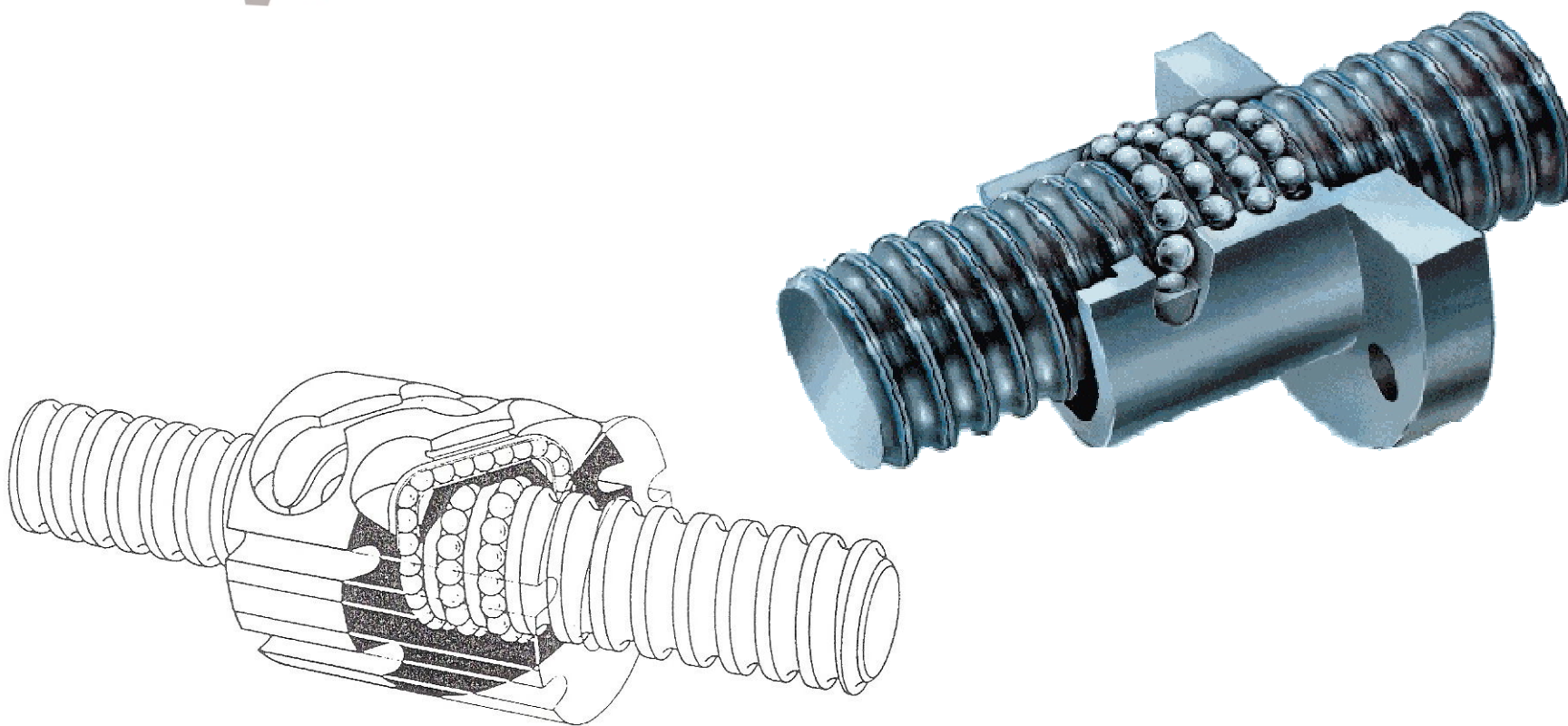




NC gépek ágyazata, vezetékei. golyósorsó



Hervay Péter
és
Magyarkúti József
BGK-AGI
2009

Figyelem!

Az előadásvázlat nem helyettesíti a
tankönyvet

Dr. Nagy P. Sándor: Gyártóberendezések
és rendszerek I.-II., BMF

Czéh Mihály – Hervay Péter – Dr. Nagy P.
Sándor: Megmunkálógépek, Műszaki
Könyvkiadó

