



**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem**



**Gyártástudomány és -technológia Tanszék**

Forgácsoló szerszámgépek (GT4121)

## **Marógépek, megmunkáló központok**

**Készítette: Dr. Németh István**

2008. február

A segédlet nem tankönyv, csak az előadások vázát tartalmazza.

## Hagyományos marógépek

- Konzolos
- Szerszámmarógép
- Vízsintes fúró-maró mű
- Állványos marógépek
- Portál marógép

A hagyományos marógépek felépítését, szerkezeti kialakítását a technológiai alapfunkció (a forgó szerszám térben mozog a munkadarabhoz képest) teljesítésén túl két tényező befolyásolja a legerősebben:

–a rendelkezésre álló gépépítő elemek,

–és a kézi kiszolgálás, a kezelő személy igényei és képességei.

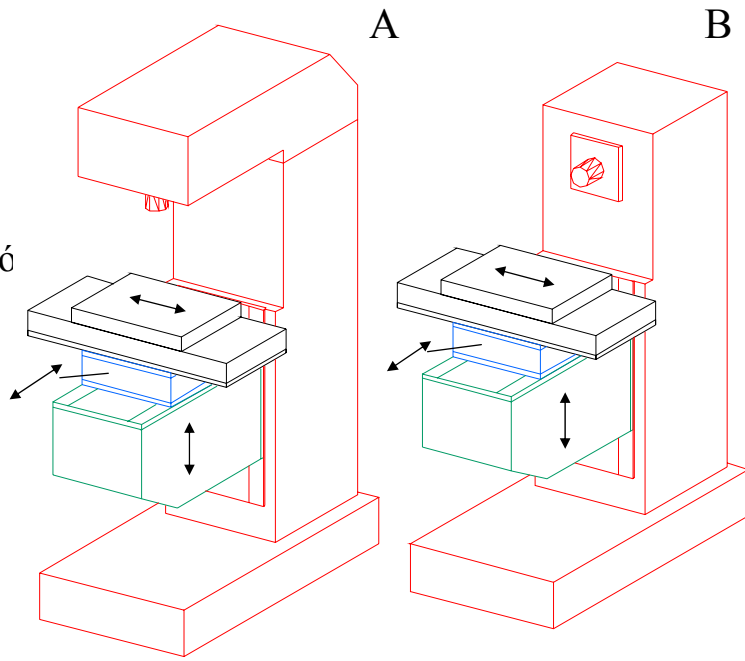
Az előbbi tényezők legfontosabbika az állandó fordulatszámú aszinkron motor használata, ami miatt a motor és a mozgatott géprész közé fogaskerekes sebességváltó és elosztó kinematikai láncot kell iktatni.

A kézi kiszolgálás megköveteli az ergonómiailag elfogadható hozzáférés biztosítását a szerszámhoz, munkadarabhoz, valamint a mozgató és sebességváltó kezelő elemekhez. A részben elektromos, részben mechanikus kezelőelemekkel a kezelő személy kiválasztja a mozgatott géprészt, a mozgás irányát, beállítja a mozgások sebességét, indítja és leállítja a mozgásokat. A kézikerekek forgatásával közvetlenül hozza létre a mozgást, tehát nem csak irányítási, hanem energia beviteli feladatot is ellát. Tisztán irányítási feladat a mérőeszközök leolvasása és értékelése, valamint az esetleges egyéb kijelzések figyelemmel kísérése. A hagyományos marógépek működés módjának alkalmazkodni kell az ember véges reakcióidejéhez is. Mindezek következtében a hagyományos marógépeknél nem lehet szó zárt munkatérben végzett nagysebességű megmunkálásról.

Az ember az intelligenciája következtében képes a gép hibáit kezelési eszközökkel részben kompenzálni.

## Konzolos marógépek (1)

- alkalmazási terület: kisebb mdb-ok ált. célú marása
- függőleges (A)
- vízszintes (B)
- egyetemes:
  - ✓ vízszintes főorsó
  - ✓ + függőleges főorsó  
vagy szögben állítható  
marófej
  - ✓ + osztó asztal



A konzolos marógépek nevüket az állvány függőleges homlokvezetékén mozgó egységről kapták. A főorsó és a főhajtómű az álló állványban van. Kisebb munkadarabok általános célú marására alkalmasak.

A függőleges orsós gépen főleg fedélszerű alkatrészeket, a vízszintes gépen szekrényes (dobozszerű) alkatrészeket munkálnak meg. A vízszintes gép állványának tetejére rögzíthető gerendán támcsapágy helyezhető el, amivel a főorsóba fogott marótengely támasztható meg.

Az egyetemes marógépet a vízszintes főorsója miatt vízszintes gépként lehet használni, de az állvány felső részére függőleges főorsós marófej fogható fel. A fej szögben állítható, és gyakran az asztaltető is szögben állítható, ami lehetővé teszi a derékszögtől eltérő felületek forgácsolását is.

## Konzolos marógépek (2)

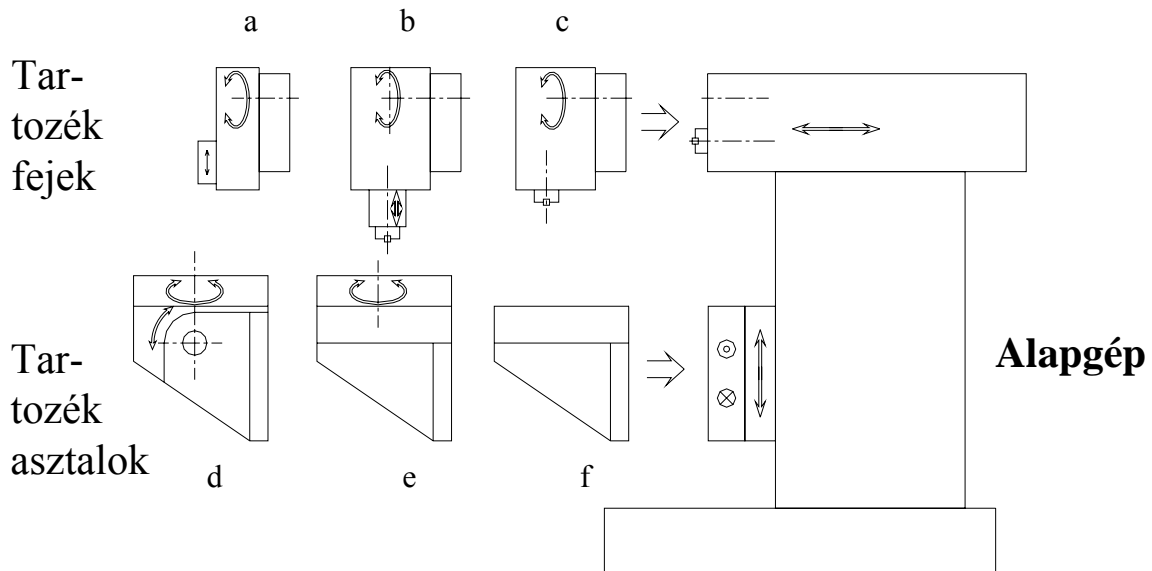


vízszintes főorsó,  
gerenda + marótengely



egyetemes

## Szerszámmarógép



Alkalmazási terület: ferde helyzetű felületek  
(szerszámokon, szerszámtartókon gyakori felületek)

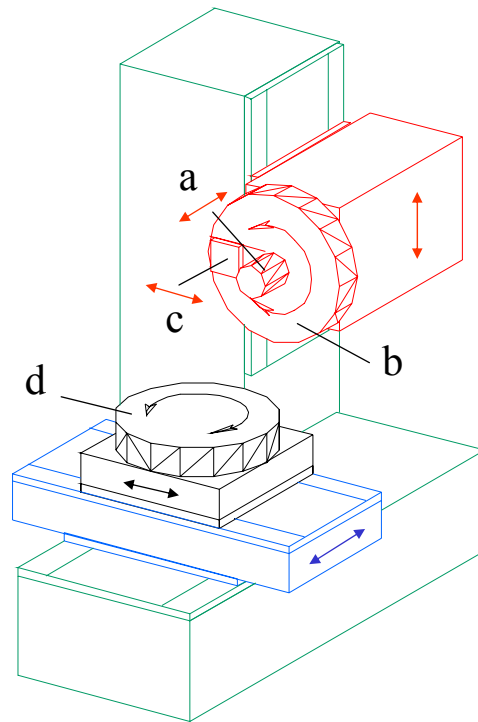
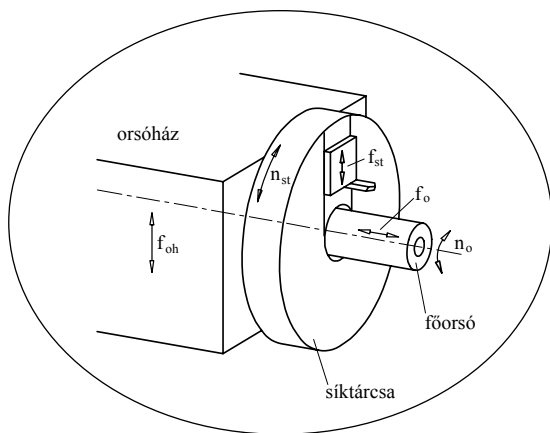
A szerszámmarógép (vagy szerszámüzemi marógép) esetén a tartozékoknak nagyobb szerepük van az alkalmazási terület meghatározásában, mint az alapgépnek.

Az alapgép függőleges felületű asztalát nagyon ritkán használják munkadarab felfogására, arra a különböző tartozék asztalokat – derékszögű vagy merev asztalt (f), forgó vagy osztóasztalt (e), esetleg billenő-forgó asztalt (d) – fognak fel.

Az alapgép vízszintes főorsójával a forgóasztalokra fogott szekrényes alkatrészeket munkálják meg, a főorsószán homloksíkjára szerelhető tartozék fejekkel – marófejjel (c), előtolható orsóhüvelyt tartalmazó fűrőfejjel (b) és alternáló egyenes vonalú főmozgást végző vésőfejjel (a) – pedig a munkadarab felső részéhez lehet hozzáférni. A fejek és asztalok szögbe állítási lehetőségét kihasználva olyan ferde helyzetű felületek is készíthetők, mint amelyek a különböző szerszámtartókon és szerszámokon gyakran előfordulnak.

