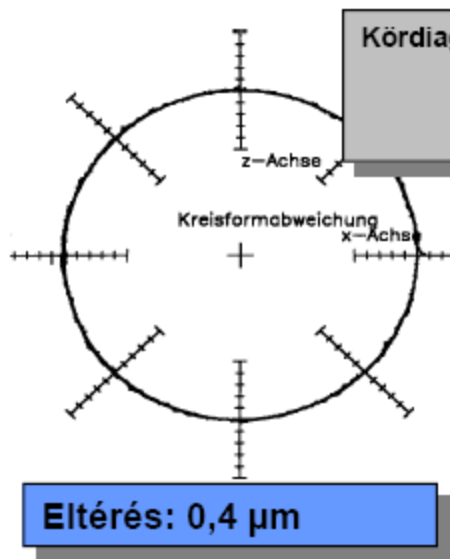
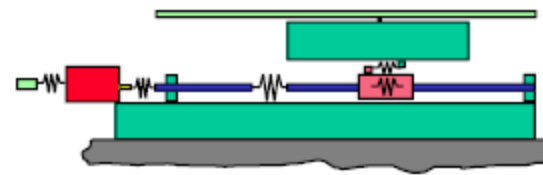
# Megmunkálóközpontok

## LINEÁRIS HAJTÁS ELVE III.

Lineáris hajtás



Golyósorsós hajtás



Kördiagramm „Lookahead/Előretékintő” vezérlés esetén

Átmérő: 300 mm

Sebesség: 4 m/min

Tömeg: ca. 1,2t





## A lineárhajtástechnika előnyei

Lineáris motorok alkalmazásával kiesnek a megmunkálóközpontok hagyományos hajtáselemei mint pl.: golyósorsó, hajtómű és kuplungok.

Ezáltal és a modern digitális hajtás-technika felhasználásával a következő előnyök érhetők el:

- nincsenek mechanikus hajtáselemek,
- egyszerű szerelhetőség,
- magas gyorsulási képesség a kontúr és pozícionálási pontosság megtartása, nagy dinamika, rövid pozícionálási idő,
- nagy kontúrponosság magas mozgási sebességek mellett is
- nincs forgásirányváltási hiba,



### A lineárhajtástechnika előnyei (folytatás)

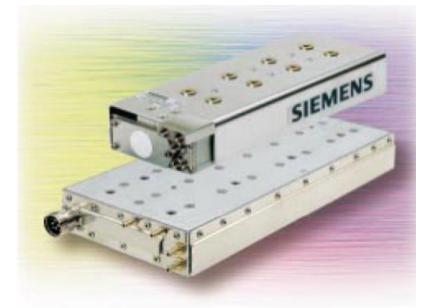
- nincs a hajtáselemek kopása által okozott játékhiba
- nagy sebességtartási képesség
- nagy szerkezeti merevség, jó terhelhetőség
- magas megbízhatóság a kopóelemek hiánya miatt
- kismértékű kopás, hosszú élettartam, kisebb karbantartási igény,
- túlterhelési sérülések elkerülése a motorba épített hőmérsékletfelügyelet által



## Lineáris hajtástechnika hátrányai:

- ❖ Magas mágneses tér a motornál, ezért mágnesezhető anyag megmunkálása esetén védeni kell a motort a forgácstól
- ❖ A motorhűtéssel szemben magasabb követelményeknek kell megfelelni
- ❖ Magasabb elektromos követelmények

Erőteljesen terjednek a  
**lineáris hajtású**  
megmunkálóközpontok





## Osztó, forgó asztalok

A megmunkáló központok fontos szerkezeti egysége a folyamatos forgású NC vezérléssel ellátott asztal. A függőleges forgástengelyű, nagy pontosságú, szögelfordulás a legfontosabb követelmény, tipikus feladat a szekrényszerű alkatrészek – egymással szöget bezáró felületein lévő - felületelemeinek megmunkálása (pl. fúrás, marás).

Két típusa ismert:

- a folyamatos forgású és
- az osztó („indexelő”) asztal.

Ezek feladata és konstrukciós kivitele jelentősen eltérő.



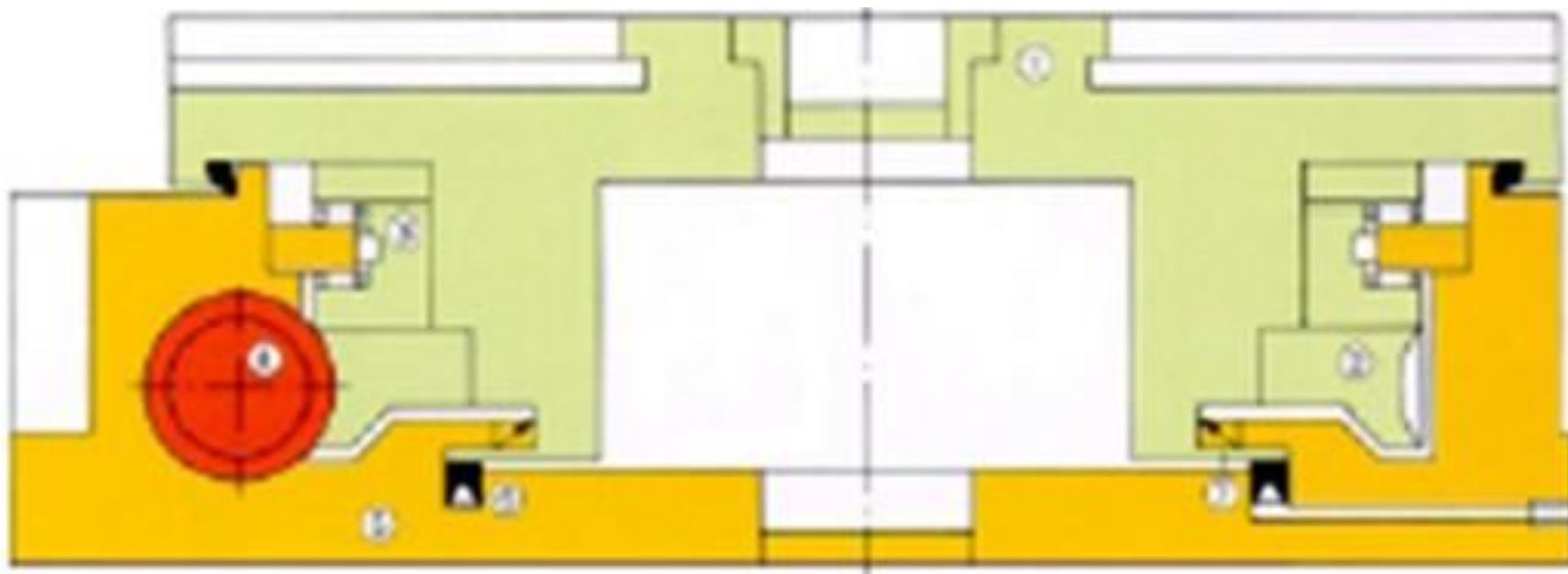
## Osztó, forgó asztalok

A **folyamatos forgású asztal** teljesen azonos a lineáris tengelyekkel, a vezérlő programból lehet megadni a forgó mozgás értelmét, helyzetét és szögsebességét. Fontos jellemzője, hogy mind álló, mind forgó helyzetében is lehet forgácsolni.

Az **osztó asztalok** a munkadarabot véges számú szöghelyzetbe fordítják, kiemelt jelentőséggel bír a  $90^\circ$ -onkénti elforgatás, mert a leggyakrabban egymásra merőleges irányokban kell forgácsolt felületeket készíteni.



## Osztó, forgó asztalok



Folyamatos forgású forgó asztal



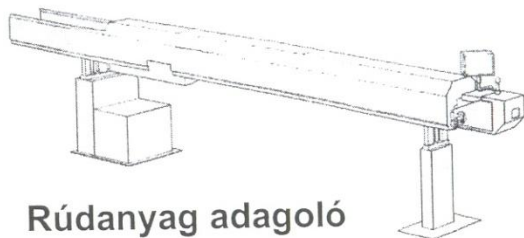


## Munkadarab ellátás

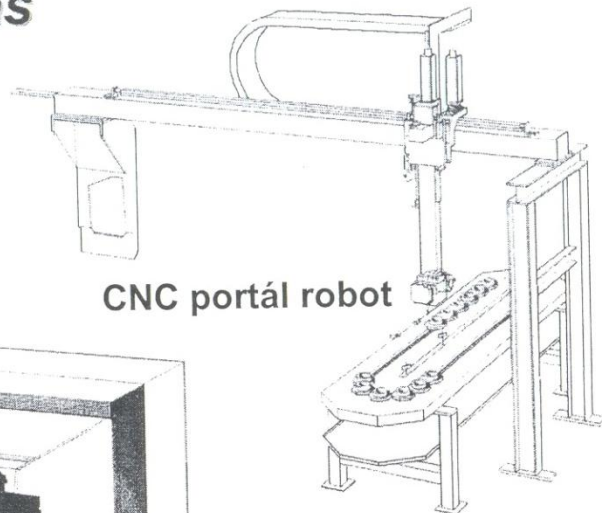


# Munkadarabellátás

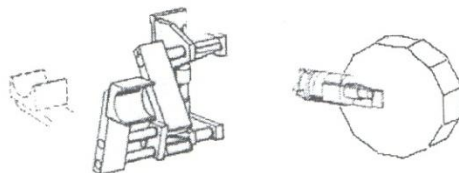
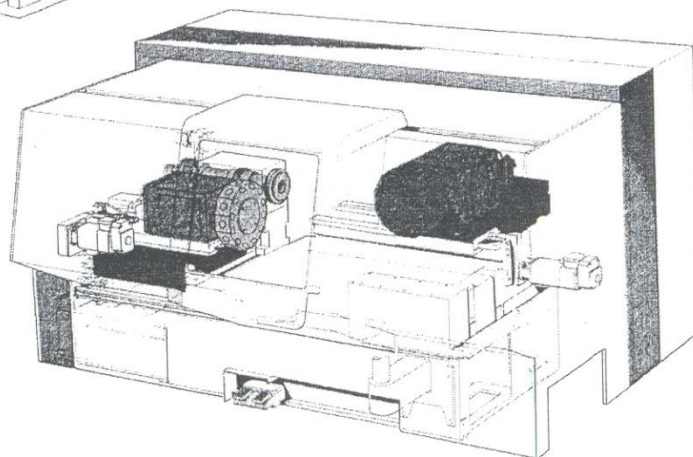
## Munkadarab ellátás



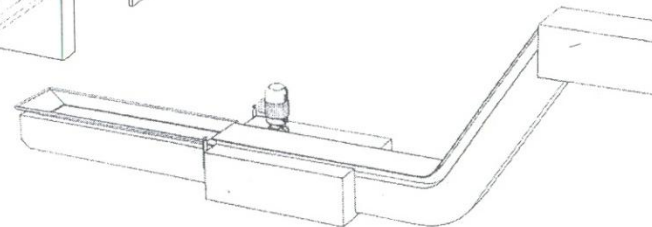
Rúdanyag adagoló



CNC portál robot



Munkadarab elkapó



Forgácskihordó



# Munkadarabellátás

---

A rugalmas gyártócellákat részegységeit, azaz

- ❖ a szerszámgépeket,
  - ❖ az ipari robotokat
- további egységek, alkotó elemek egészítik ki.

Ezek:

- paletta tároló és cserélő egységek,
- robotkocsik
- mosóberendezés
- mérőberendezés
- szenzorok
- vezérlés



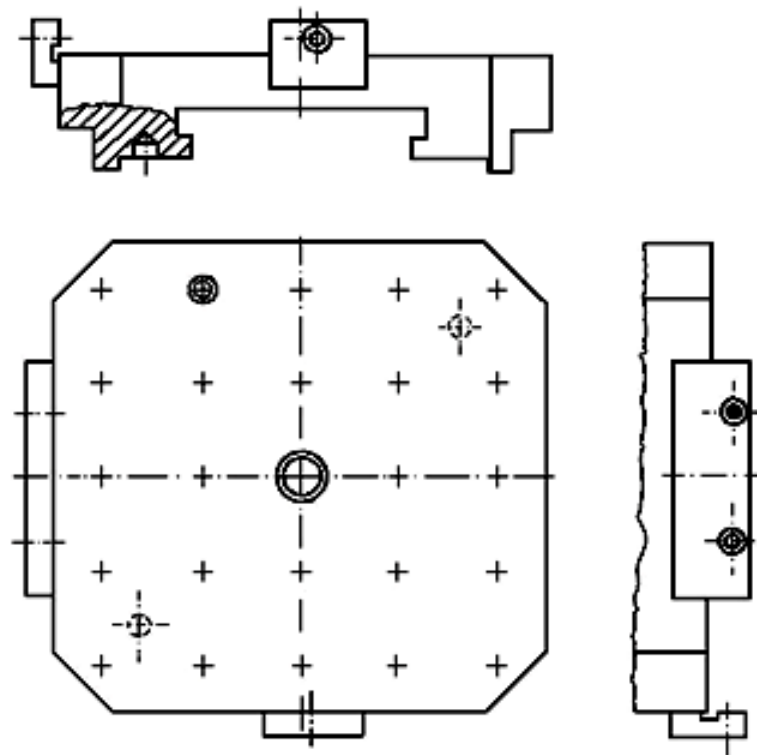
# Munkadarabellátás

Paletta, palettatároló egységek, automatikus paletta csere

## ISO szabvány szerinti paletta

☞ a szekrényszerű alkatrészek tárolására és a szerszámgépek közti mozgatásra.