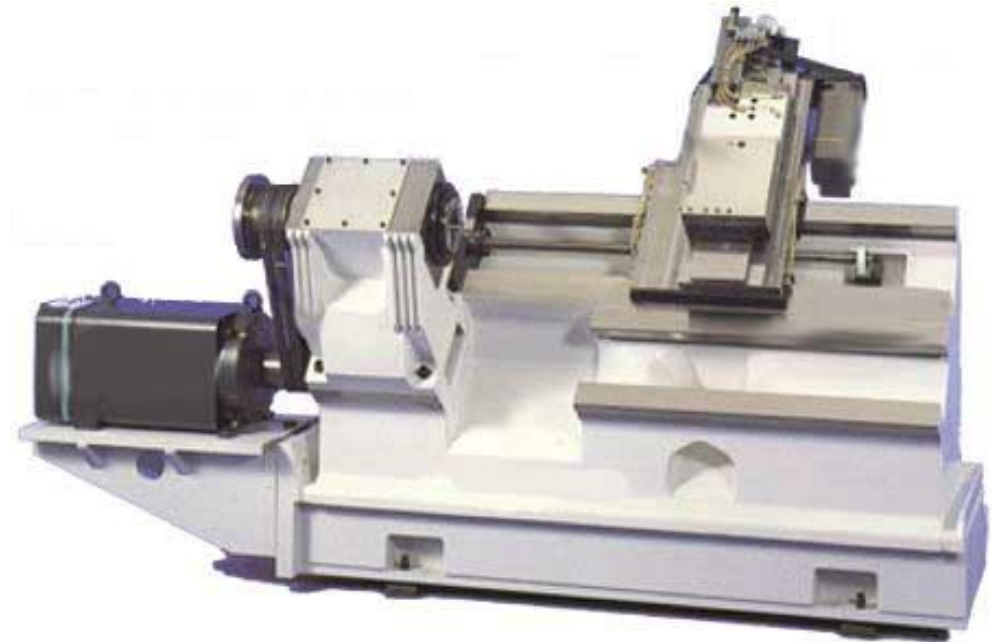
Ágyak és állványok CNC gépeken 1.

Gépágy:

A szerszámgép alapja, mely a gép szerkezeti elemeit, részeit fogja össze.

Ágyak, állványok feladata:

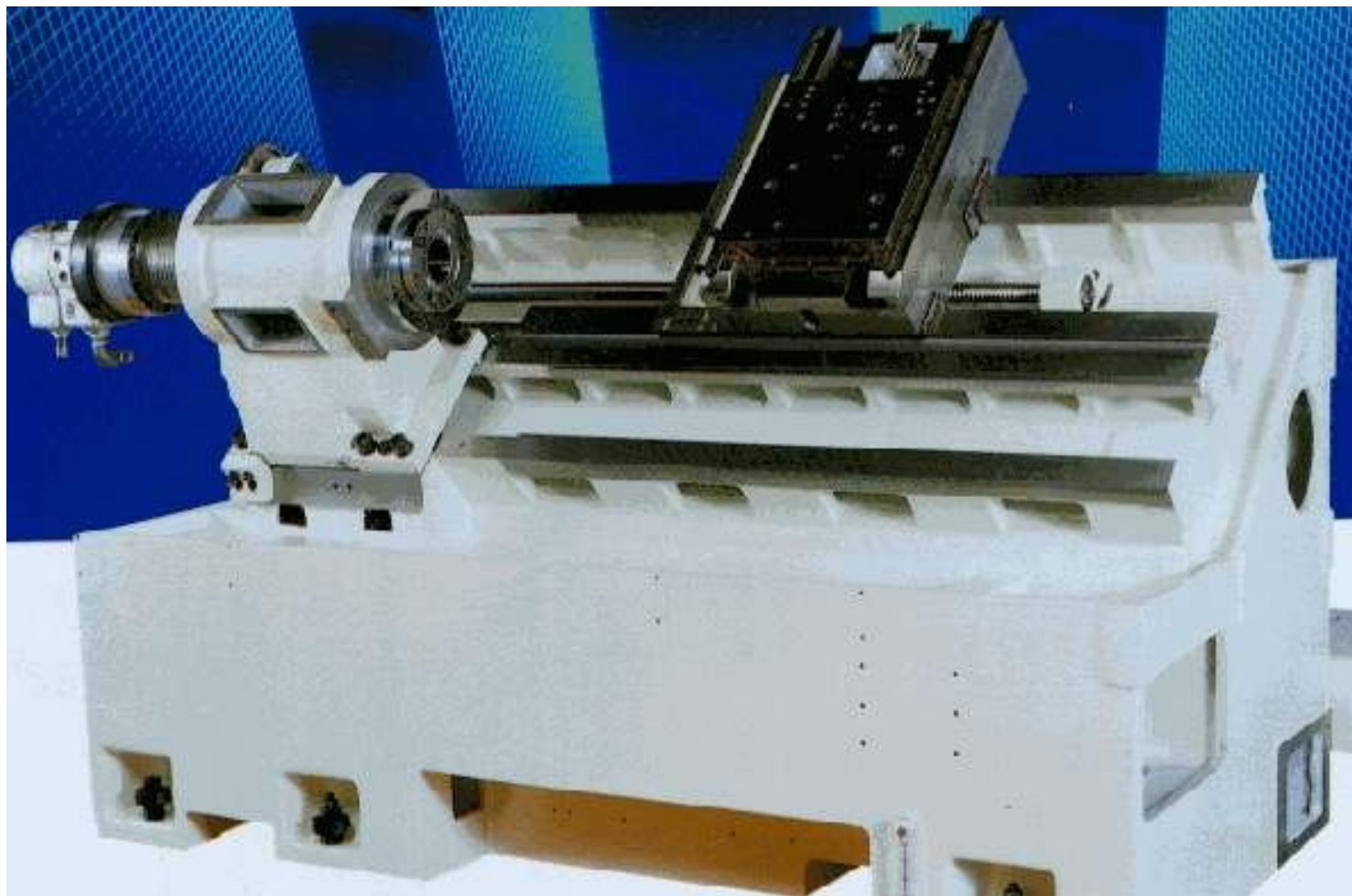
- A forgácsoláskor keletkező erők felvétele
- Merevség, rezgéscsillapítás
- Külső részén elhelyezkedő vezetékek hordozása,
- Vezetékek által a szerkezeti részek mozgatása
- A forgács és a hűtő kenő folyadék elvezetése
- Hőstabilitás