## Vízszintes fúró-maró mű

- alkalmazási terület: közepes és nagyméretű szekrényes alkatrészek hengeres felületei és síkjai
- orsóhüvely (a)
- síktárcsa (b)
- síktárcsa szán (c)
- osztó asztal (d)

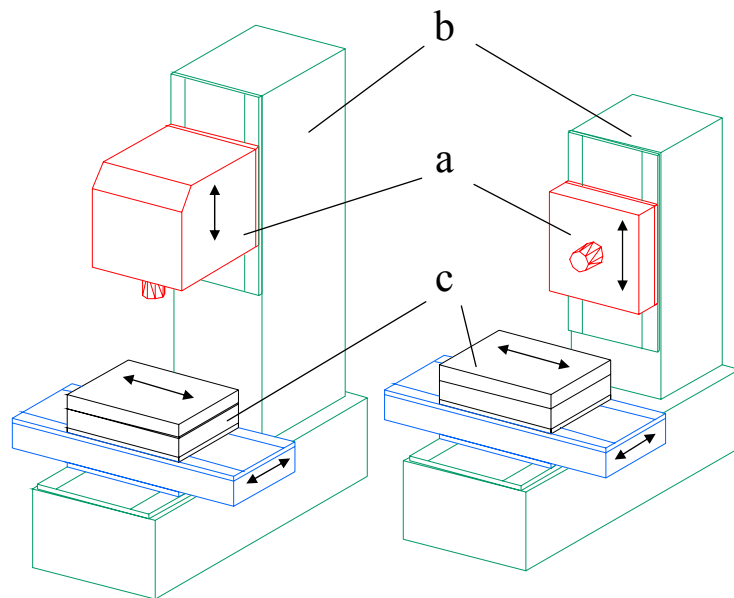


A vízszintes fúró-marómű közepes és nagyméretű szekrényes alkatrészekben lévő hengeres felületek és ezek tengelyére merőleges (nagyon sokszor körgyűrű felületű) síkok készítésére alkalmas.

Jellemzője, hogy a főorsó Z irányban előtolható orsóhüvelyben van (a), hogy a gyakran előforduló rövid furatok fúrásakor ne kelljen a munkadarabot hordozó teljes szánrendszert mozgatni. Az orsóhüvely körül a főorsónál lassabban forgó tárcsa alakú síktárcsa (b) van, ami a sugárirányban előtolható síktárcsa szánt (c) hordozza. A síktárcsa szánra fogott egyélű esztergáló szerszámmal készíthetők a főorsó tengelyre merőleges síkfelületek, és a főorsóval egytengelyű forgásfelületek is. A körasztal (d) csak a munkadarab szöghelyzetének beállítására szolgál, forgása közben nem lehet forgácsolni.

## Állványos marógépek

- alkalmazási terület: közepes mdb-ok
- főorsózán (a)
- állvány (b)
- koordináta asztal (c)



Függőleges orsós

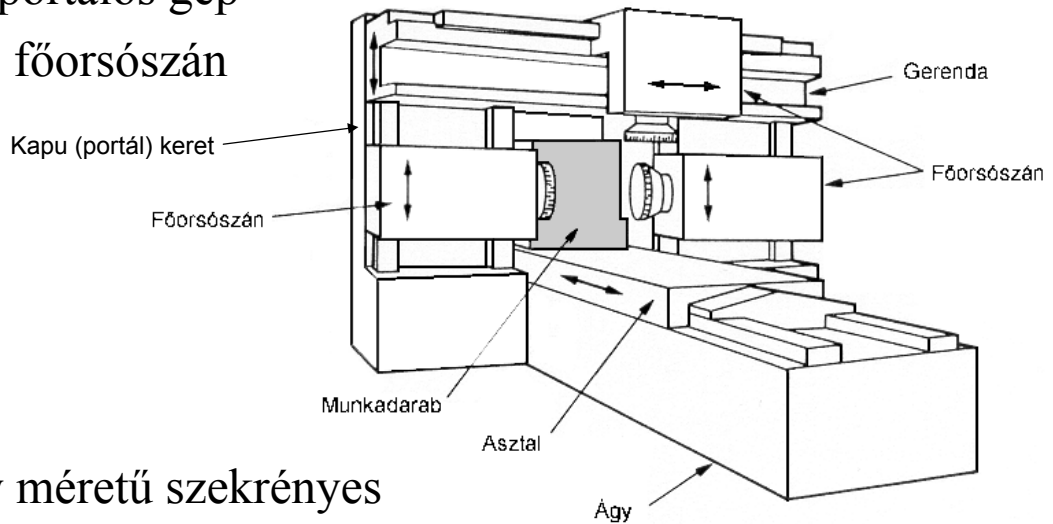
Vízszintes orsós

Az állványos marógépekre jellemző az ágyon lévő vízszintes mozgást végző asztalrendszer (koordináta asztal) (c) és az álló állvány (b) homlokán függőlegesen mozgó (függőleges vagy vízszintes főorsójú) főorsózán (a). Ez a felépítés az NC gépek első generációjánál is megmaradt, mert az ágy-állvány együttes kellő merevségűre készíthető. Közepes munkadarabok készítésére alkalmasak.

Általában igaz, hogy minél nagyobb a munkadarab tömege, annál kevesebbet mozog. Az egészen nagyméretű munkadarabok álló asztalon vannak és az álló térben a szerszám végez minden mozgást.

## Portál marógép

- Álló portálos gép
- Több főorsószerű



- Nagy méretű szekrényes alkatrészekhez
- Van mozgó portálos kivitel is:
  - álló asztal: nagyobb tömegű mdb-okhoz

A portál marógép (vagy hosszmarógép) asztala csak egy vízszintes irányú mozgást végez, és ebből is következően alkalmas nagyméretű szekrényes alkatrészekben lévő főleg sík felületek megmunkálására. Ha a munkadarab átfogása (átszerelése) nélkül akarnak több felülethez hozzáférni, akkor több szerszámot kell elhelyezni a darab körül. A főorsókat tartalmazó szánokat (marófejeket) az asztalt áthidaló kapuszerű állvány oszlopain, vagy gerendáján lévő vezetékek hordozzák.

Egészen nagyméretű munkadarabok már álló asztalon vannak és a kapuállvány két oszlopát helyezik az asztal két oldalán elhelyezett vízszintes vezetékre, tehát az ilyen gépen az egész kapuállvány utazik.



## NC/CNC marógépek



konzolos egytetemes marógép felépítések

## Fúró-maró megmunkáló központok

- Forgó szerszámos CNC szerszám gép
- Soros (egymásra épülő) szánelrendezés
- Automatikus szerszámcsere (műveletkoncentráció)  
(de! nagyoló és simító műveleteket nehéz /nem érdemes/ egy gépre integrálni)
- (Palettacsere)
- Jellegzetes alkatrészek:



A megmunkáló központ olyan forgó szerszámmal dolgozó vezérelt szerszám gép, amelyen automatikus szerszámcsere és (gyakran) palettacsere is van. A kézi vezérlésű marógépekből fejlődött ki, és a név azt hangsúlyozza, hogy az automatikus üzemhez feltétlenül hozzátartozó automatikus szerszámcserenek köszönhetően el tudja végezni a különféle szerszámot igénylő fúrási és marási műveleteket, ezzel mintegy egy gépen központosítva a forgácsoló megmunkálást.

A megmunkáló központon az egy felfogásban elvégezhető összes forgó szerszámot igénylő megmunkálás automatikusan elvégezhető. Ennek előnyös hatása van a munkadarabra, mert elmarad a több felfogással együtt járó bázisváltás hibája; a darab pontosabb lesz.

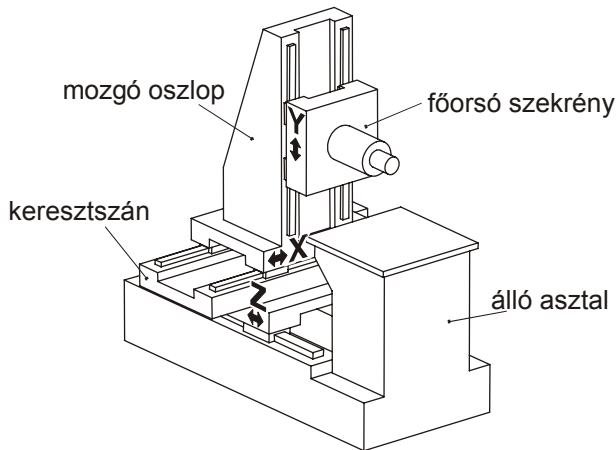
A művelet koncentráció előnyös a termelés előkészítésre és termelésirányításra is, mert egy bonyolult megmunkálás megtervezése, programozása, felszerszámozása, ellenőrzése, stb. egyszerűbb, olcsóbb és gyorsabb, mint az összességében azonos eredményt adó több egyszerűbb megmunkálása, és az alkatrész kevesebbet mozog a műhelyen belül, tehát egyszerűbb a termelésirányítás is.

Az előnyök mellett hátrány a bonyolultabb munkadarab befogókészülék, (igaz, hogy csak egy kell!) és az egy szerszám gépen végzett nagyolás és simítás, mert az eltérő nagyolási és simítási igényeket sem műszakilag sem gazdaságilag nem lehet optimálisan összehangolni.

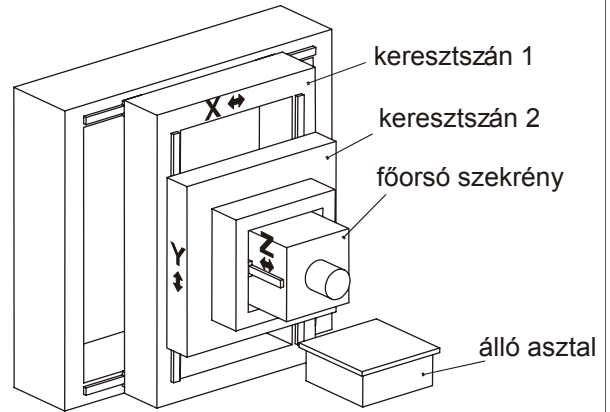
## Megmunkáló központok csoportosítása

- Főorsó iránya szerint
  - vízszintes
  - függőleges
- A rögzített tag helye szerint
  - álló asztalos, mozgó oszlopos, koordináta asztalos,...
- NC tengelyek száma szerint
- Szerkezeti kialakítás szerint
  - hagyományos (C típusú)
  - keretes (box-in-box)
  - portálos
    - ✓ álló portál
    - ✓ mozgó portál