A szerszámgépre szabványos csatlakozó felülettel rögzíthető palettát, amelyik elvégzi a munkadarab felfogását, technológiai palettának nevezik.

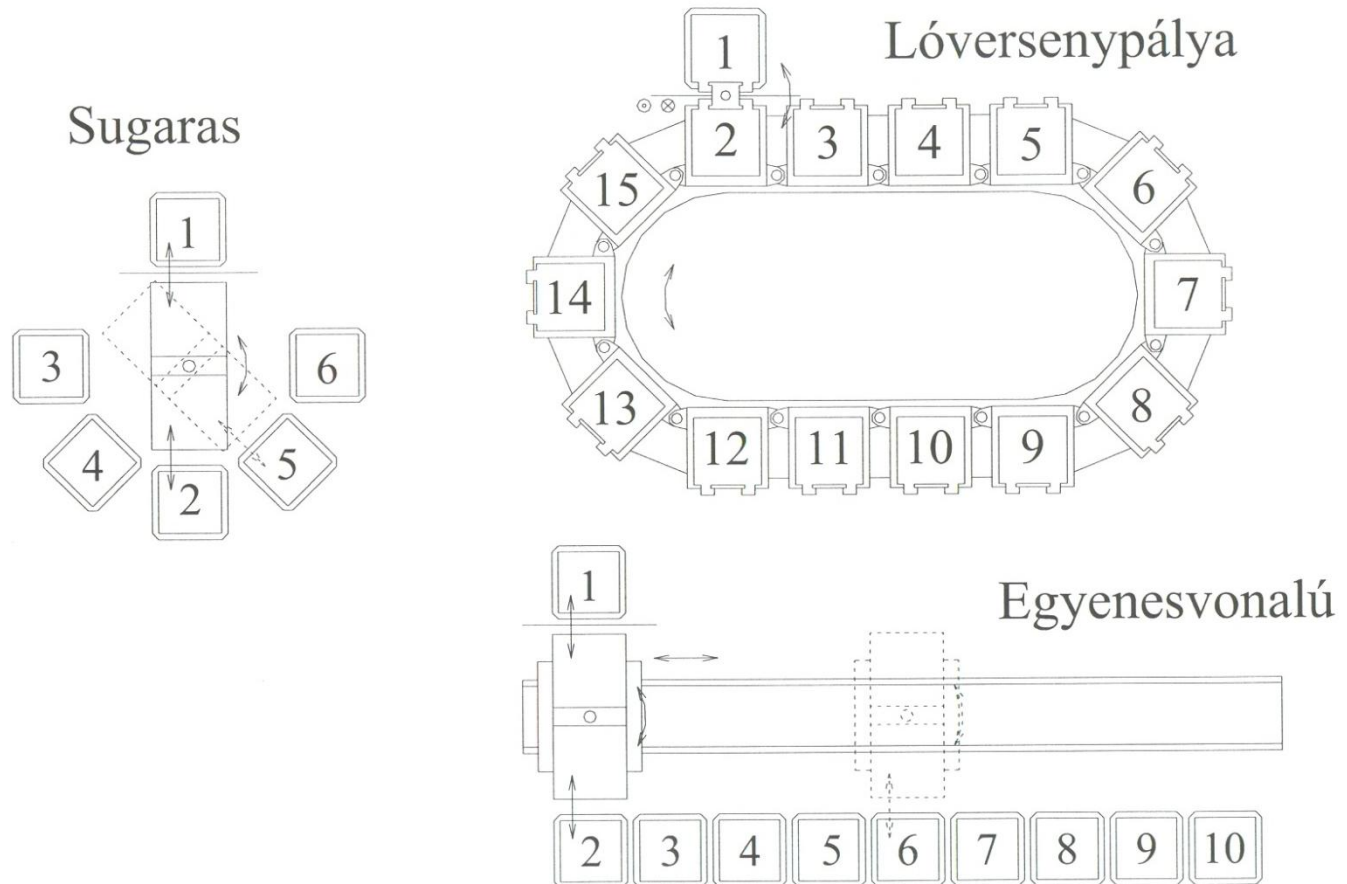


**A technológia paletta mérete fontos gépjellemző.**



# Munkadarabellátás

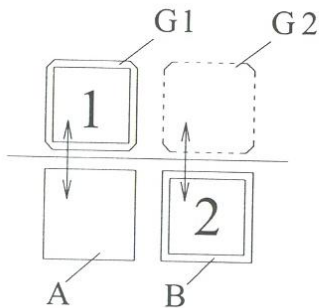
Paletta  
tároló  
elrendezések



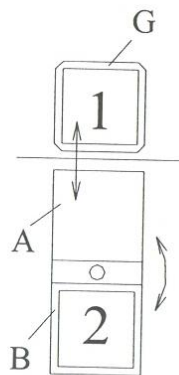
Megjegyzés:  
Az 1. paletta a  
szerszámgépen van



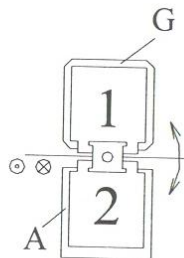
## Automatikus palettacsere



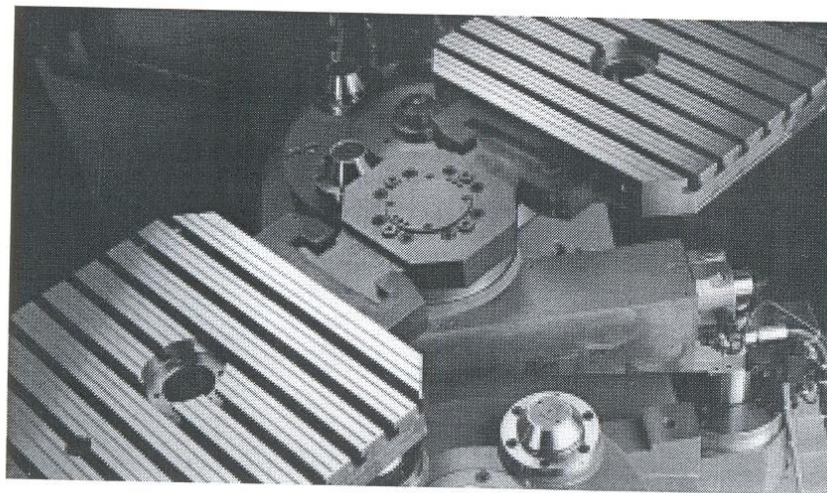
Áttoló  
típus



Áttoló -  
fordító



Emelő - átfordító palettacserélő





## Számítógép vezérlésű induktív robotkocsik

(Automatic Guided Vehicle, AGV)

A szállítórendszer lehet:

- ❖ pályához (sínhez) kötött,
- ❖ padlón mozgó vagy függesztett,
- ❖ a munkadarabot közvetlen formában vagy
- ❖ palettán szállító.



- A számítógép **vezérlésű induktív robotkocsik**, amelyek általában a padlóba süllyesztett elektromos kábel indukciós jeleit érzékelve „tájékozódnak” (Automatic Guided Vehicle, AGV) megbízható és elsősorban nagy méretű, hosszú megmunkálási idejű egységekből álló rendszerek kedvelt szállító egységei.
- Pályájuk – a lefektetett útvonalon belül – szabadon programozható.





# Munkadarabellátás

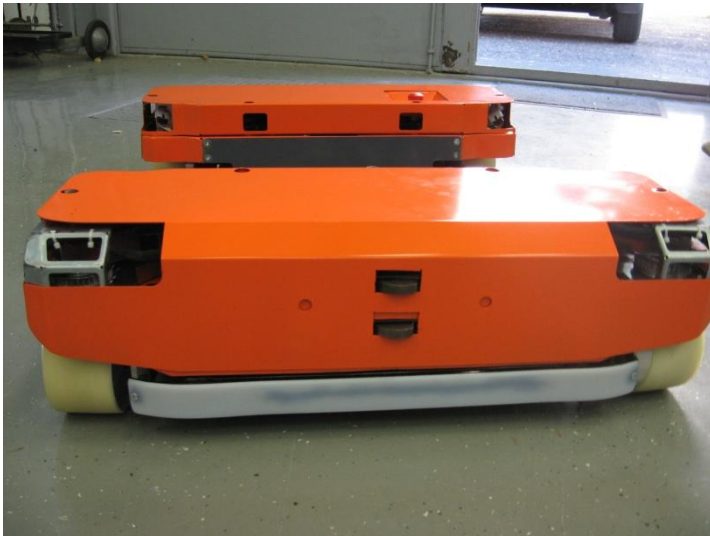
---

➤ Hátrányuk, hogy a szerszámgépek között viszonylag széles útvonalat igényelnek és a közvetlen paletta/munkadarab cseréhez pozicionálási pontosságuk csak kiegészítő egységekkel lehet elegendő.



# Munkadarabellátás

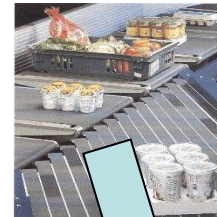
## Robotkocsi (Automatic Guided Vehicle, AGV)



Technika



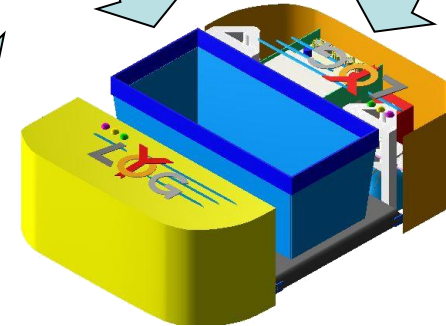
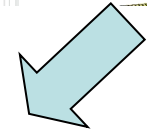
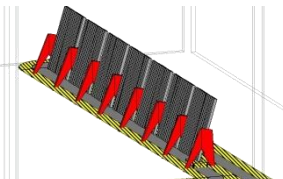
Szortírozás



Állványstruktúra



Automatizálás



Minden egy technikával



## Szerszámellátás

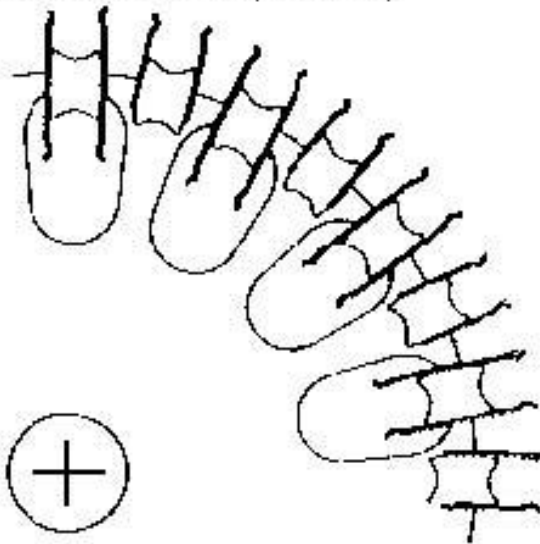


# Szerszámellátás

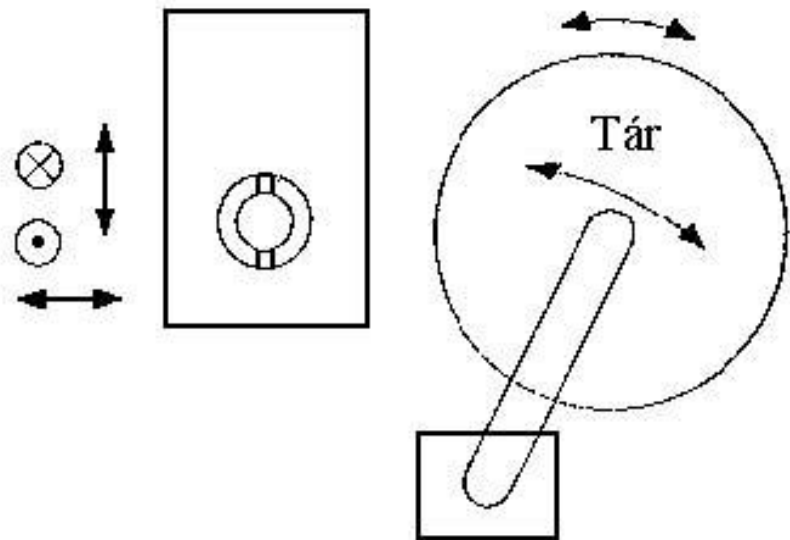
## Szerszámellátás, szerszámcsereélők

A megmunkáló központ jellegzetes építőeleme a szerszámtár és az automatikus szerszámcsereélő.