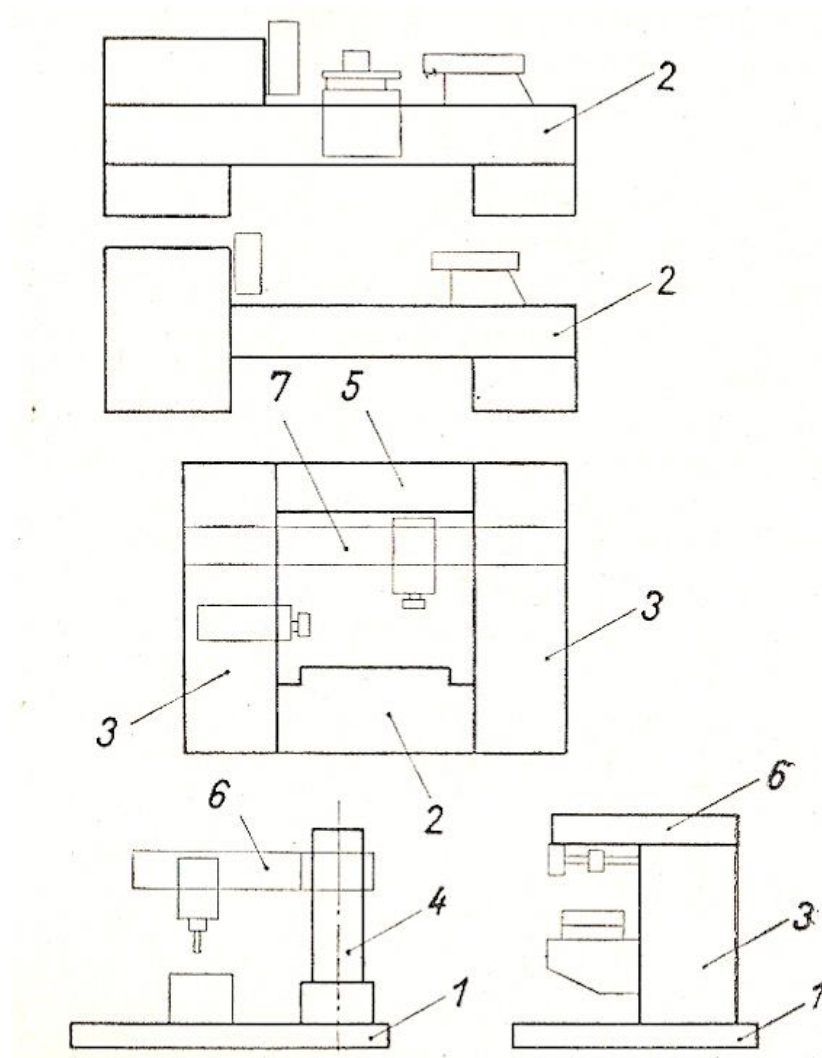
Géptest, vezetékek, szánok

Ferde illetve függőleges ágyazat CNC esztergagépeken

Ferdeágy, melynek előnye a gazdaságos helykihasználás, jó öntisztító képesség



Szerszámgépek statikai rendszere



A statikai rendszer a gép funkcionális egységeinek kapcsolata:

Elemei

- 1, alaplap
- 2, ágy
- 3, állvány
- 4, oszlop
- 5, gerenda
- 6, ellentartó
- 7, keresztartó

Statikai rendszer

A gép pontossága a statikai rendszer merevségétől függ.

- C_{st} statikus merevség
- C_{din} dinamikus merevség (rezgésállóság)

Statikus merevség: a terhelés és az általa előidézett alakváltozás viszonya

$$hajlítómerevség = \frac{erő}{alakváltozás} \left[\frac{N}{\mu m} \right]$$

$$torziósmerevség = \frac{csav.nyomaték}{elcsav.} \left[\frac{N}{szög} \right]$$

A kör és a négyzetszelvény a legkedvezőbb

Statikai rendszer

Dinamikus merevség:

a változó terhelések által okozott lengések amplitúdójával jellemezhető.