## Hagyományos vs. keretes felépítés



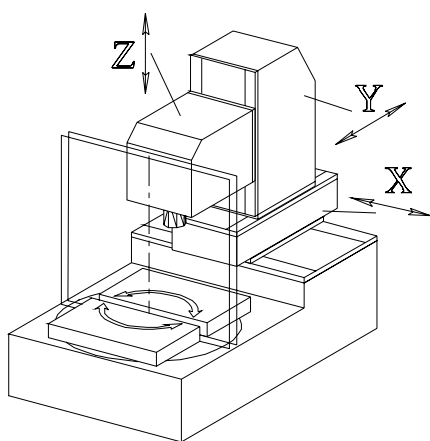
hagyományos (C típus)  
felépítés



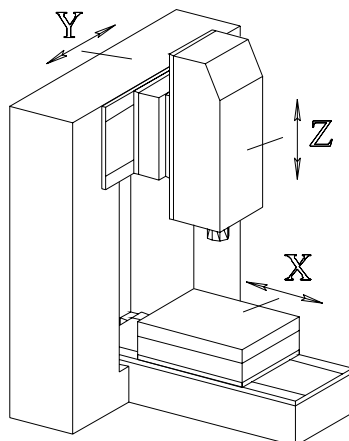
keretes (box-in-box)  
felépítés

## Függőleges megmunkáló központok (1)

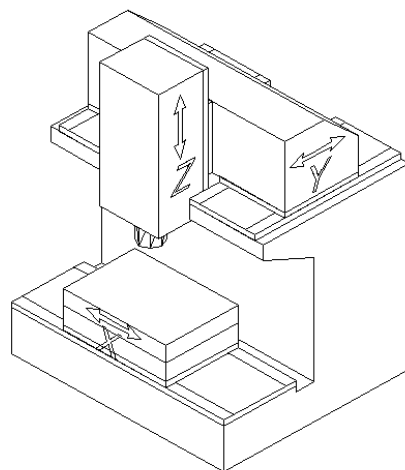
Alkalmazási terület, jellegzetes felépítési változatok



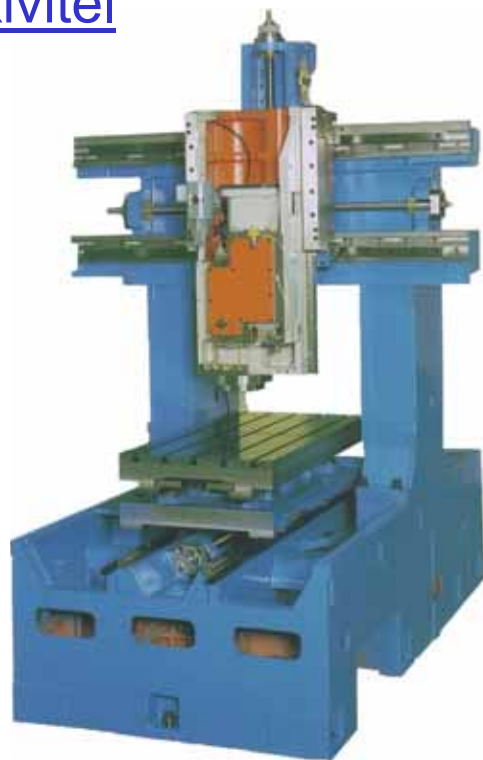
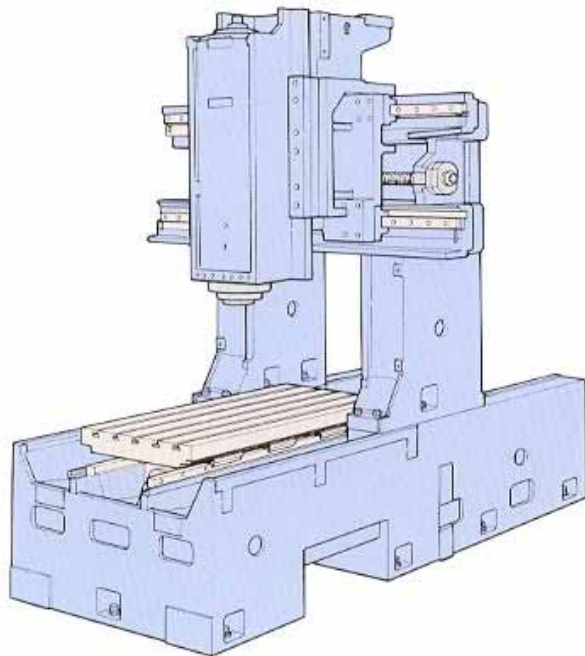
Álló asztalos  
(forgószínpadszerű  
asztallal)



A nagysebességű (HSC) gépek két típusa  
(portális építés)

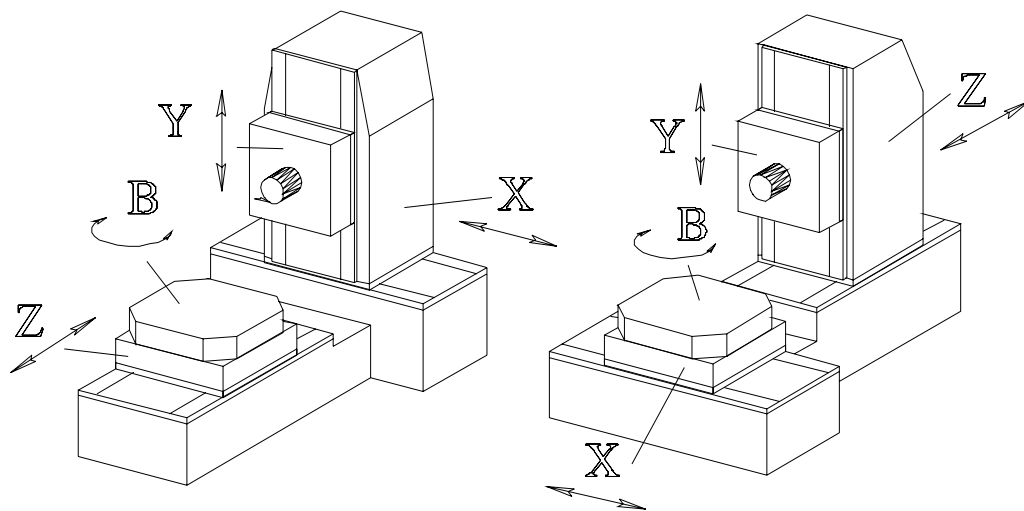


## Függőleges megmunkáló központok (2) Portálos kivitel

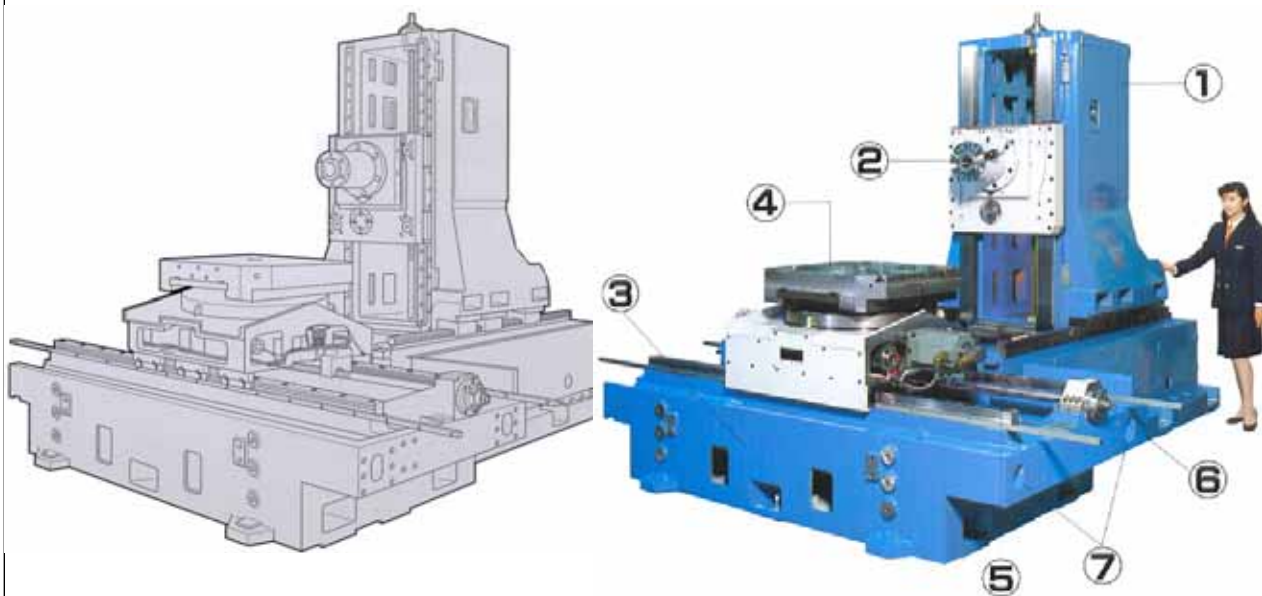


**MAZAK AJV sorozat**

## Vízszintes megmunkáló központok (1/a): Mozgó oszlopos változatok



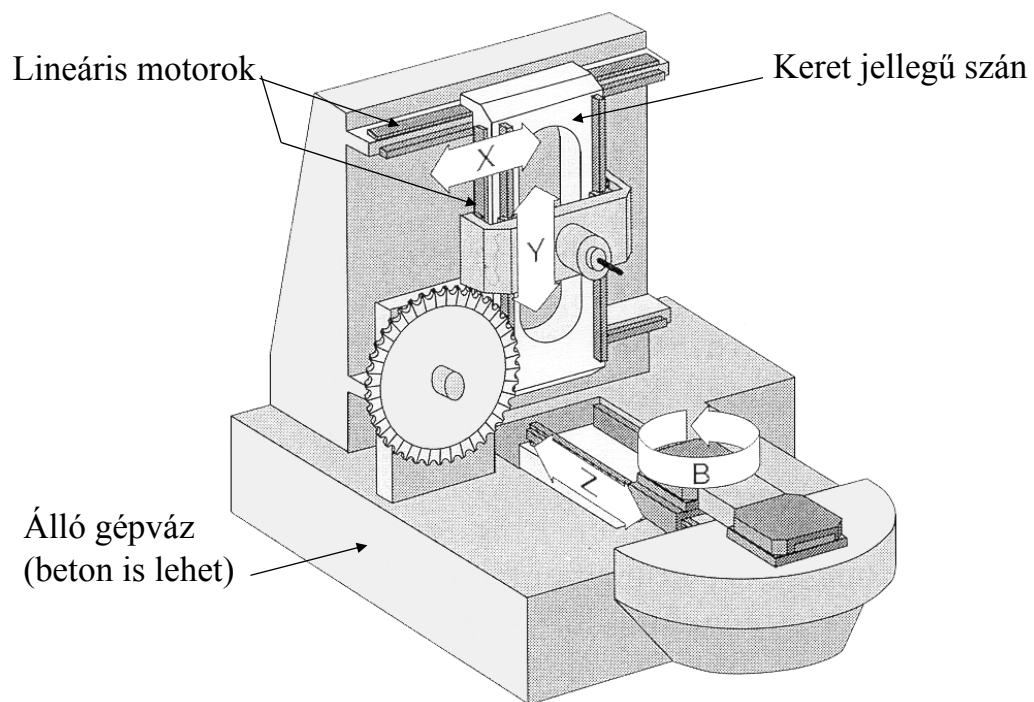
## Vízszintes megmunkáló központok (1/b): Mozgó oszlopos változat