Szerszámtár (részlet)



Főorszán





# Szerszámellátás

## Szerszámellátás, szerszámcsereélők

A szerszám gép csak több szerszámmal tudja készre munkálni a munkadarabot, mert - különösen a furat megmunkálásnál használt - szerszámok erőteljesen specializálódtak, egy-egy szerszám csak egy-egy furatméret, alak- és felületi minőség létrehozására alkalmas. Az automatikus folyamat szerves része a főorsóban lévő szerszám kicserélése a következő megmunkálási művelethez (mozzanathoz) szükséges szerszámra. Ez lényegében **szállítási feladat**. Az éppen dolgozó szerszám a főorsóban van, az adott munkadarab (munkadarabhalmaz) megmunkálásához szükséges többi szerszám pedig rendezetten a szerszámtárban (szerszám magazinban) helyezkedik el.



## Szerszámellátás, szerszámcsereélők

A főorsóban lévő szerszámot el kell szállítani a tár egy kijelölt helyére, a szerszámtár egy másik helyéről pedig az új, soron következő szerszámot kell a főorsóhoz szállítani. Másodlagos folyamatként mind a tároló helyeknél, mind a cserélő szerkezetnél, mind a főorsóban

- ❖ a rögzítés és oldás,
- ❖ a megfogás és
- ❖ az elengedés zajlik le összehangolt módon, amikor a tár, a cserélő és a főorsó egymásnak adják át a szerszámot



## Szerszámellátás, szerszámcsereélők

A szerszámtárak típusai:

- dobtárak,
- lánctárak és
- egyenes táruk.

Alapvető konstrukciós követelmény, hogy a szerszám tár és a főorsó **egymáshoz közel helyezkedjen el** a minél rövidebb cserélő mozgás biztosítása érdekében.

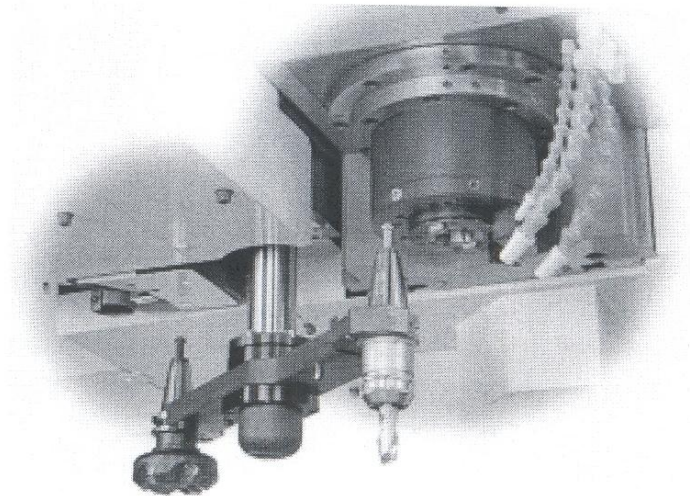
A dobtár egyszerű kör alakú tárcsa, ennek kerületén helyezkednek el a szerszámtartók. A dobtáraknak kedvezőtlen a helykihasználása.

A lánctár speciális tagokból felépített lánc, ezekre a lánctagokra egy-egy szerszámtartó elemet erősítenek.

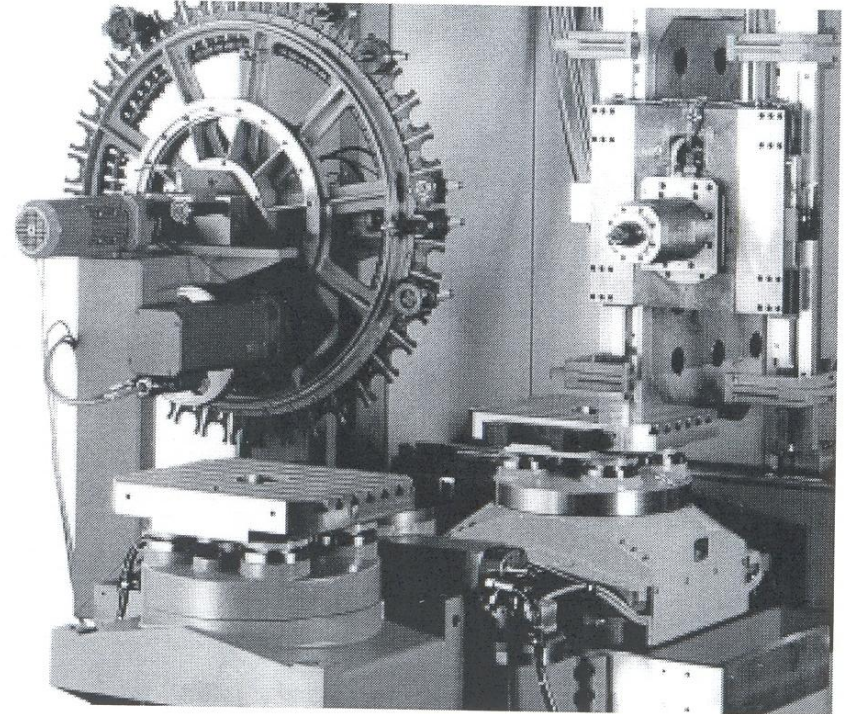


# Szerszámellátás

## Példák szerszámcserélőre



Kétkarú cserélő



Közvetlen (cserélőkar nélküli)  
elrendezés dobtárral





# Esztergáló gyártócellák

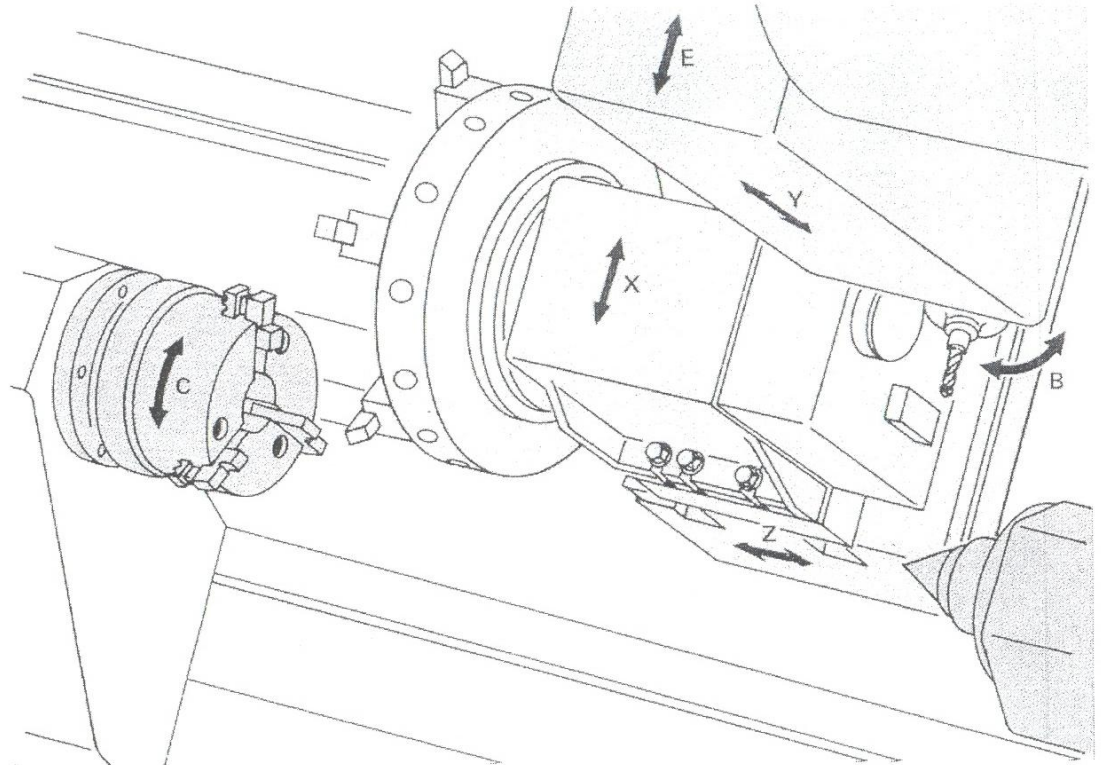
**Eszterga jellegű  
megmunkáló gépen/  
eszterga  
gyártócellán  
elkészíthető  
munkadarabok**





# Esztergáló gyártócellák

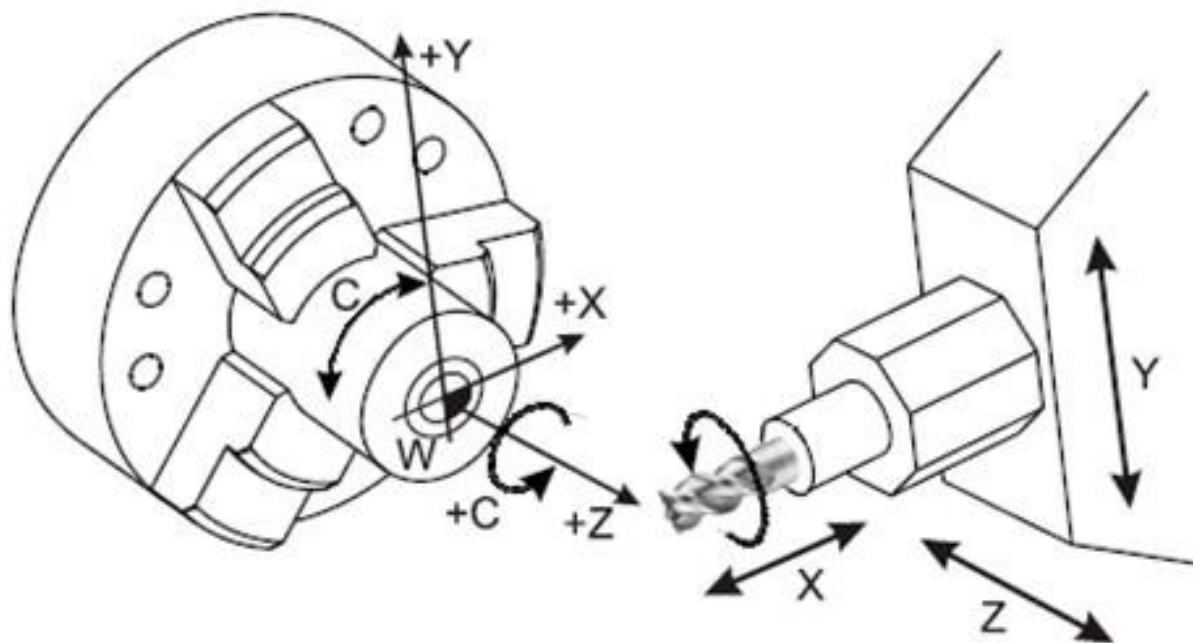
Esztergáló központ  
Külön szánnal hajtott  
szerszámokkal





# Eszterga gyártócellák



## Eszterga központ és koordináta tengelyei





## Esztergáló gyártócellák

### Iker- és segédorsós esztergáló központok

Gyakran  a munkadarab még az előzőekben felvázolt szerszámgépen sem munkálható meg mindkét oldalról, a munkadarabot 180°-kal át kell fordítani, és újra be kell fogni. Ezt az átfordítást kézzel, vagy – gyártócellánál - ipari robottal és egy kettős megfogó szerkezettel meg lehet oldani. Ennek ideje növeli a mellékidőt,  más megoldást is kerestek. Olyan eszterga központokat is készítenek, amelyeknek két, egymással szemben elhelyezkedő főorsóval rendelkeznek, ezeknél az átfogási művelet helyettesíthető azzal, hogy a két főorsó veszi át egymástól a munkadarabot.