A periodikusan változó terhelést okozhatják:

- a forgácsoló erő;
- a kiegyensúlyozatlan tömegek;
- az átviteli elemek pontatlansága miatti kényszerlengések

Dinamikus merevség

Kiindulásnál
feltételezve:

$$|F_{st}| = |F_{din}|$$

akkor

$$f_{din} = y \cdot f_{st}$$

$$C_{st} = \frac{F_{st}}{f_{st}}$$

$$C_{din} = \frac{F_{din}}{f_{din}}$$

ahonnan

$$f_{st} = \frac{F_{st}}{C_{st}} \quad f_{din} = \frac{F_{din}}{C_{din}}$$

behelyettesítve

$$f_{din} = y \cdot f_{st}$$

$$\frac{F_{din}}{C_{din}} = y \frac{F_{st}}{C_{st}}$$

innen

$$C_{din} = \frac{F_{din}}{y \frac{F_{st}}{C_{st}}}$$

mivel feltételünk:

$$|F_{st}| = |F_{din}|$$

ezért

$$C_{din} = \frac{C_{st}}{y}$$

vagyis

$$y = \frac{C_{st}}{C_{din}}$$

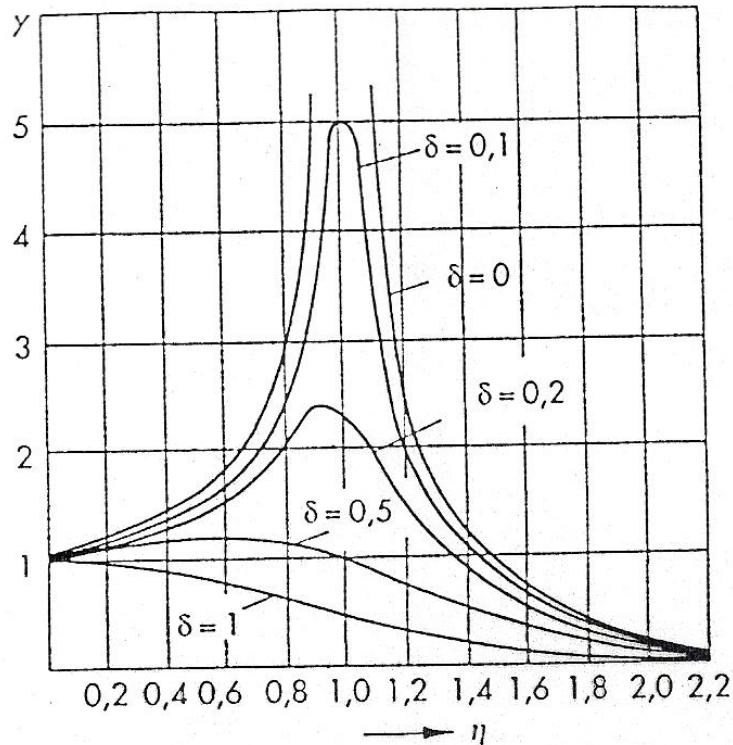
ahol:

- F_{st} a statikus terhelés
- F_{din} a dinamikus terhelés
- f_{st} a statikus terhelésre történő elmozdulás
- f_{din} a dinamikus terhelésre történő elmozdulás
- y az amplitúdó
- C_{st} statikus merevség
- C_{din} dinamikus merevség

Ez azt mutatja, hogy a dinamikus merevséget meghatározza:

- C_{st} statikus merevség;
- ω lengést gerjesztő frekvencia;
- ω_0 saját frekvencia;
- δ csillapítás

Dinamikus merevség



Az „y” viszony változása a „δ” csillapítás és jósági fok „η” függvényében

$$\eta = \frac{\omega}{\omega_0}$$

A rendszer dinamikus merevsége növelhető:

- Statikus merevség növelésével
- csillapítás fokozásával
- ω_0 sajátfrekvencia célszerű beállításával