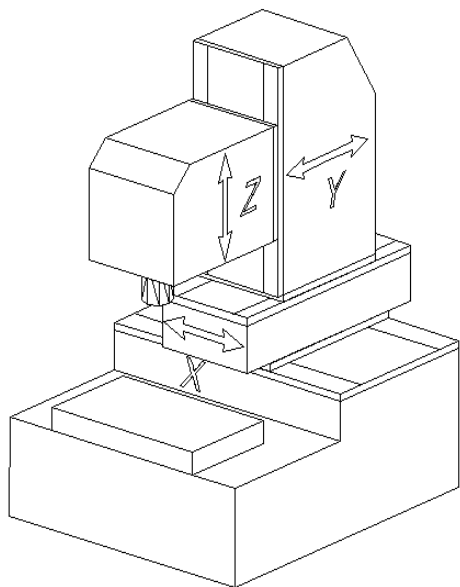
**MAZAK Mazatech H-800**



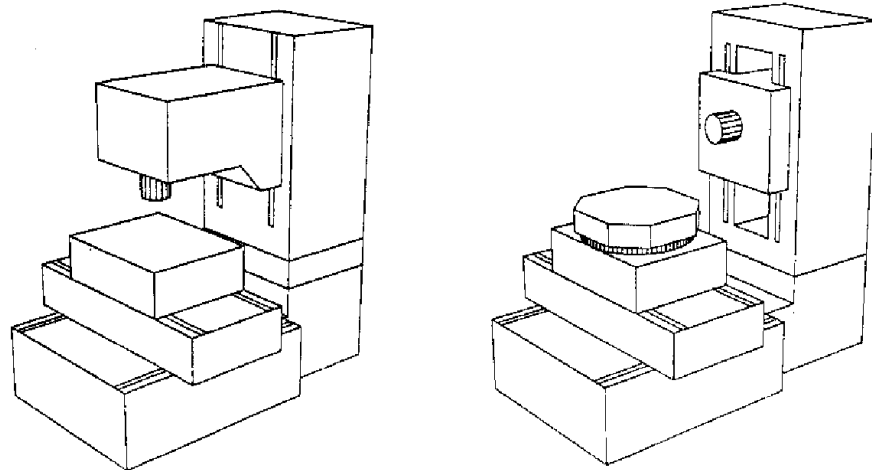
## Vízszintes megmunkáló központok (2)



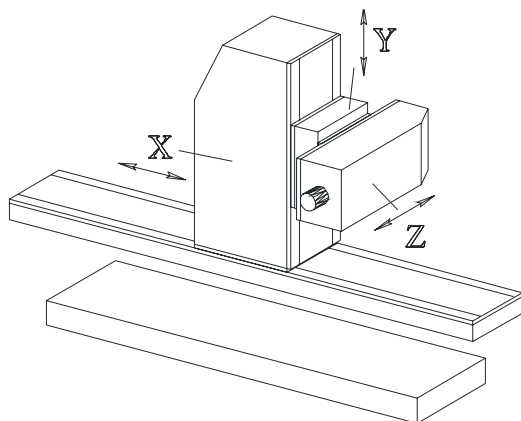
## 3 tengely, álló asztal, függőleges főorsó



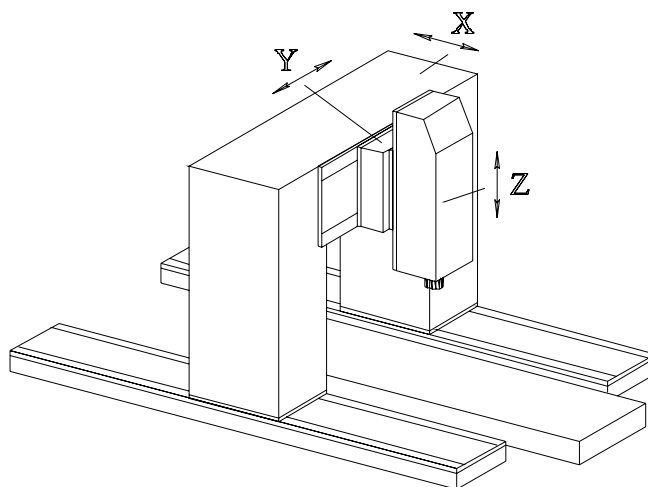
## Koordináta asztalos megmunkáló központok



## Nagyméretű megmunkáló központok (1)



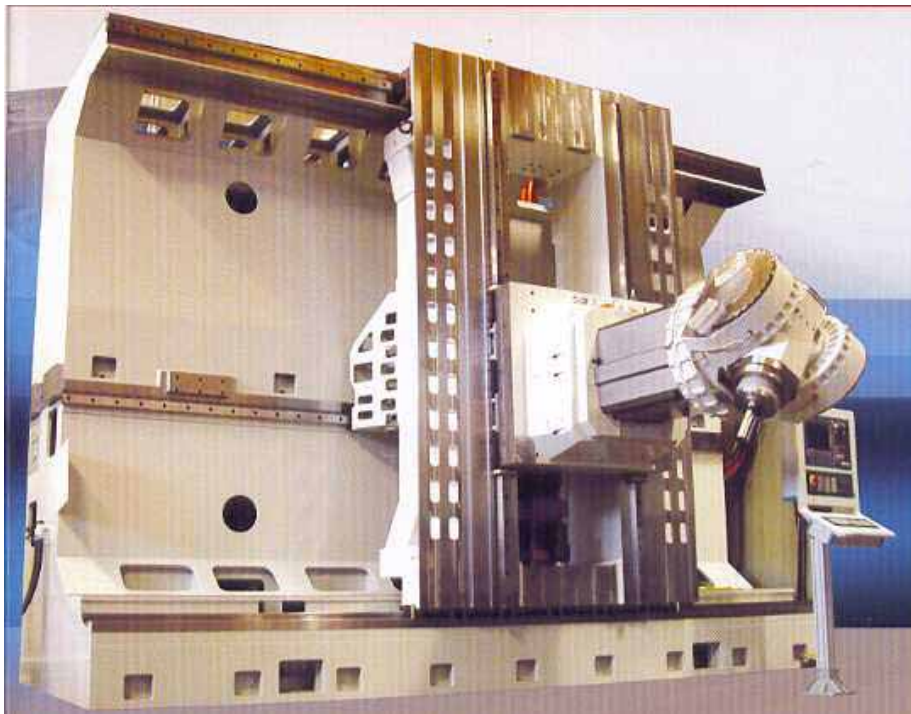
Utazó oszlopos, oldalfejes gép  
vízszintes orsóval



Utazó portális gép  
függőleges orsóval

ált. fogaskerék-fogasléces mozgatórendszer a hosszú vízszintes tengelyeknél

## Nagyméretű megmunkáló központok (2)



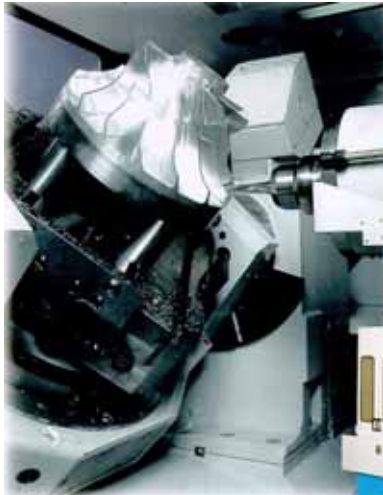
X 3 - 19 m  
Y 2 m

**MOM Jet Five**

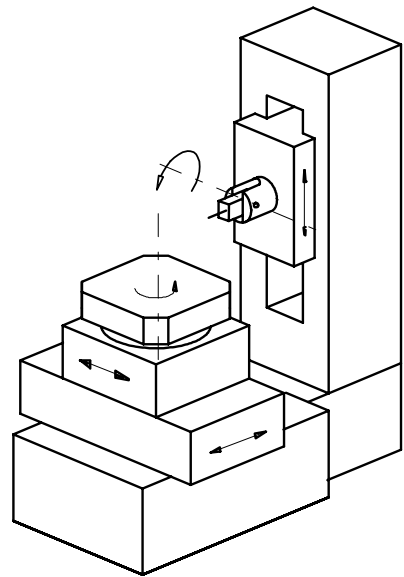
## Ötengelyes megmunkáló központok (1)



Billenő fej  
(2 forgó teng.)



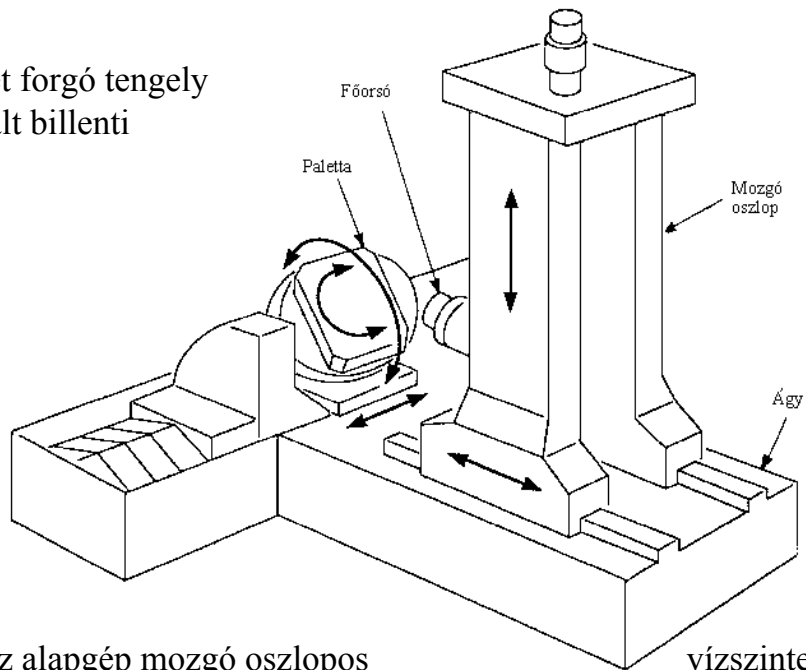
Billenő asztal  
(2 forgó tengely)



Körasztal és  
elforduló fej

## Ötengelyes megmunkáló központok (2)

Mindkét forgó tengely  
az asztalt billenti



Az alapgép mozgó oszlopos

vízszintes főorsójú gép

## Ötengelyes megmunkáló központok (3)

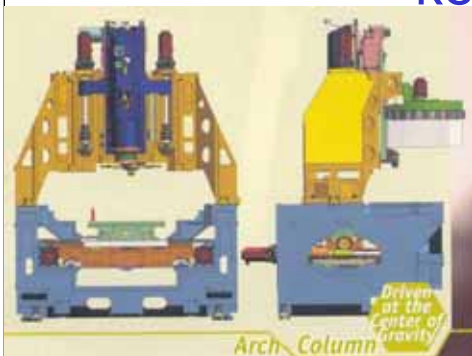


**DECKEL MAHO DMU 70**

Két NC forgó tengely az asztalon. Érdekesség: a két forgástengely nem merőleges.