## Esztergáló gyártócellák

### Iker- és segédorsós esztergáló központok

A kétorsós szerszámgépeknek két alaptípusa ismert:

- **ikerorsós**, vagy
- **segédorsós** eszterga központokat építenek.

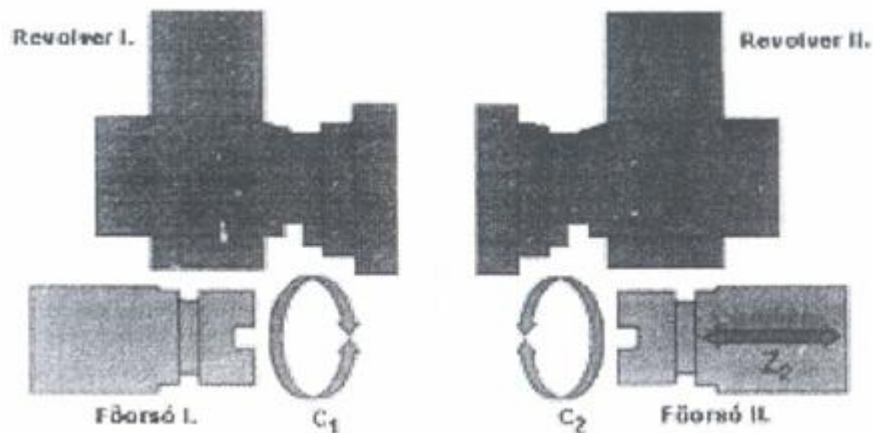
Az **ikerorsós** szerszámgépnél a két főorsó azonos teljesítményű és pontosságú, valójában két szerszámgép összeépítésének felel meg.

A **segédorsós** szerszámgép esetén a segédorsó kisebb teljesítményű és csak a kevésbé kényes műveletek elvégzésére szolgál. Követelmény a két orsó pontos együttfutásának biztosítása.

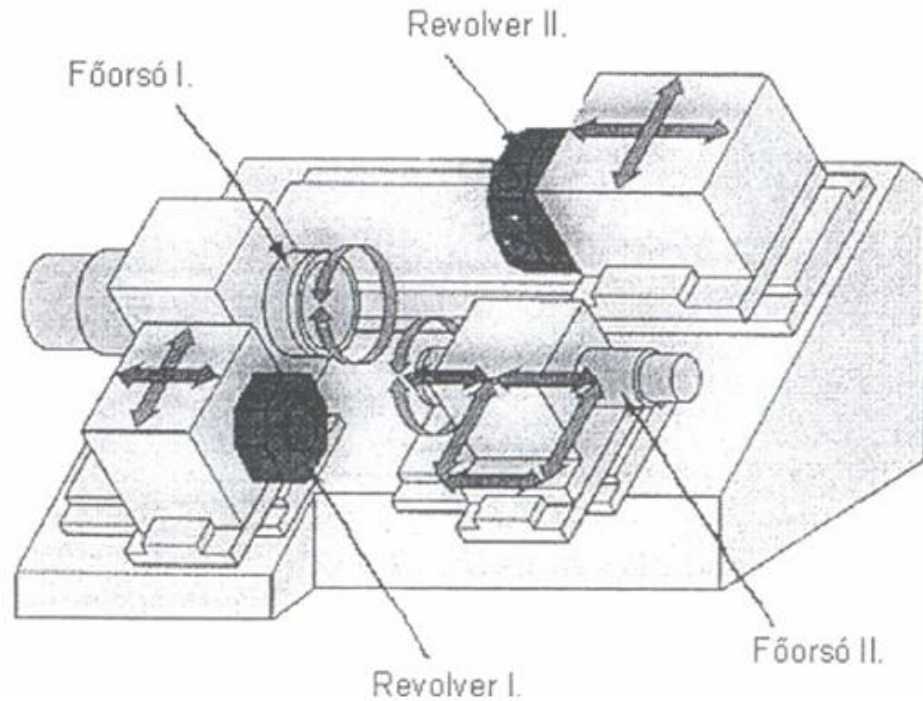


# Esztergáló gyártócellák

## Iker- és segédorsós esztergáló központok



Ikerorsós esztergáló központ

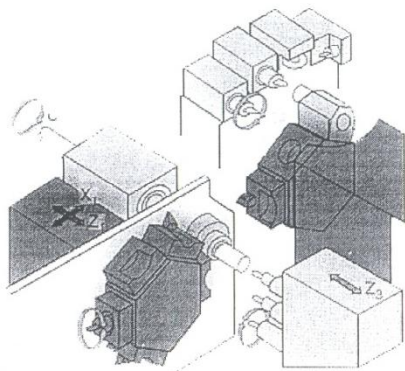


Segédorsós esztergáló központ

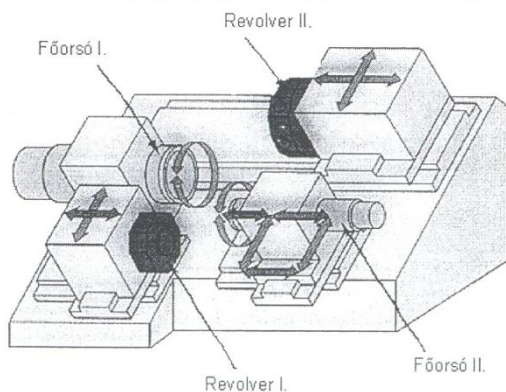


# Esztorgáló gyártócellák

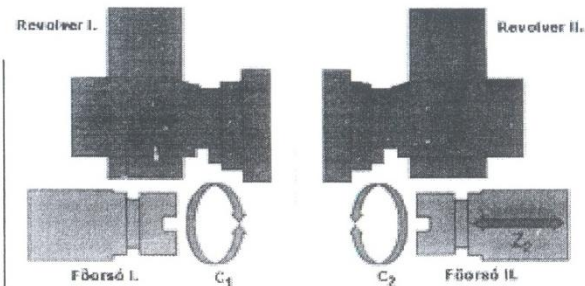
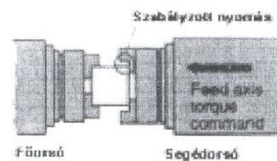
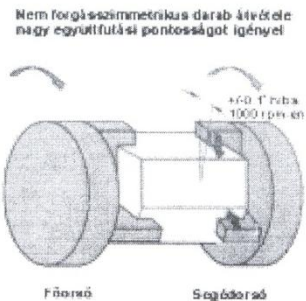
## Iker- és segédorsós esztorgáló központok



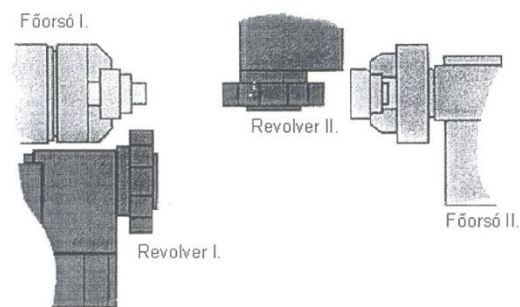
Tornos Bechler segédorsós  
hosszeszterga automata



Miyano ANC segédorsós esztorgáközpont



Nakamura-Tome ikerorsós esztorgáközpont



A konfiguráció lehetővé teszi a főorsók egymástól független üzemelését.

Gildemeister ikerorsós esztorgáközpont



## Rugalmas forgácsoló gyártórendszerek





# Rugalmas gyártórendszer

---

## Rugalmas gyártórendszer

- Fogalma, kialakulása, alkalmazási területei
- A rendszerbe kapcsolt egységek:
  - ❖ Forgácsoló szerszám gép(ek)
  - ❖ Mérőgép(ek)
  - ❖ Mosó állomás
- A rendszer irányítása
- Paletta ellátás
- Szerszámellátás
- Hűtővíz ellátás
- Forgácskezelés



- ❖ A **rugalmas gyártórendszer (FMS)** több, egymással összekapcsolt gyártócellából tevődik össze, a gyártócellák szerszámgépei különféle munkadarabokat - párhuzamosan - munkálnak meg. A gyártás folyamatosságát egy-egy egység átállítása nem zavarja meg.
- ❖ A gyártó egységeket (pl. a gyártó cellákat) közös irányító egység és munkadarab-, esetleg szerszám ellátó egység köti össze.
- ❖ A munkadarab továbbítás nem kötött ütemű, a szerszámgépek hozzáférése tetszőleges sorrendben történhet.



## Rugalmas gyártórendszer

---

- ❖ Az FMS-ben a szállító-raktározó egység felépítését a gyártandó munkadarabok alakja (forgástest vagy szekrényes) befolyásolja.
- ❖ Rugalmas gyártórendszereknél a munkadarabok, szerszámok helyzetét, állapotát a rendszerirányítás folyamatosan felismeri.
- ❖ Ezek a rugalmas gyártó sorok a merev automatizálást képviselő gépsorokat váltják fel. (Elsősorban a gépjárműiparban, a gépkocsigyártásban terjedtek el).



# Rugalmas gyártórendszer

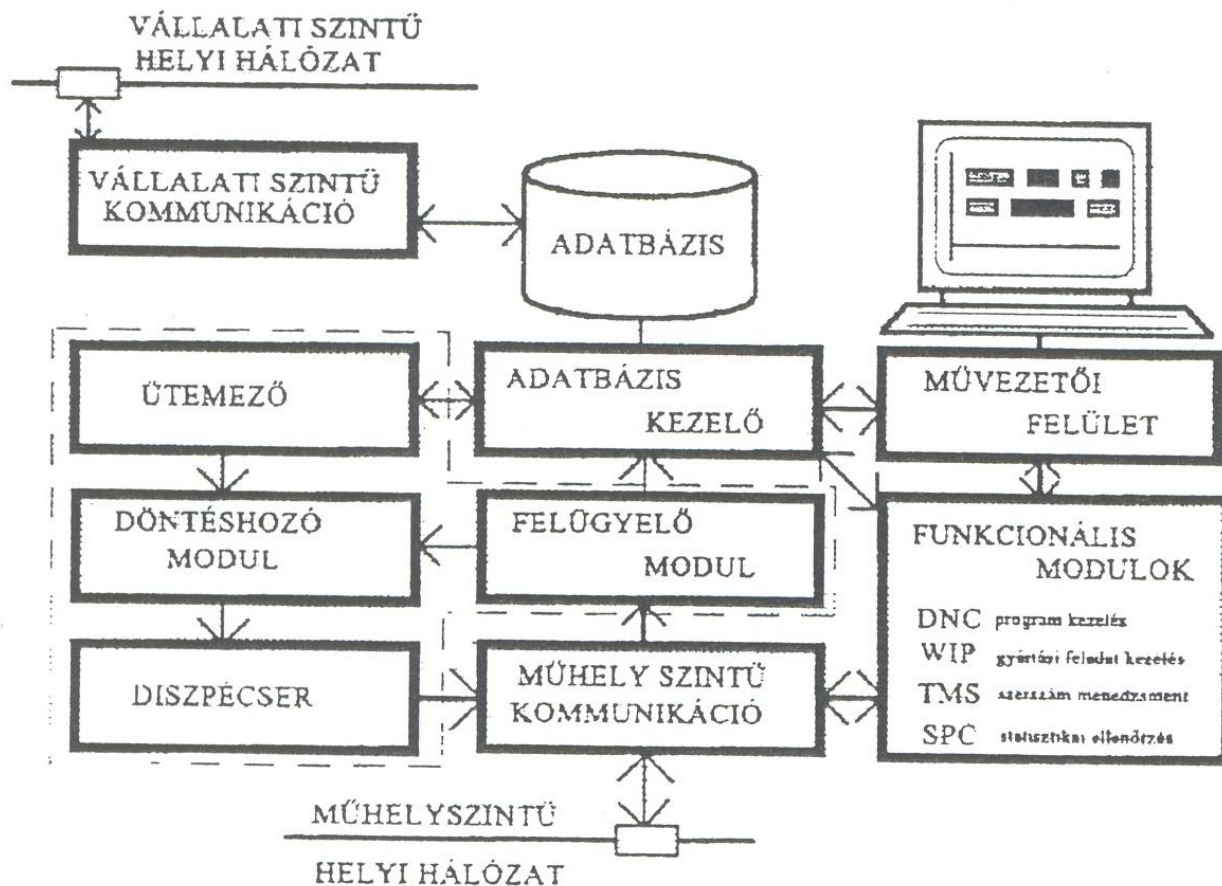
---

- ❖ A megmunkáló egységek egy sorban helyezkednek el, és a munkadarabok haladási útvonala az egyes megmunkáló egységek munkaterein át is vezethet (in line típus).
- ❖ Ha munkadarab áramlás fő útvonala a szerszámgépen kívül halad (off line típus), az egyes gépekhez jobb a hozzáférés.