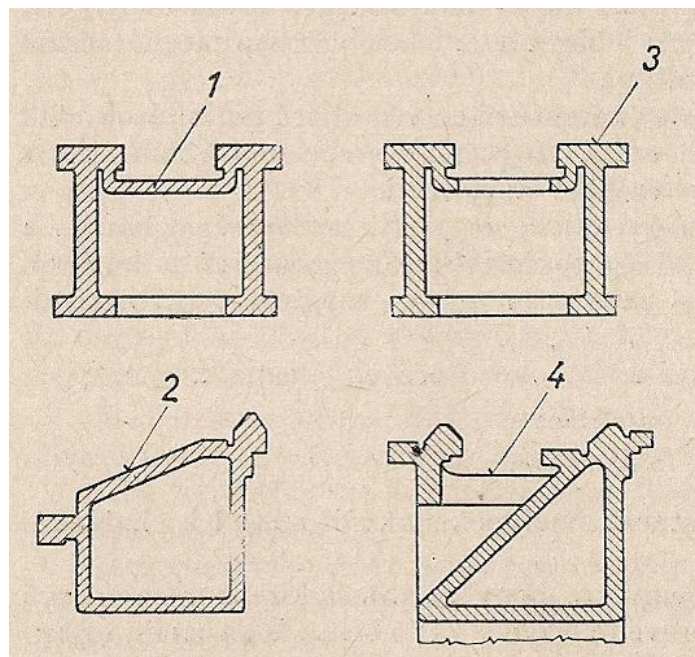
$$C_{din} = \frac{C_{st}}{y}$$

$$y = \frac{C_{st}}{C_{din}}$$

Géptest, vezetékek, szánok

A rendszer dinamikus merevségének növelése

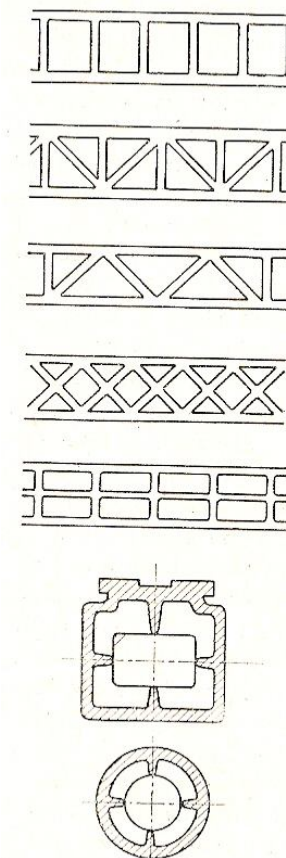
Statikus merevség fokozásával, amit megfelelő keresztmetszetek megválasztásával, célszerű bordázat kialakításával lehet növelni



1 és 2, zárt keresztmetszetű ágyak

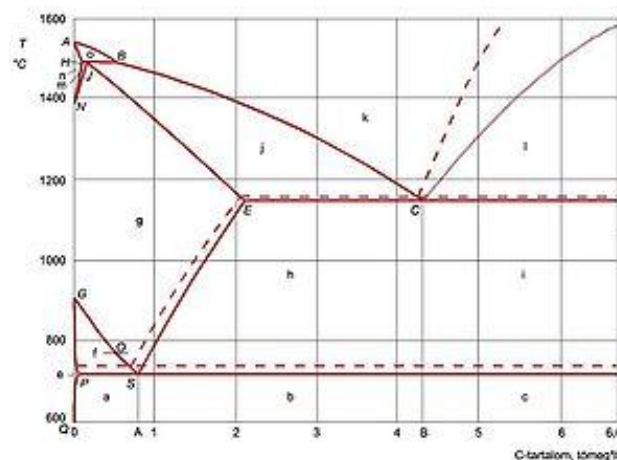
3 és 4, nyitott keresztmetszetű ágyak

Bordák

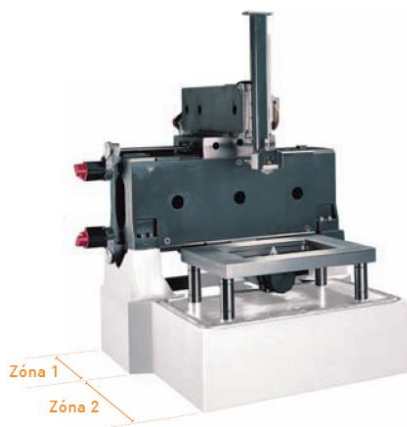


A rendszer dinamikus merevségének növelése

Csillapítás fokozásával, amikor olyan szerkezeti anyagokat alkalmaznak ágy és állványszerkezet építésére, amelyeknek szövetszerkezeti tulajdonságaiból eredendően jó csillapításuk van.