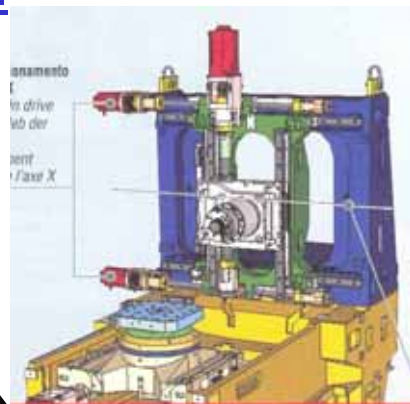
## Szánmozgatás a tömegközéppontban két golyós orsóval



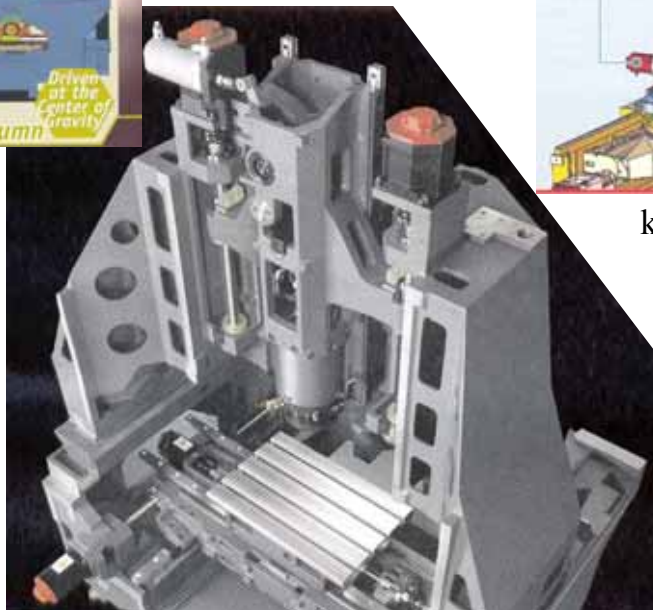
boltíves oszlopos  
kivitel, függőleges  
főorsó

**MORI SEIKI**  
**DCG™**

- ✓ nagy pontosság
- ✓ nagy sebesség



keretes (box-in-box)  
kivitel, vízszintes  
főorsó



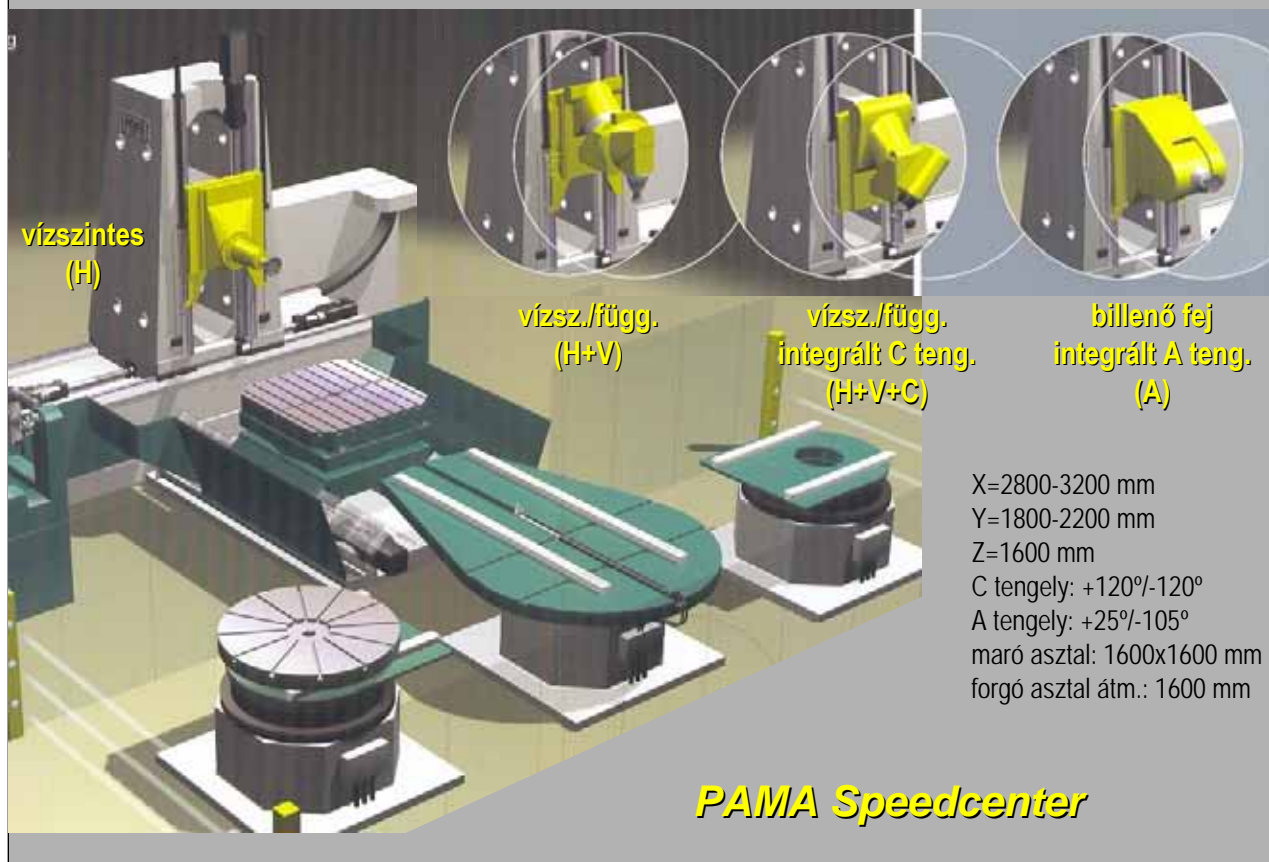
Két golyós orsós mozgató nem újdonság, de régebben csak nagy méretű, kisebb pontosságú szerszámgépeknél alkalmazták.

A MORI SEIKI DCG gépeit nagy pontosságú és nagy sebességű megmunkálásokhoz fejlesztették ki.

A mozgató erők eredője a tömegközépponton halad át, így nagyobb sebességek és gyorsulások érhetők el nagyobb pontosság mellett.

A két golyós orsó összehangolt mozgatója pontos vezérlést igényel.

## Moduláris főorsó szekrény



Mozgó oszlopos megmunkáló központ közepes és nagyméretű munkadarabokhoz.

X=2800-3200 mm; Y=1800-2200 mm; Z=1600 mm

C tengely (ha van) : +120°/-120°

A tengely (ha van) : +25°/-105°

maró asztal paletta mérete 1600x1600/2000 mm

forgó asztal paletta átmérője 1600 mm

Y szánon látható a súlykiegyenlítés.

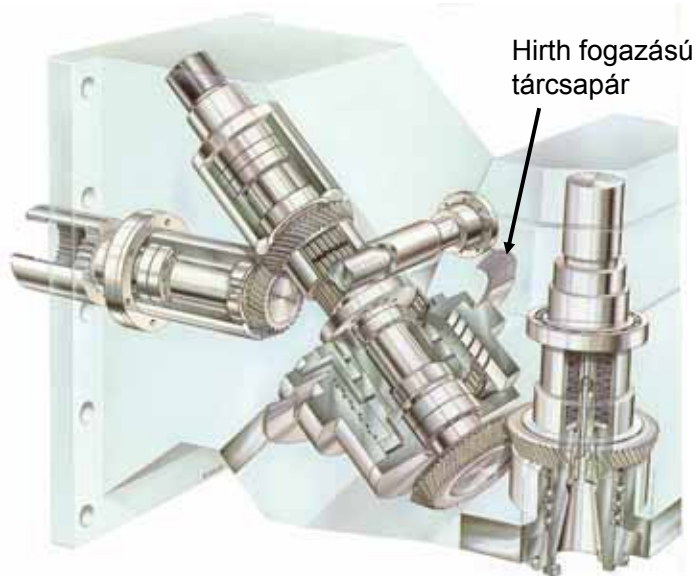
## Vízszintes/függőleges osztófej



**MAZAK**  
**Mazatech HV sorozat**



**HECKERT CWK sorozat**



Heckert: indexelt (osztó) forgatás 3 másodpercen belül, hidraulikus henger emeli szét és szorítja össze a Hirth-fogazású tárcsákat.