# Gyártócellák

## Gyártórendszer vezérlő belső struktúrája

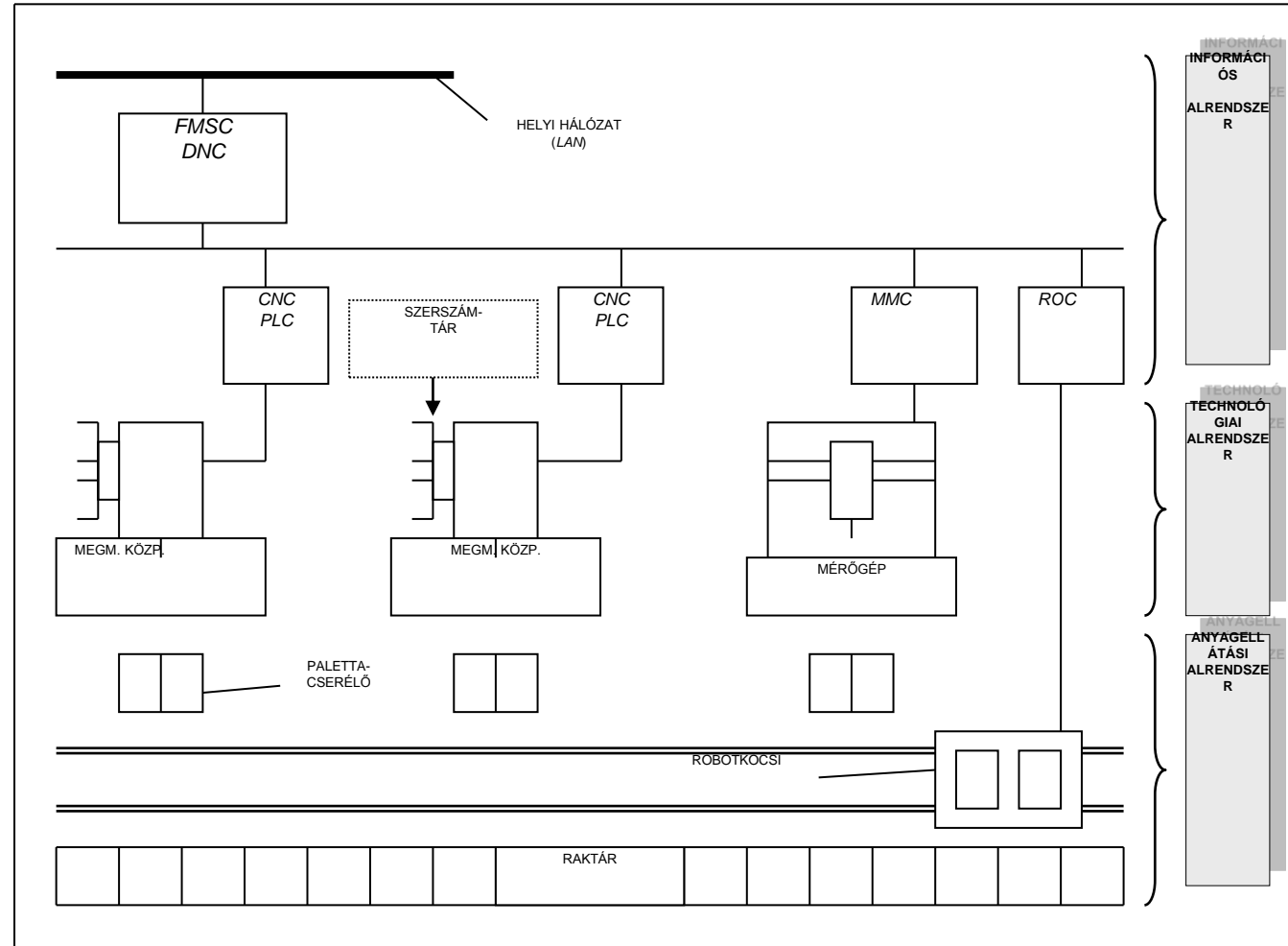


2. ábra. Gyártórendszer vezérlő belső struktúrája



# Rugalmas gyártórendszer felépítése

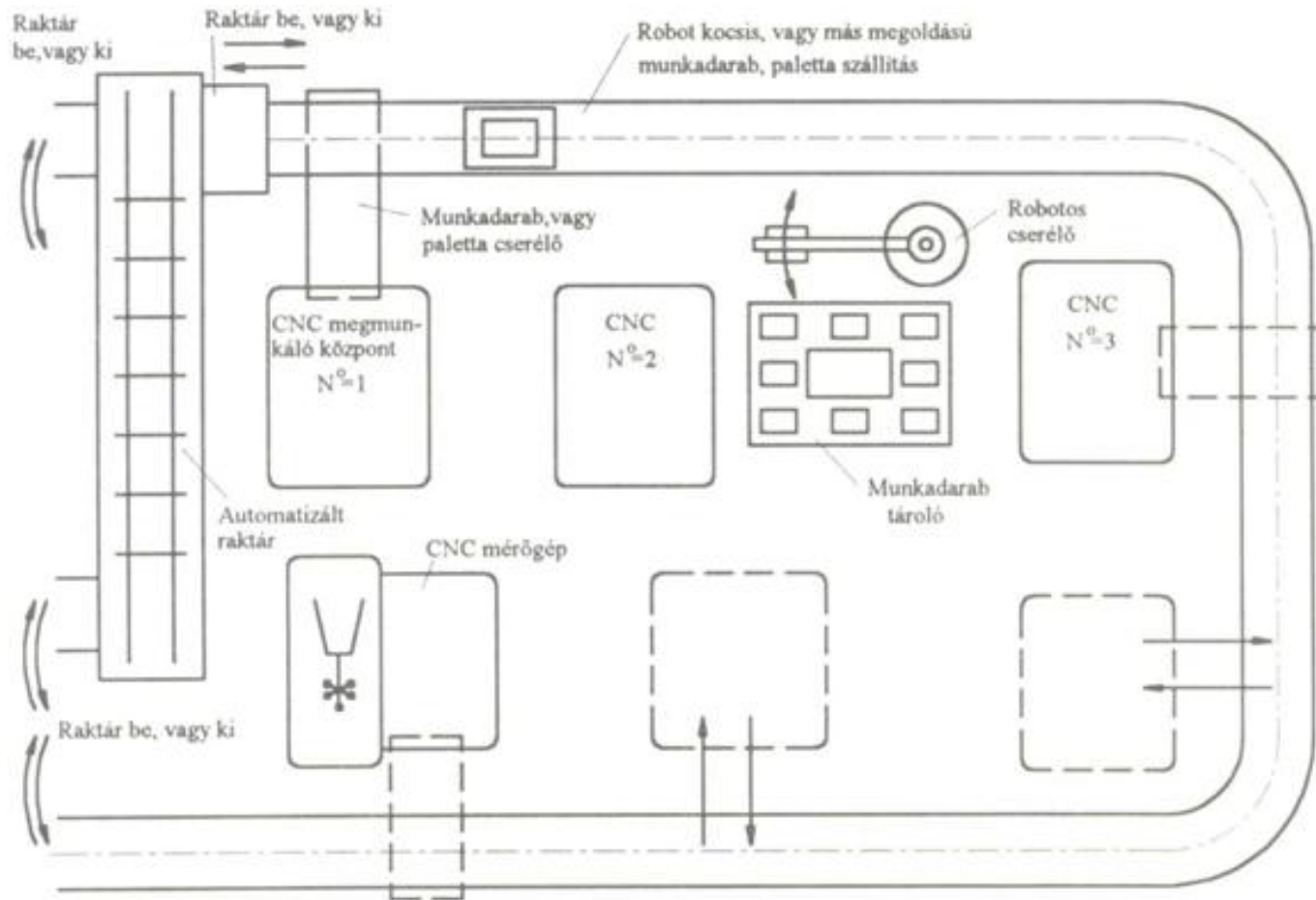
Rugalmas  
gyártórendszer  
felépítése,  
alkotó egységei  
(FMS)





# Rugalmas gyártórendszer

Rugalmas  
gyártórendszer





# Rugalmas gyártórendszer

---

- ❖ A rugalmas gyártó rendszerek **irányítási rendszerének** felépítésére többnyire a hierarchikus irányítás és az osztott intelligencia jellemző.
- ❖ A gyártórendszerek irányításának hierarchiája azt jelenti, hogy a döntések általában a legalacsonyabb szinten történnek, ott, ahol a szükséges információ rendelkezésre áll.
- ❖ Ugyanakkor magasabb szintekről bármely információ elérhető, például az NC vezérlés bármely regisztere lekérdezhető. Erre akkor kerül sor, ha egy alsóbb szintű döntést felül kell bírálni.





# Rugalmas gyártórendszer

---

- ❖ A rugalmas gyártó rendszerben a gyártó cellák vezérlőit egy központi (folyamatirányító) számítógép irányítja, így valójában ez a számítógép irányítja az egész gyártási folyamatot.
- ❖ A rendszer működését irányító utasítások a folyamatirányító számítógépből indulnak a cellavezérlők felé.
- ❖ A cellavezérlők lebontják a kapott utasításokat a szerszámgep vezérlések számára végrehajtás céljára.



# Rugalmas gyártórendszer

---

- ❖ Maguk a cellavezérlők is működőképeseek, a folyamatirányító számítógép engedélyével vagy külső parancs hatására egymással is tudnak kommunikálni és egyszerű feladatokat végrehajtani.
- ❖ Az irányítási rendszerekben a rugalmas gyártó rendszert irányító, a cellavezérlő és raktári számítógépeket az intelligens vezérlőkkel (CNC, PLC, ROC, mérőgép vezérlők, belső anyagmozgatásban használt robotjárművek vezérlői, stb.) ún. LAN (Local Area Network) hálózat kapcsolja össze.
- ❖ Ennek a helyi számítógépes hálózatnak a tipikus protokollja a MAP (Manufacturing Automation Protocol).



# Gyártócellák

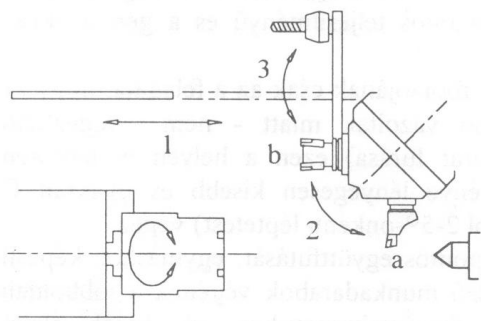
---

## Példák



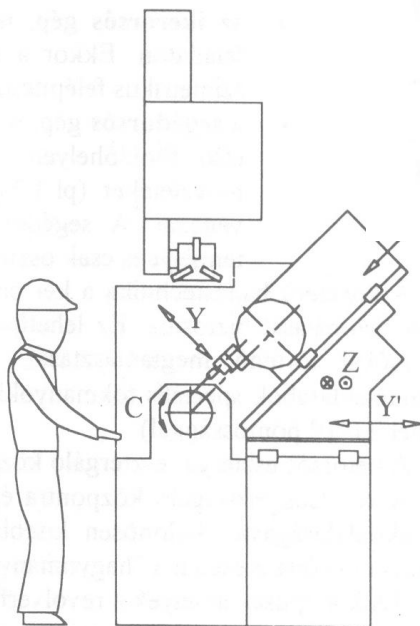
# Gyártócellák

## Eszterga gyártócella (négy tengelyes) (MAZAK)

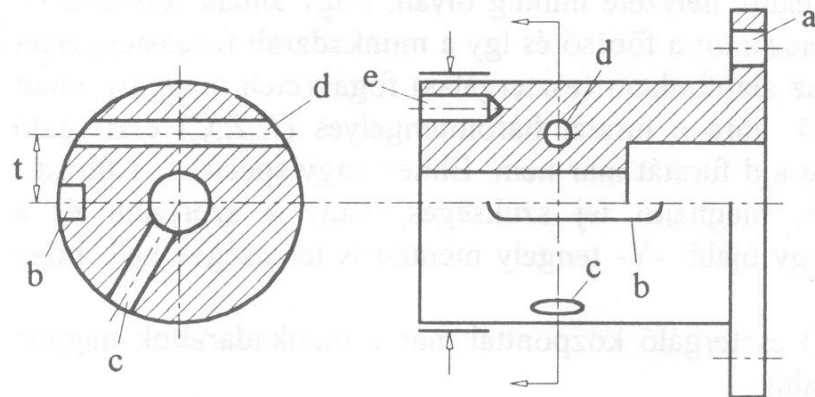


3.25. ábra. Fűrő-maró szános esztergáló központ (MAZAK)