Gömb-grafitos öntvény



Polimerbeton gép



Hegesztett géptest

Géptest, vezetékek, szánok

A rendszer dinamikus merevségének növelése

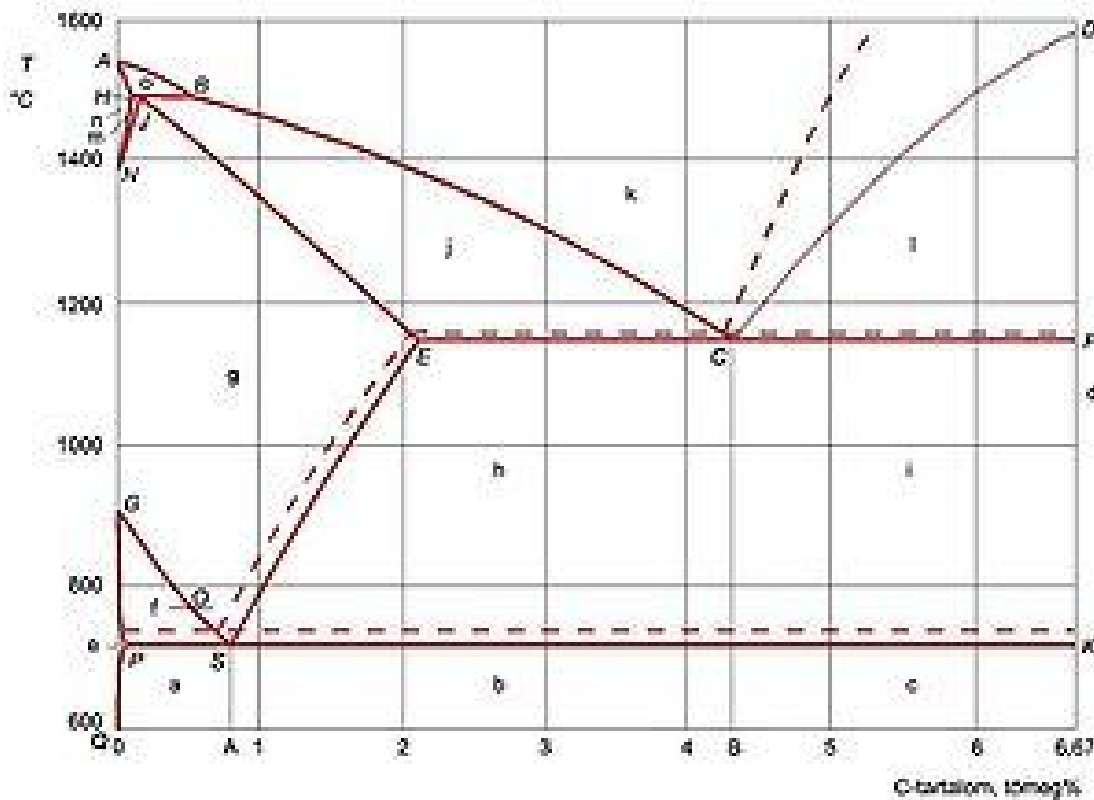
Az ω_0 sajátfrekvencia célszerű beállításával, amit a rendszer statikus merevségén keresztül, elsősorban annak tömege határoz meg.

Ágyak és állványok anyagai

- Szürke öntvény
- Gömbgrafitos öntöttvas
- Acélöntvény
- Hegesztett szerkezetek
- Polimerbetonok
- Homoktöltésű acéltestek
- Műanyagok
- Gránit, műgránit

Ágyak és állványok anyagai

Öntöttvas



2,4 – 3,6 % C tartalom

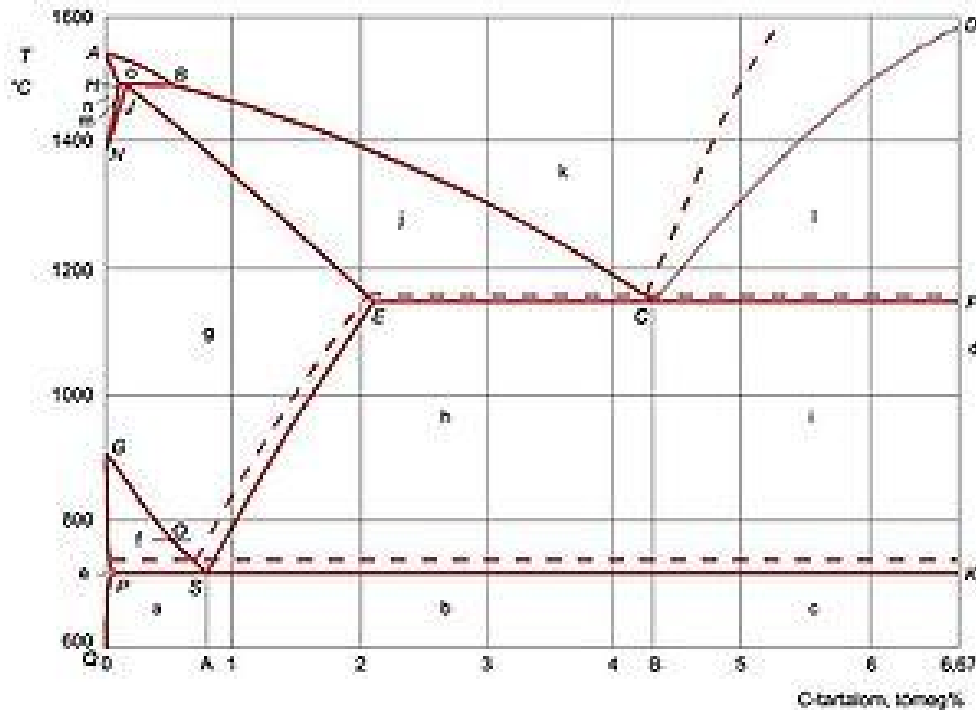
Szürke öntvényű (grafit kiválás)

- Perlites szövetszerkezet alkalmas gépágnak,

- jó mechanikai és rezgés csillapító képesség

Ágyak és állványok anyagai

Gömbgrafitos öntvények



Szürke öntöttvas szerkezetének további finomításával hozzák létre (*modifikálás*)

Modifikátor: ferro-szilícium, sziliko-alumínium, kalcium-karbid

A gömbgrafitos szerkezettel a szilárdsági jellemzők javulnak, de a csillapító hatás romlik.