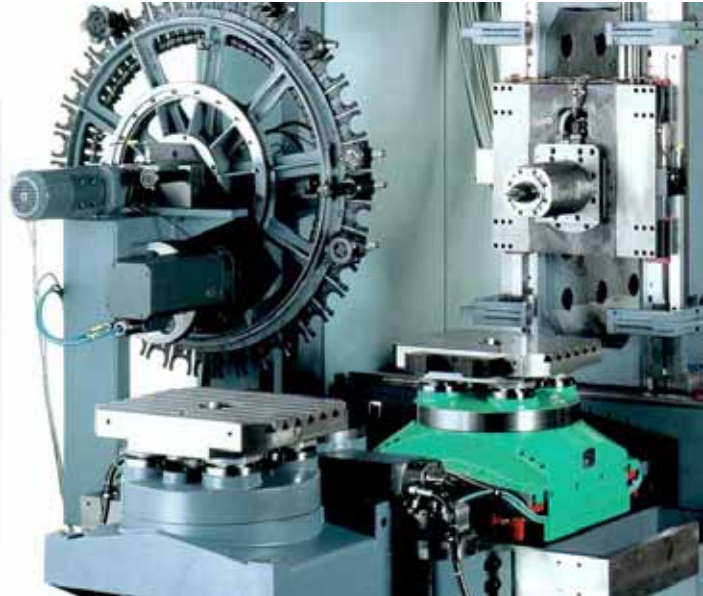
## Automatikus szerszámcsere

- Lényege: kétirányú automatikus szerszámszállítás a főorsó és a tár hely között.
- Osztályozás:
  - közvetlen (mozgás megosztás a tár és a főorsószán között)
  - közvetett (kétkarú, egykarú, átrakós, különleges megoldások)
- Szerszámtárok: tár tok, tár szerkezet változatok
- Cserélő kar szerkezetek, mozgatások

## Példák szerszámcserélőre (1)



Kétkarú cserélő



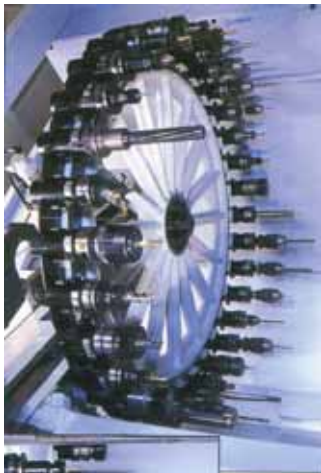
Közvetlen (cserélőkar nélküli)  
elrendezés dobtárral

## Példák szerszámcserélőre (2)

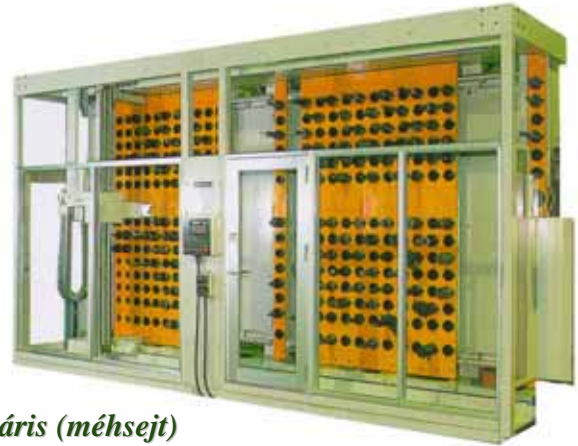


Forgácsolástól forgácsolásig idő 1,9-2,2 másodperc (ez az idő magában foglalja a főorsó munkadarabtól való eltávolítását, a főorsó leállítását, a szerszám cseréjét, a főorsó felgyorsítását a szükséges fordulatszámra, és a munkadarab megközelítését!).

# Szerszámtárak

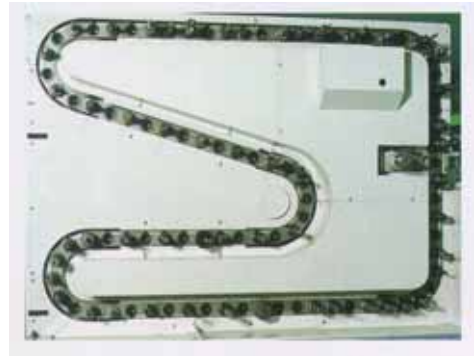


*Dob*



*Lineáris (méhsejt)*

*Lánc*



## Maró főorsó egység

- **Követelmények**
  - pontosság, merevség
  - magas fordulatszám, széles fordulatszám tartomány
  - (automatikus) szerszámcsere
    - ✓ pontosság (geometriai pontosság, hézagmentes és merev kapcsolódás)
    - ✓ terhelhetőség (nyomaték és erő átvitel a főorsóról a szerszámra)
    - ✓ (csak álló helyzetben lehet cserélni)
- **Részegységek**
  - csatlakozó kúp (meredek vagy HSK)
  - csapágyazás (kerámia golyók vagy érintkezés mentes)
  - ráhajtás (fogaskerék vagy ráépített motor)
  - szerszám rögzítés

A maró főorsó a szerszámot forgatja. A szerszám alakja és mérete erősen függ a megmunkált felülettől, a szerszám anyaga és élgeometriája pedig a megmunkált anyag minőségétől. A változó szerszám átmérők és (szerszám ill. munkadarab) anyagok miatt a maró főorsónak széles fordulatszám tartományt kell átfogni. A tendencia egyértelműen a fordulatszámok növekedése.

A szerszám és a főorsó közvetlenül kapcsolódik szabványosított csatlakozófelülettel.

A kapcsolódással szemben támasztott követelmények:

pontosság (geometriai pontosság, hézagmentes és merev kapcsolódás)

terhelhetőség (nyomaték és erő átvitel a főorsóról a szerszámra)

automatikus cserélhetőség

Szerszámcsere csak álló főorsónál végezhető el, és az álló főorsó szöghelyzete is megszabott. A korszerű gépeknél a főorsó hajtás vezérlése ezt a feladatot is megoldja, de régebben mechanikus (görbetárcsás) szerkezetekre volt szükség.



## Maró szerszámok csatlakozó kúpjai



### Meredek kúp

- kúp: tájol
- behúzó gomb(a)
- gallér:
  - + V hornyos gallér: szerszámcsereelőhöz
  - + két horony: szögtájolás + nyomatékátvitel



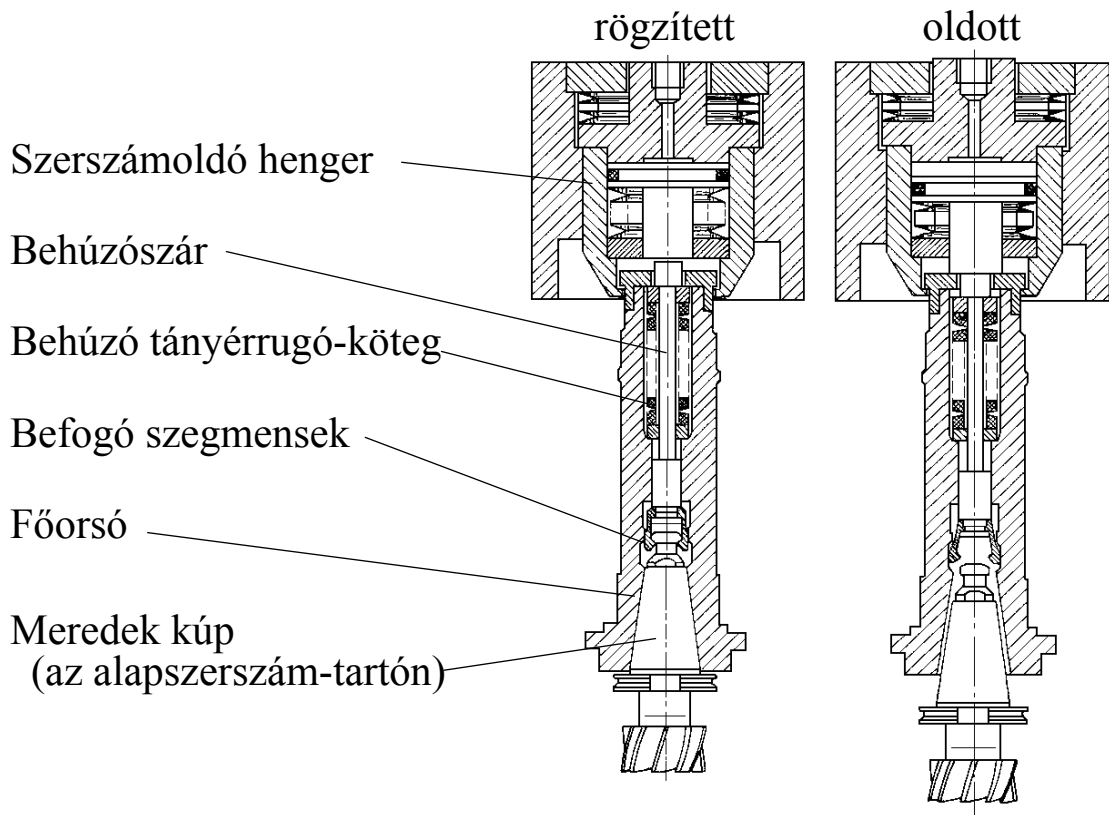
### HSK kúp

- 2 belső rövid kúp:
  - radiálisan tájolnak + szorítanak
- homlok:
  - axiálisan tájol
- behúzó patron
- két horony:
  - szögtájolás + nyomatékátvitel

A meredek kúpos kapcsolatot a hagyományos marógépeknél alakították ki, de módosított változata tovább él a vezérelt gépeknél is. Három része más-más feladatot lát el: a kúp a főorsó kúpos furatába illeszkedve tájol, a kúp végébe csavart alkatrészhez (gomb) kapcsolódik a behúzó erőt átadó patron vagy szegmens (a behúzó karon), a V hornyot tartalmazó gallér egyrészt az automatikus cserét végző markolóval kapcsolódó felületet tartalmazza, másrészt a két horony a főorsó homlokból kiálló körmökkel kapcsolódva a szögtájolást és a nyomatékátvitelt biztosítja.

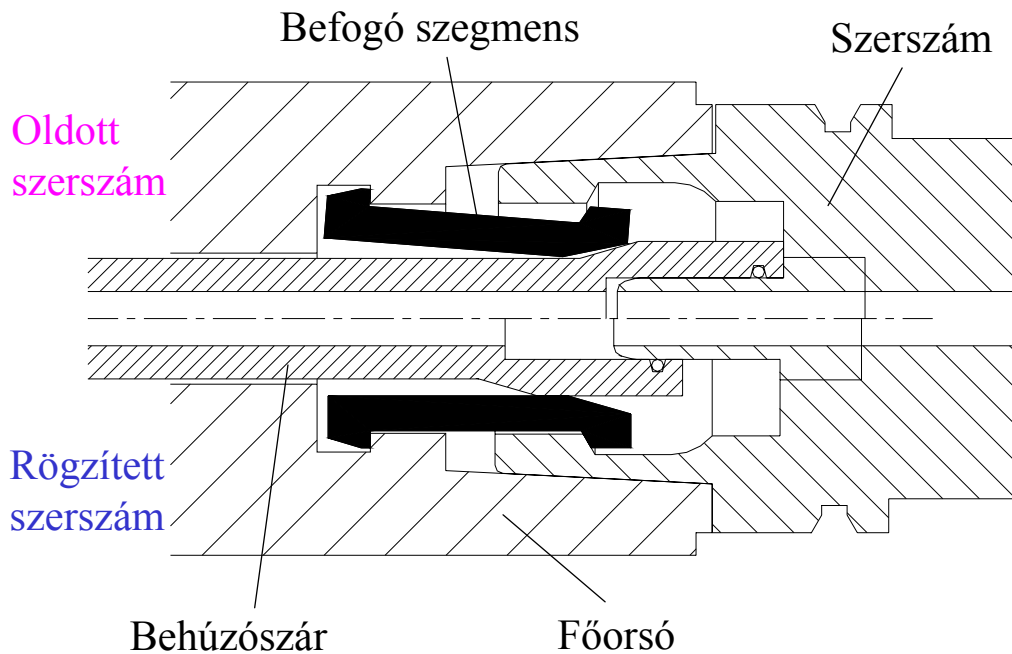
A meredek kúpos megoldás gyengeségei (axiális irányban bizonytalan a szerszámhelyzet a kúpos kapcsolat hibája és deformációja miatt, nagy axiális elmozdulás kell a csere közbeni szerszámkiemeléshez, nem elég merev a kapcsolat) új megoldásokat kerestek. Jelenleg a német fejlesztők által javasolt úgynevezett üreges kúp (HSK – Hohlschaftkegel, DIN 69893-1) terjed, különösen a nagysebességű főorsóknál. A meredek kúphoz képest a legfontosabb különbség, hogy nem csak a kúp, hanem a homlokfelület is kapcsolódik a főorsóhoz. Emiatt a szerszám tengelyirányú helyzete meghatározott és a szerszám-főorsó kapcsolat merevebb, mint a meredek kúpos megoldásnál. A másik lényeges különbség, hogy a kúp rövid, és a behúzó patron vagy szegmens közvetlenül a kúphoz csatlakozik, a furatában kialakított kúpos vállhoz. Emiatt a csere során a kiemeléshez szükséges út kisebb, mint a meredek kúpnál, tehát a szerszám-munkadarab ütközés veszélye is kisebb.