- 1 : szerszámcsereelő burkolat mozgatas
- 2 : kéthelyes revolverfej váltás
- 3 : szerszámcsere
- a : álló (esztergáló) szerszám / működési helyzet
- b : forgó (fűrő-maró) szerszám / cserélési helyzet



3.26. ábra.  
Négytengelyes esztergáló központ mozgásrendszere (MAZAK)



3.24. ábra. Munkadarab



# Forgácsoló megmunkáló FMS

- 5D megmunkáló központok alkotják a cella forgácsoló gépeit
- A cellához illesztett szoftver támogatja az alkalmazások tervezését
- A cella egységei:
  - 4 forgácsoló gép
  - Adagoló állomás
  - Továbbító rendszer
  - Raktár
  - Központi számítógép





# Gyártócellák

Esztergáló  
Gyártócella  
REKARD





# Gyártócellák

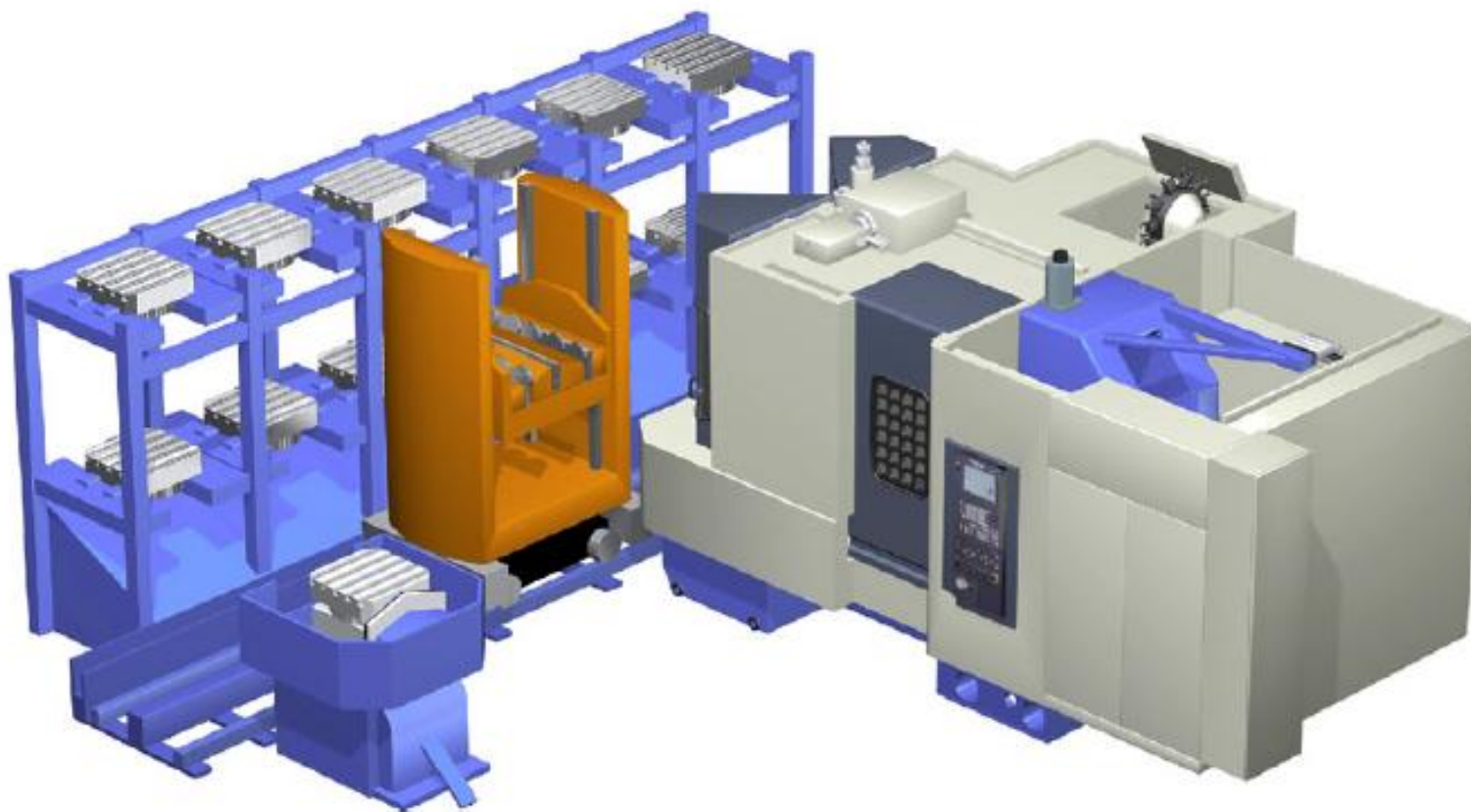
Gyártócella  
tengelycsonk  
gyártásához  
BPW  
Szombathely