Ágyak és állványok anyagai

Acélöntvény:

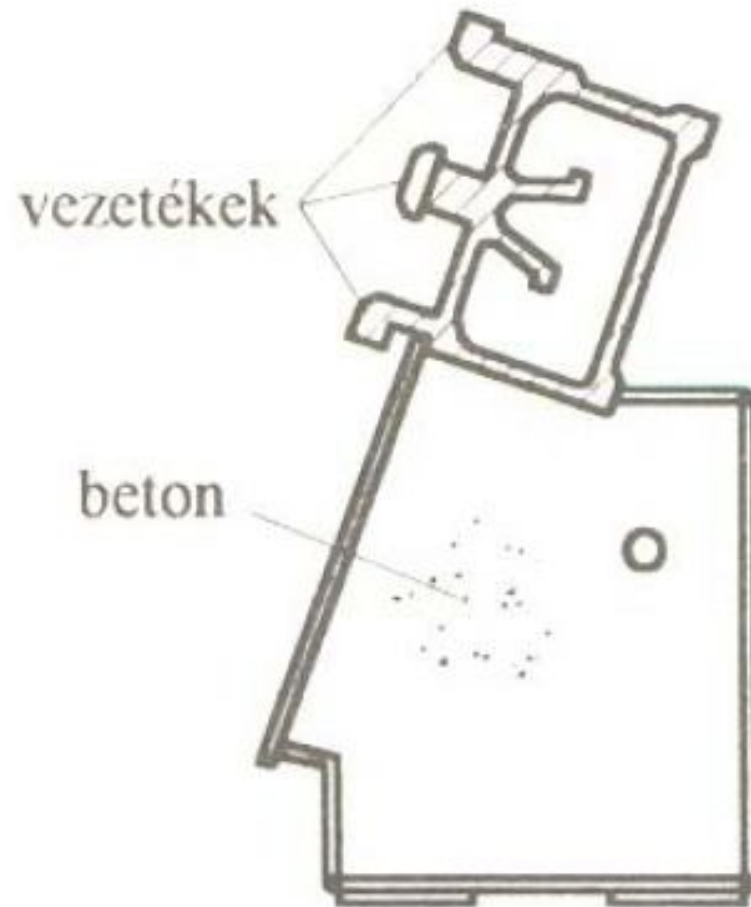
- ritkán alkalmazzák
- rossz a csillapítása
- vetemedik, feszültségmentesíteni kell

Hegesztett szerkezetek:

- acél idomokból hegesztik össze az ágyat
- hegesztés után feszültségmentesíteni kell
- automatizált gyártás esetén

Ágyak és állványok anyagai

Betonágy



Géptest, vezetékek, szánok

Ágyak és állványok anyagai

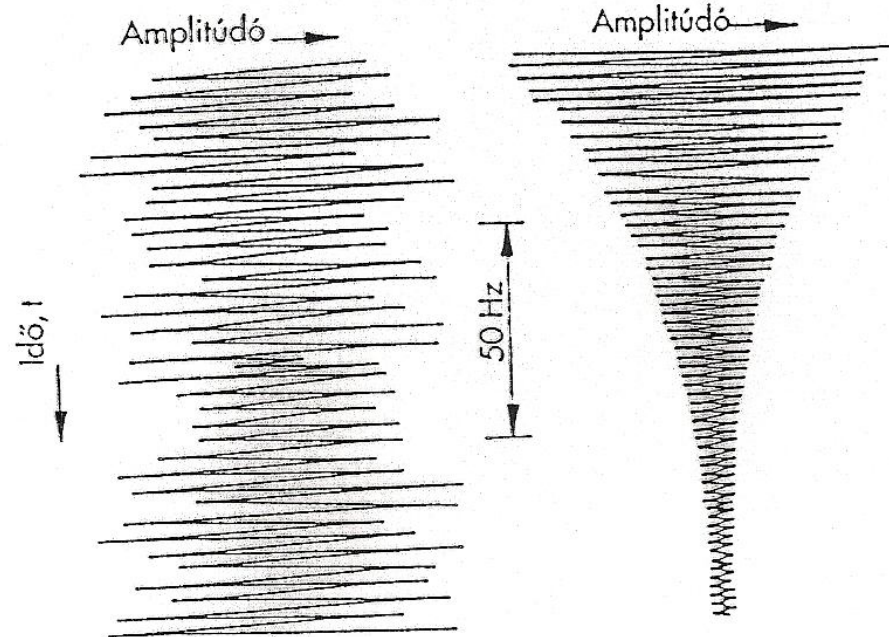
Polimerbetonok

Szemcsés töltőanyag, kvarcliszt és műanyag kötőanyag keveréke.