## Meredek kúpos szerszám befogása



A meredek kúp automatikus cseréjét biztosító szerszám-befogás konstrukciós megoldása egységes: a kúpos szerszámra csavart gomba alakú alkatrészt a megfogó patron (vagy szegmens) a főorsóra elhelyezett tányérrugó köteg segítségével a behúzószáron keresztül húzza be. A patronok vagy szegmensek és környezetük geometriai kialakítása olyan, hogy tengelyirányú mozgásukkal együtt jár a nyitásuk-zárásuk (előre mozgás - nyitás, hátra mozgás - zárás). A hátra mozgást a behúzó tányérrugók biztosítják, nyitáshoz azonban a behúzó szárat a tányérrugók ellenében előre kell mozgatni, pl. hidraulikus vagy pneumatikus hengerrel. Ezt természetesen csak álló főorsó mellett lehet megtenni. Az ábrázolt szerkezet (az átlagos megoldástól eltérően) a szerszám oldásakor nem terheli tengelyirányú erővel a főorsó csapágyait, mert a dugattyú a főorsóra kapcsolódva zárja az erőfolyamot.

## HSK kúpos szerszám befogása



Behúzó szegmens: hasított gyűrű

A HSK rendszer előnyei:

Pontos és merev főorsó-szerszám kapcsolat a kúp és a homloksík egyidejű kapcsolódása miatt.

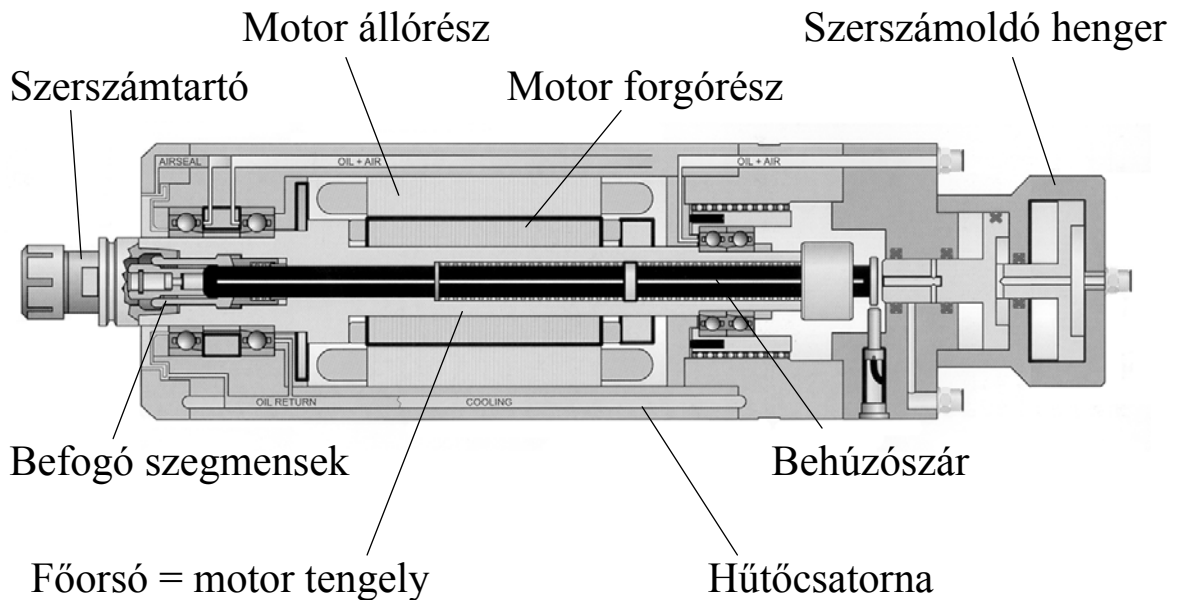
Kis kiemelési hossz a rövid kúp miatt.

Önzáró befogó szerkezet alkalmazható.

A kétszeres kúpos erőfokozó befogó szerkezet miatt a behúzószáron viszonylag kis erő is elegendő.

Rövid erőfolyam a behúzó elemeknél - merev kapcsolat a szerszám és a főorsó között.

## Motororsó HSK kúppal



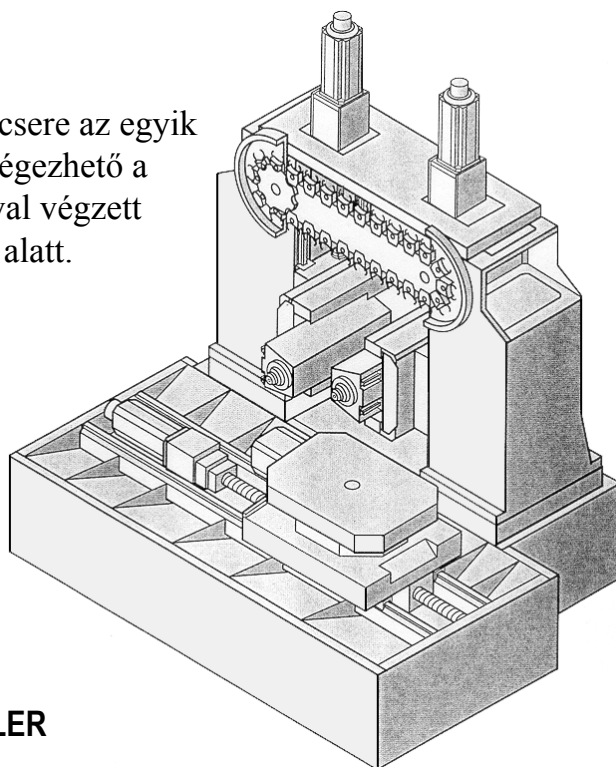
A szerszám gép főhajtóművek fejlődését az határozta meg, hogy ahogy közeledett a főmotor nyomaték-fordulatszám jelleggörbéje a technológia által megkívánthoz, úgy egyszerűsödött a motor és főorsó közötti kapcsolat. Ennek a fejlődési folyamatnak utolsó állomása a motor-főorsó kapcsolat legközvetlenebb formája - a főorsóval egybeépített motor.

A motororsókat szakosodott cégek gyártják különböző paraméterekkel. A szerszámgyár a kiválasztott egységet készen kapja, csak a fogadó egység (általában főorsósán) hengeres furatába kell befogni és a csatlakozó kábeleket (erősáramú és információs) valamint csöveket (hidraulika vagy pneumatika, csapágykenés, hűtés, szerszám hűtőfolyadék) kell csatlakoztatni. A motororsóhoz természetesen elektromos tápegység, kenő és hűtő berendezés is tartozik.

Az ábrázolt motororsó HSK maró szerszám meghajtásához készült, tehát ennek megfelelő szerszám befogót építettek be. Olyan megoldás is van, amikor a motor forgórész nem a két főorsó csapágy között van, hanem a főorsó mögött (természetesen harmadik hátsó csapággal ellátva).

## Kétfőorsós gép

A szerszámcsere az egyik orsóban elvégezhető a másik orsóval végzett forgácsolás alatt.



Előny: rövid forgácsolóforgácsig mért idő.

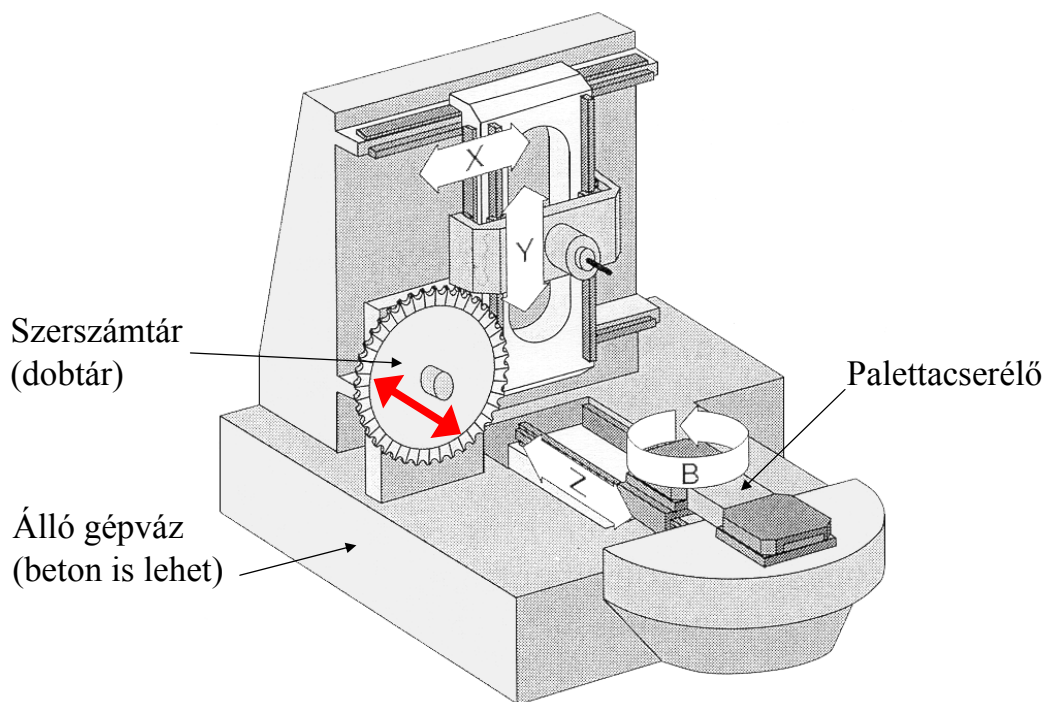
Hátrány: drága gép a megkészszerzett főorsószán miatt.