# Gyártócellák

## Cella emeleteses palettatárral

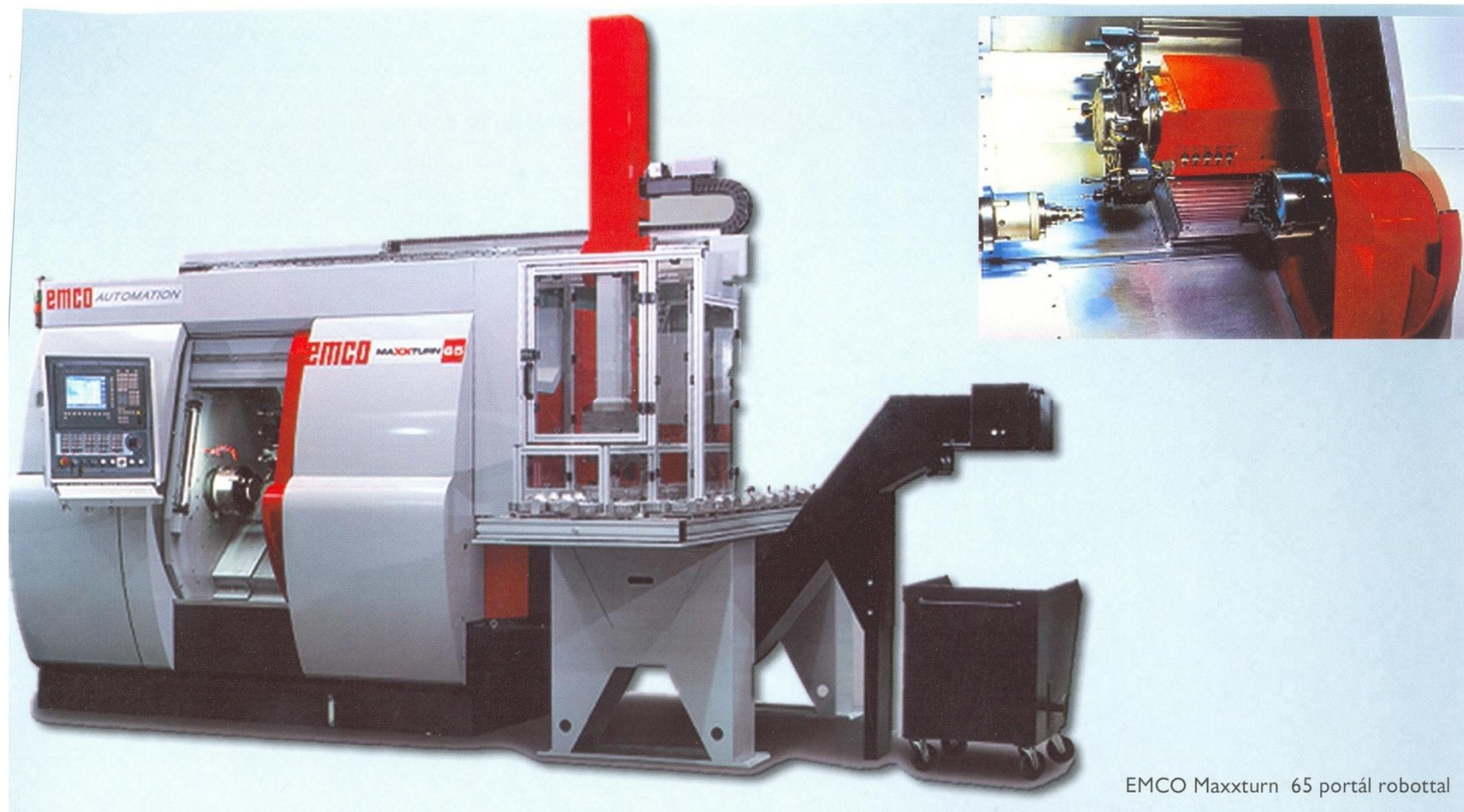






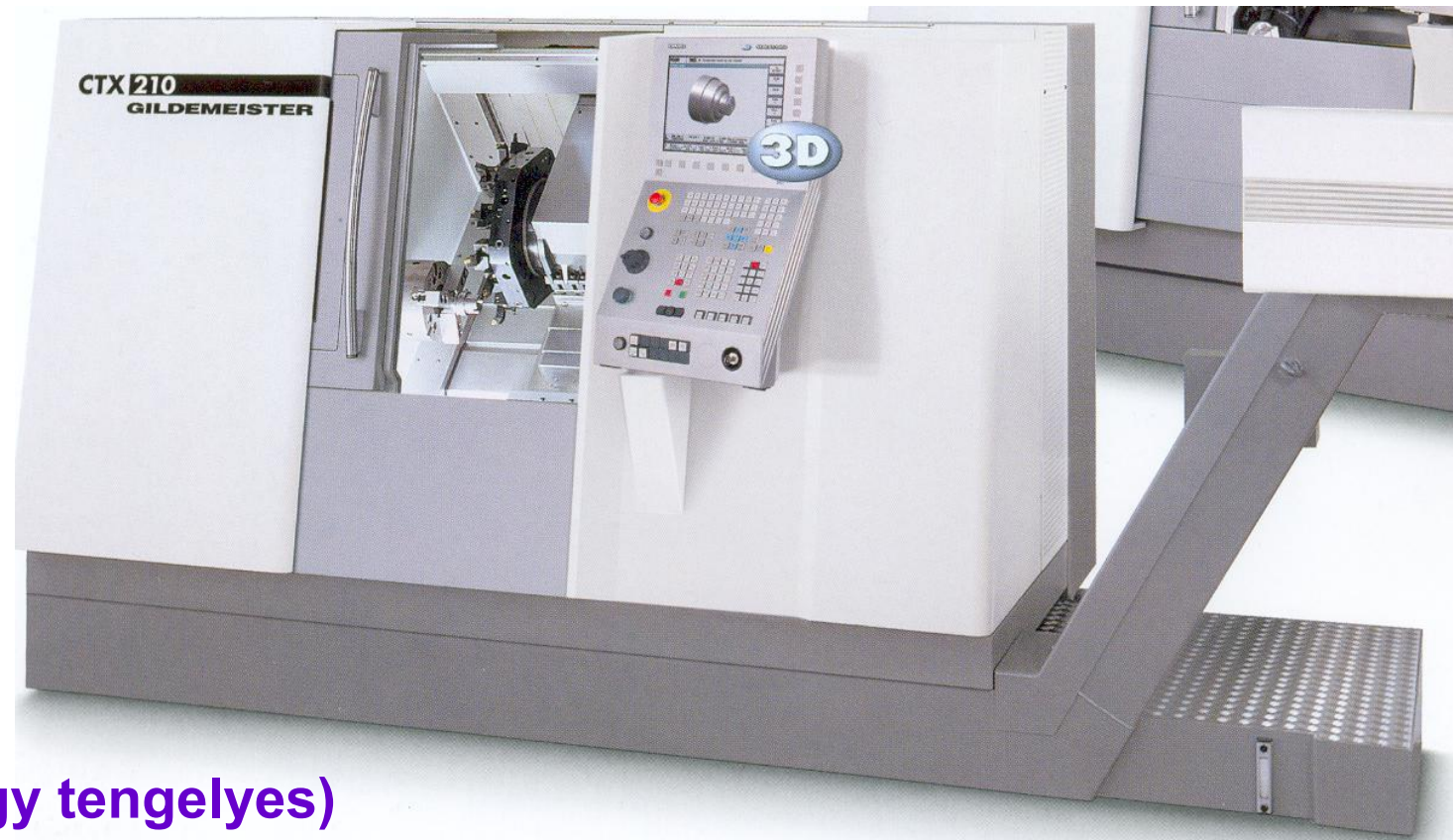
# Gyártócellák

## Esztergáló gyártócella EMCO





## Eszterga megmunkáló központ (Gildemeister)

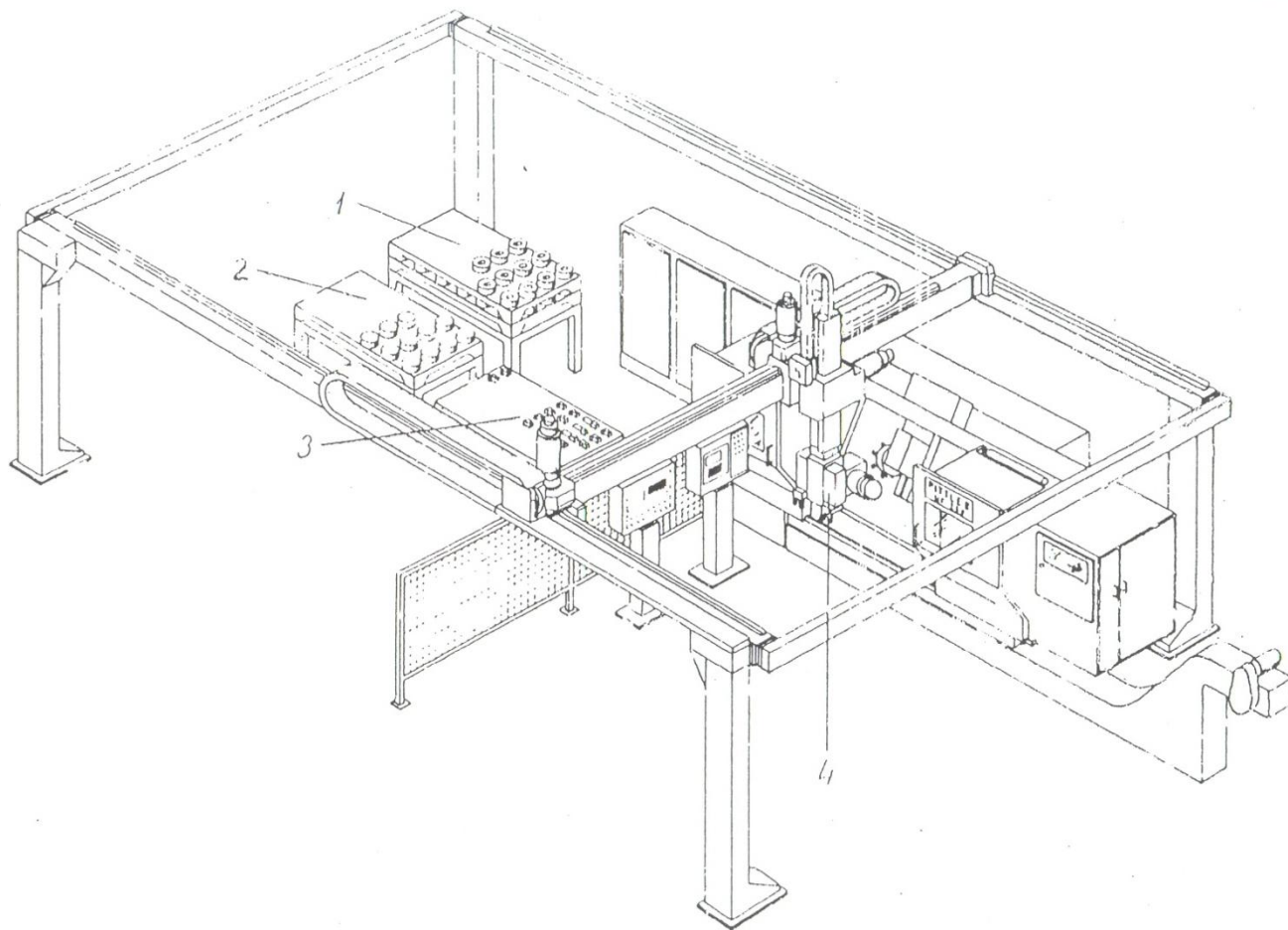


SZE  
laborban  
2008. május (négy tengelyes)



# Gyártócellák

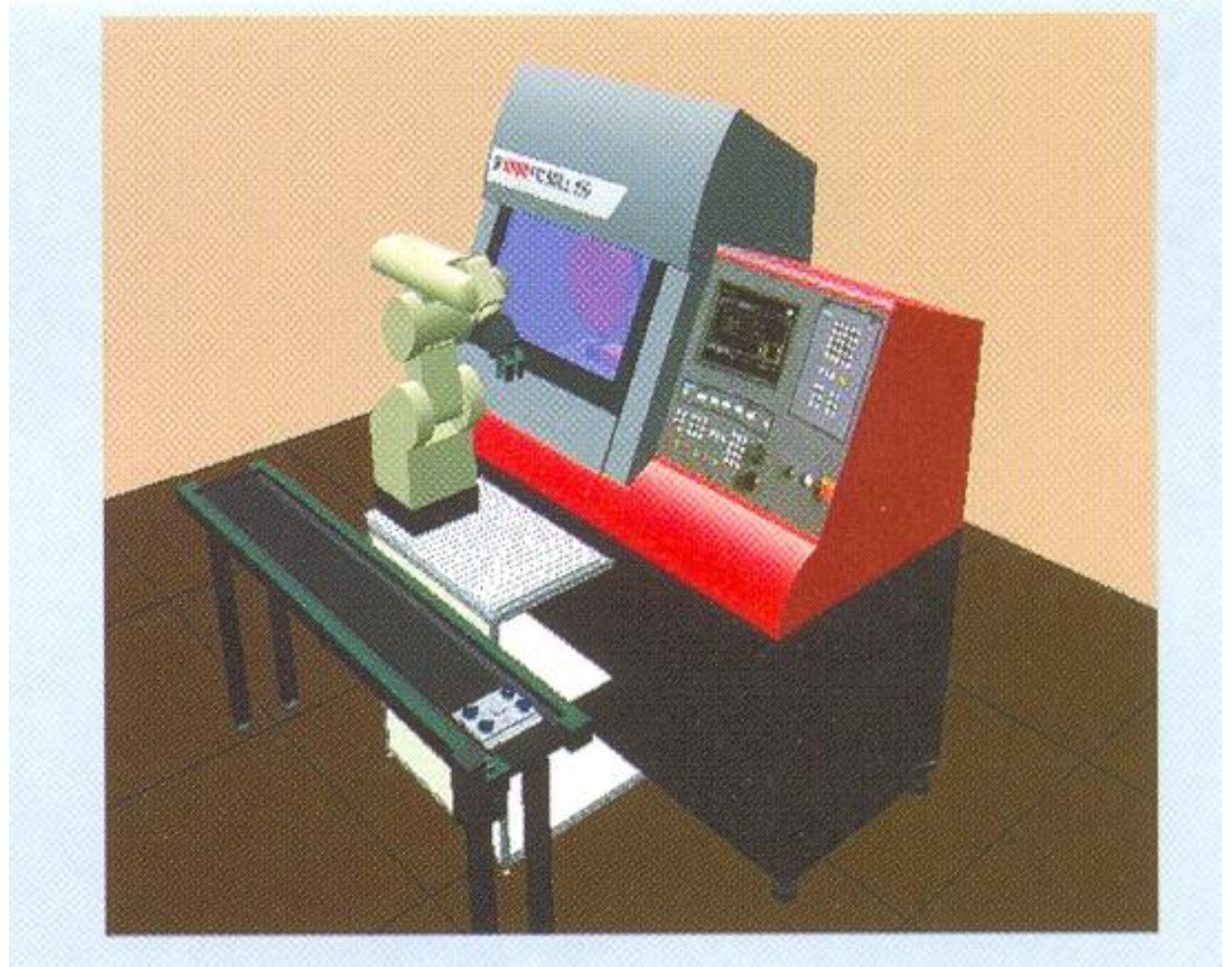
## Térportál kiszolgálású gyártócella





# Gyártócellák

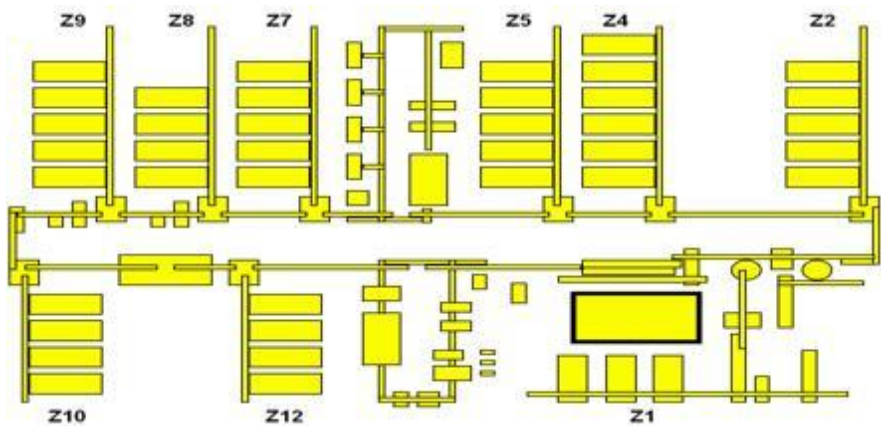
Oktató gyártócella  
EMCO  
Concept Mill 105  
marógéppel és  
Mitsubishi robottal