**Figyelem!**

Itt a két orsó nem dolgozik egy időben.

**ALFING KESSLER**

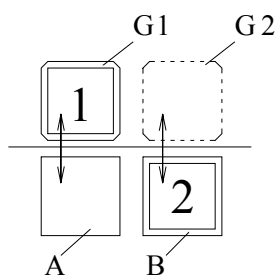
## Vízszintes megmunkáló központ dobtárral



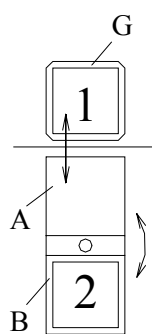
A szerszámtár Z irányú mozgást is végez.

## Automatikus palettacsere

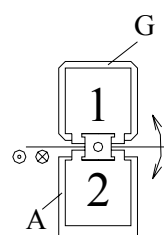
- A közvetlen munkadarabcsere nehézségei
- A palettacsere elve – időpárhuzamosítás és csatlakozó felület egységesítés



Áttoló



Áttoló -  
fordító



Emelő -  
átfordító

## Palettacserélők



Áttoló



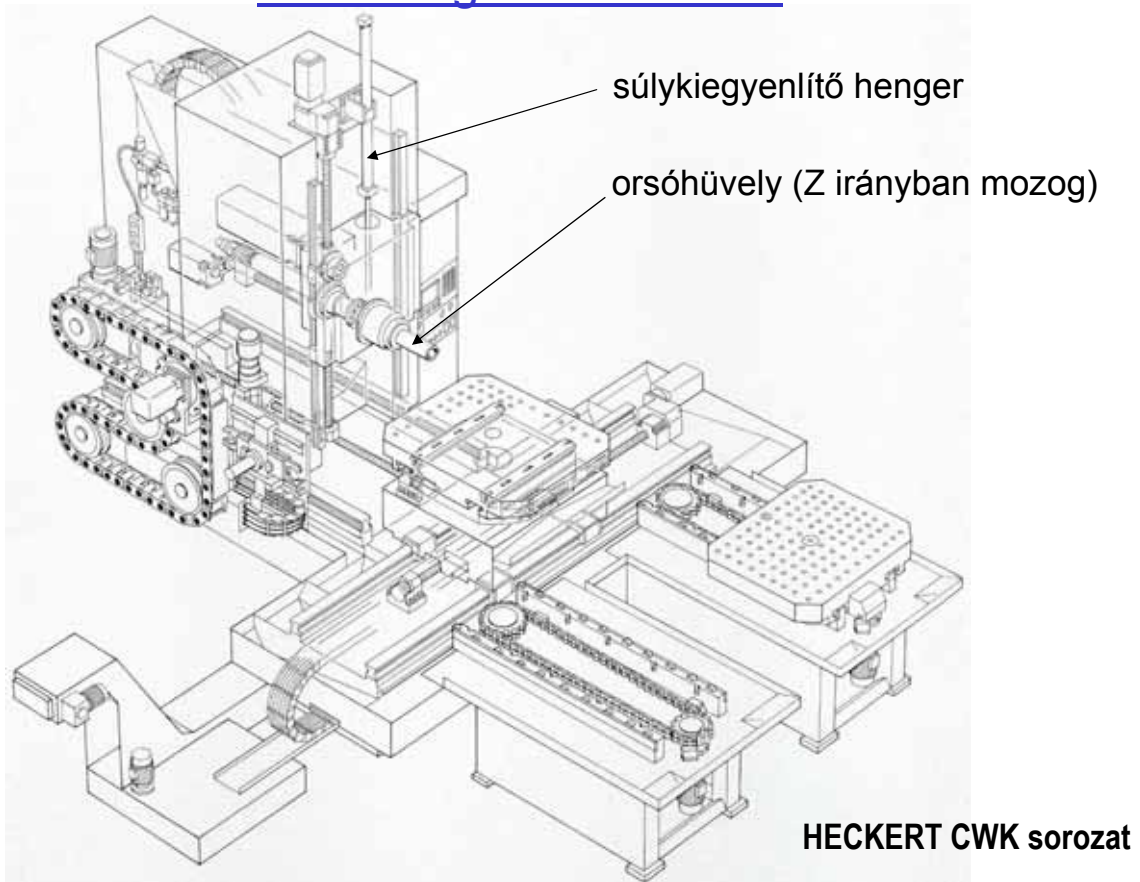
Emelő -  
átfordító



## Fúró-maró megmunkáló cella

- Fúró-maró megmunkáló központ (aut. szerszámcsere)
- Paletta cserélő
- Paletta tároló

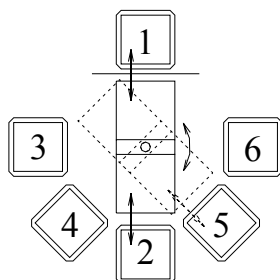
## Maró megmunkáló cella



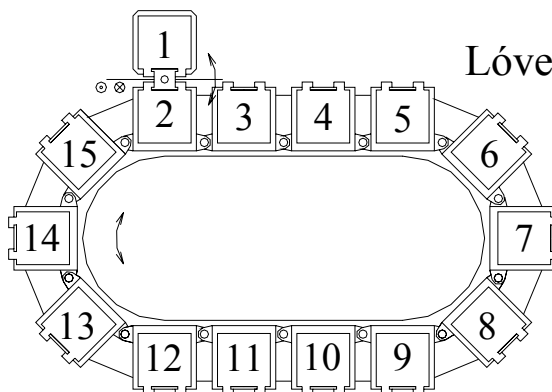
## Paletta tároló elrendezések

Megjegyzés: Az 1. paletta a gépen van

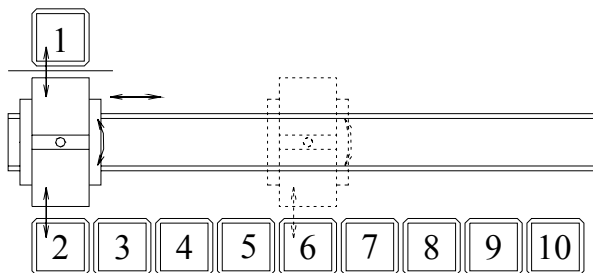
Sugaras



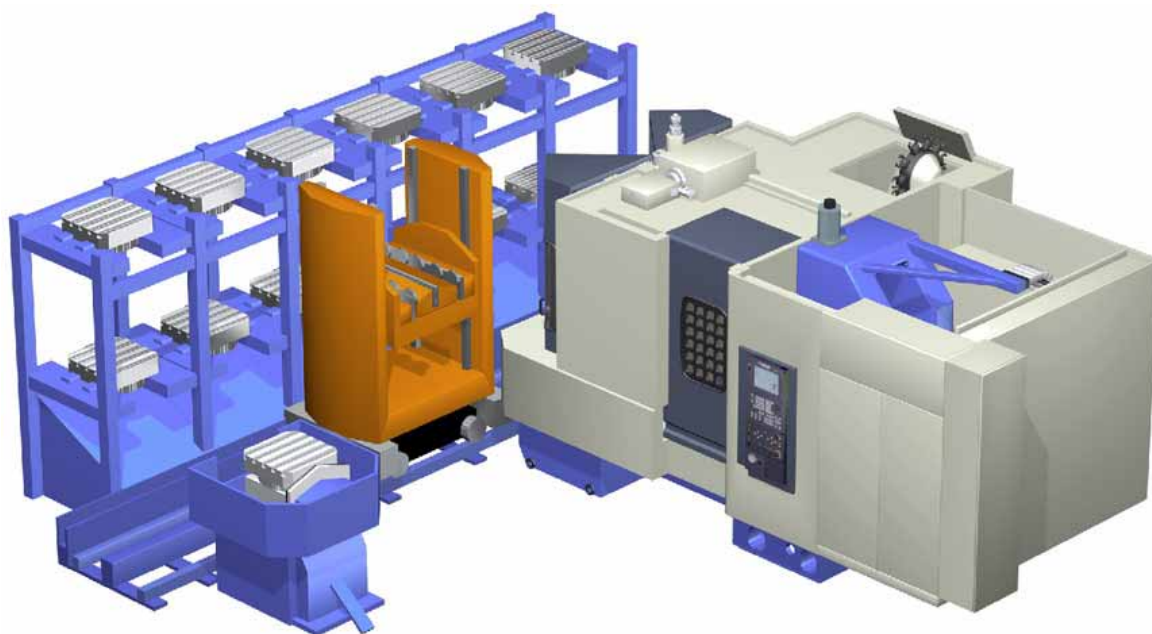
Lóversenypálya



Egyenes vonalú



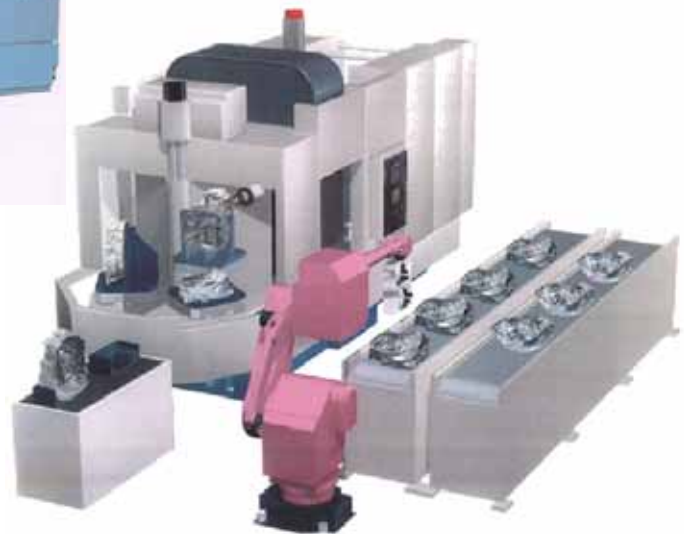
## Cella emeletes palettatárral



## Robotos kiszolgálás, gyártó cellák



*Eszterga portál  
robottal*



*Megmunkáló központ  
humanoid robottal*

## Eszterga humanoid robottal



## Felhasznált irodalom

- Dr. Lipóth András előadás jegyzetei, 2003