# Rugalmas gyártórendszer

## Hengerfej megmunkálók sor GM

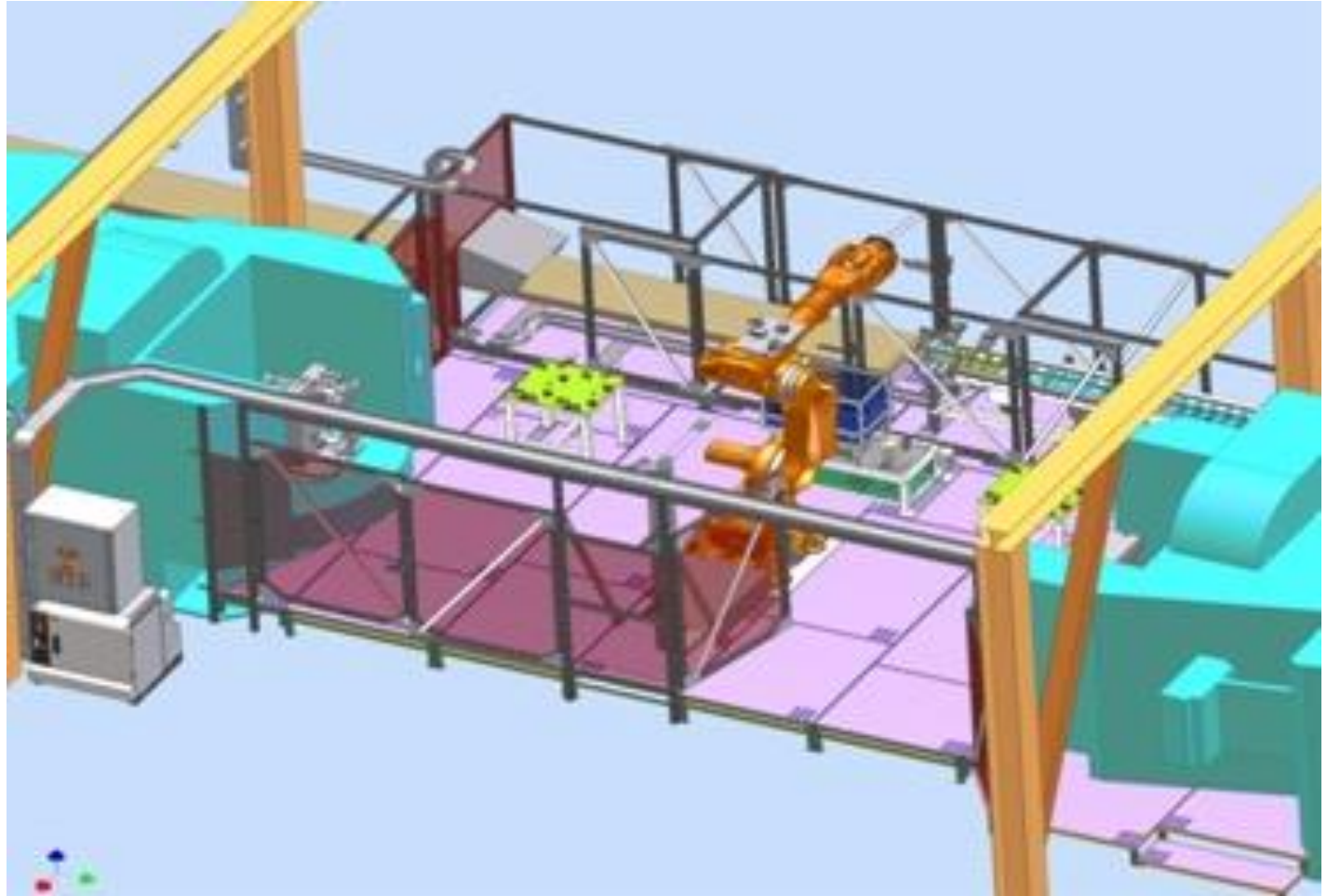




# A megmunkálás automatizáltsága

## A megmunkáló cella

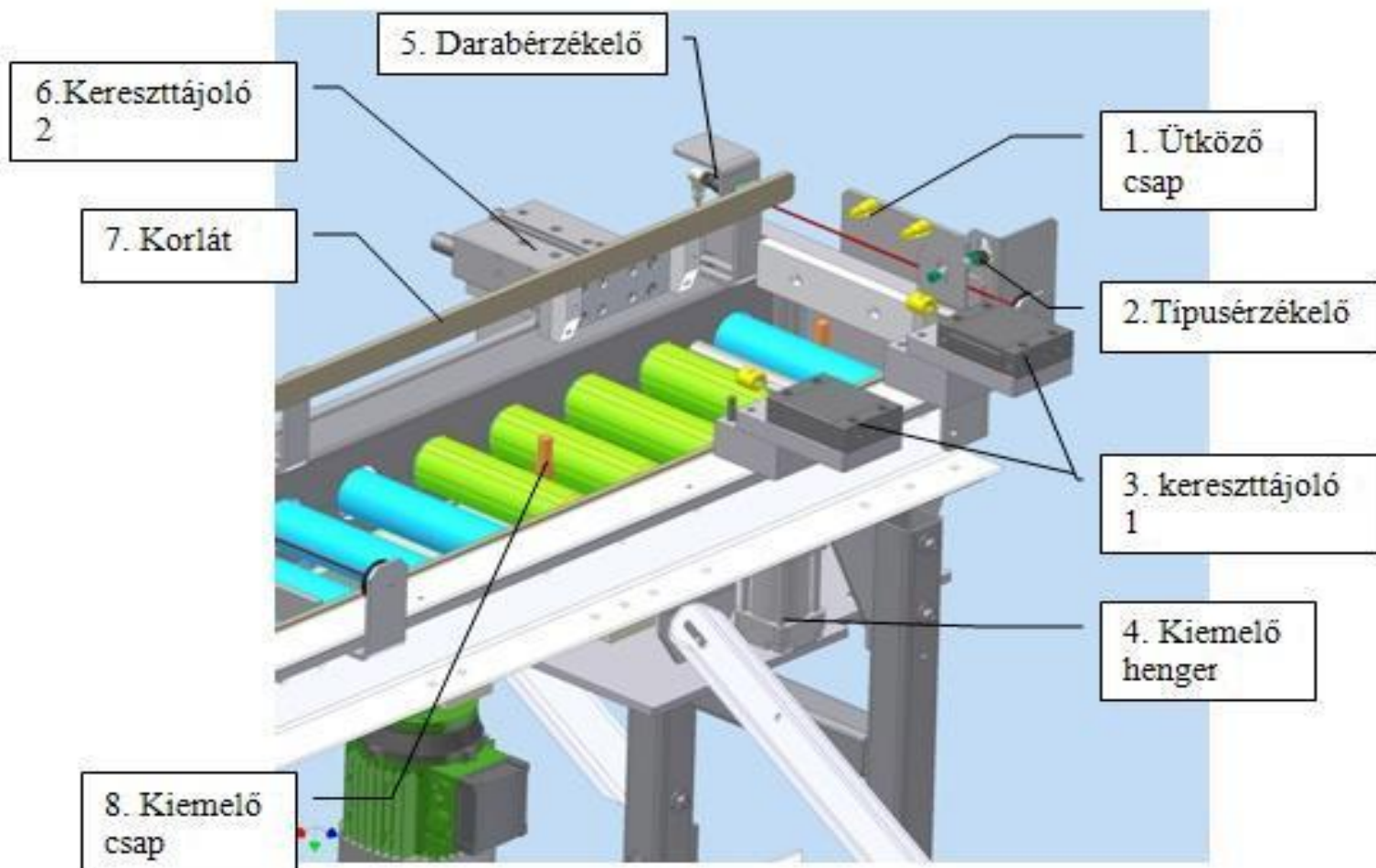
NEMAK





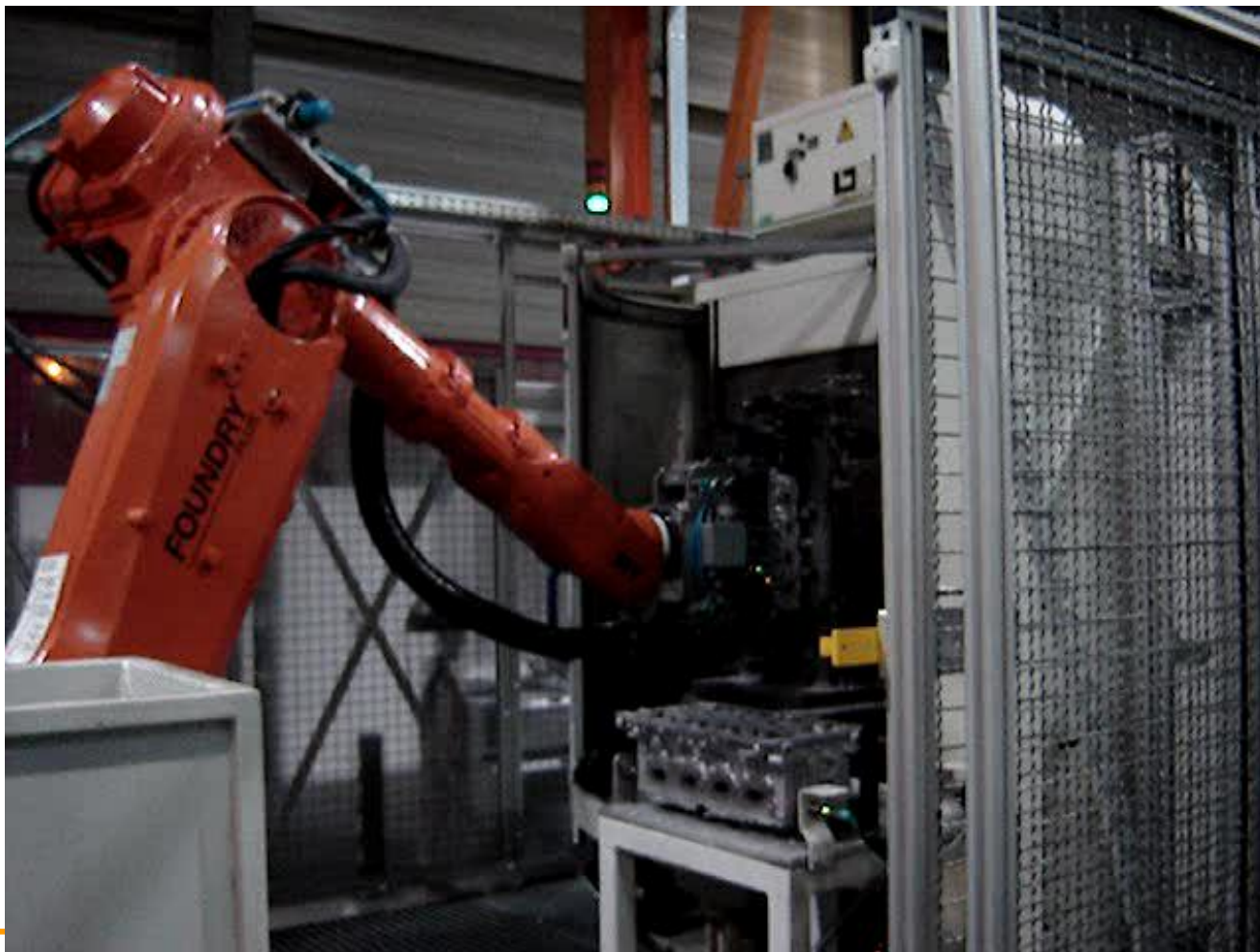
# A megmunkálás automatizáltsága

## A pozicionáló kiemelő





NEMAK



Gyártócellák





## A megmunkálás automatizáltsága

A forgácsoló megmunkálás Heller MC 25 típusú megmunkáló központokon történik. SINUMERIK 840D vezérléssel.

A munkadarab megmunkálása 3 ciklusra tagolható:

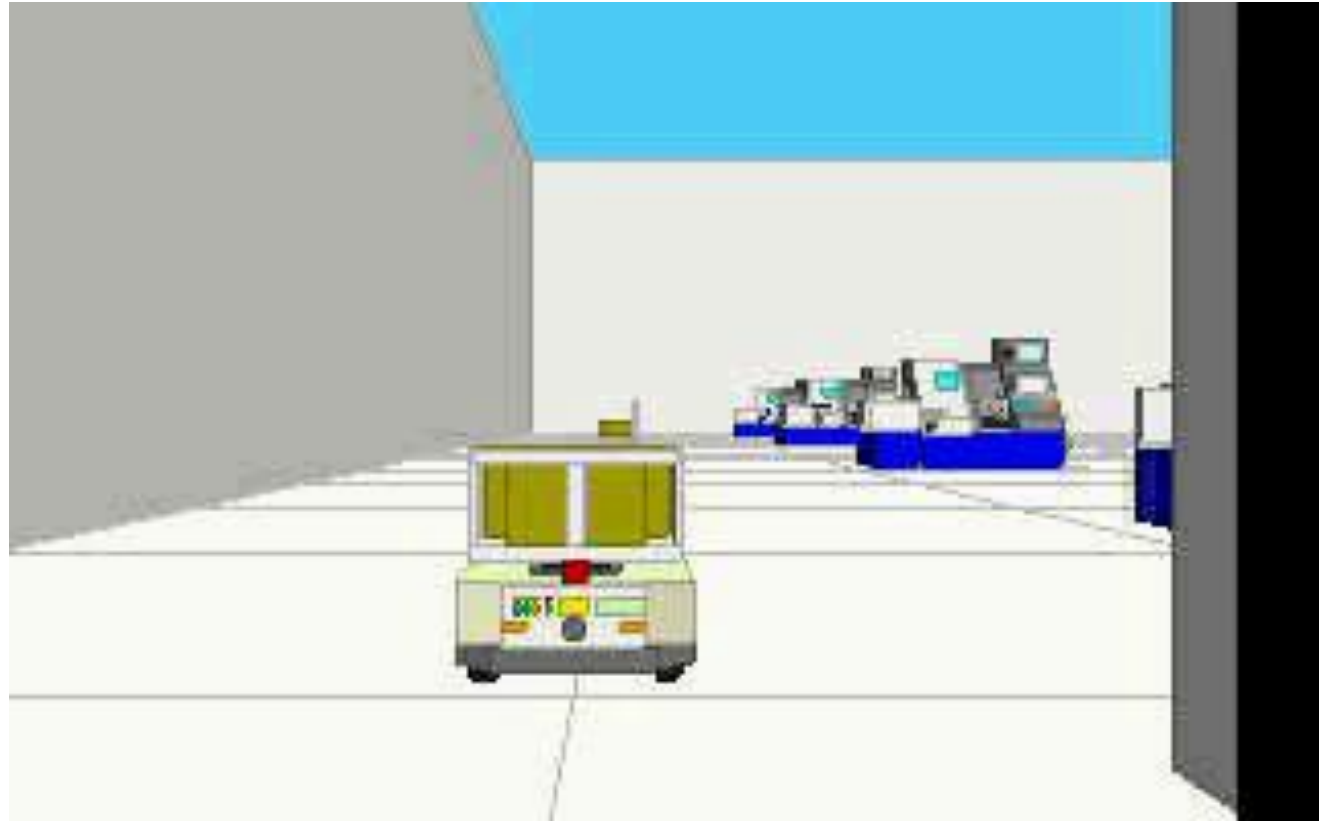
- Munkadarab behelyezése a gépbe
- Munkadarab megmunkálása
- Munkadarab kivétele a gépből





# Rugalmas gyártórendszer felépítése

## Forgácsoló FMS





---

**Köszönöm**  
**megtisztelő figyelmüket!**