Tulajdonságait tekintve a beton és az öntöttvas között helyezkedik el.

Szilárdsága kisebb, mint az öntöttvas, de jobb a csillapítása

Korrózió állósága jó, hőállósága megfelelő, elektromosan szigetel.



Öntöttvas és polimerbeton csillapítása

Ágyak és állványok anyagai

Műanyagok:

- Az egyik legnagyobb fejlesztési terület
- Üvegszálerősítésű, szénszálerősítésű műgyanták
- Jóval kisebb tömeg, (súly) és nagyobb rezgéscsillapítás

Homoktöltésű acéltestek:

- A homok jó rezgéselnyelő
- Az acéltestek üregeibe homokot töltenek
- Kisebb teljesítményű gépeknél alkalmazzák

Gránit és műgránit

Gránit asztalok:

- merevek,
- nagy tömegűek,
- hőátágulása gyakorlatilag nincs.

Alkalmazása:

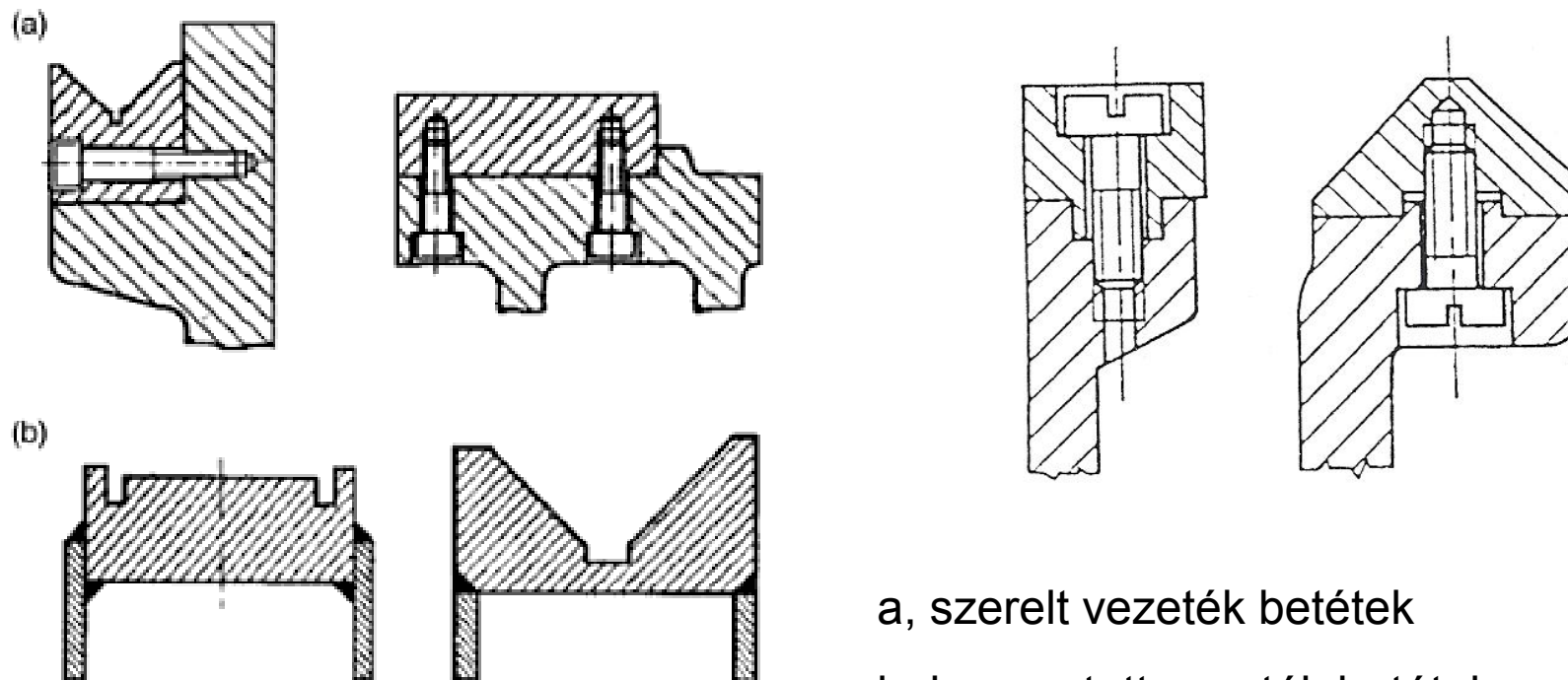
- Különlegesen nagy pontosságú mérőgépekhez, precíziós szerszámgépekhez.

Műgránit:

- Nagyon drága, megoldás a ami szintetikus beton és műgyanta keveréke.

Vezetékek

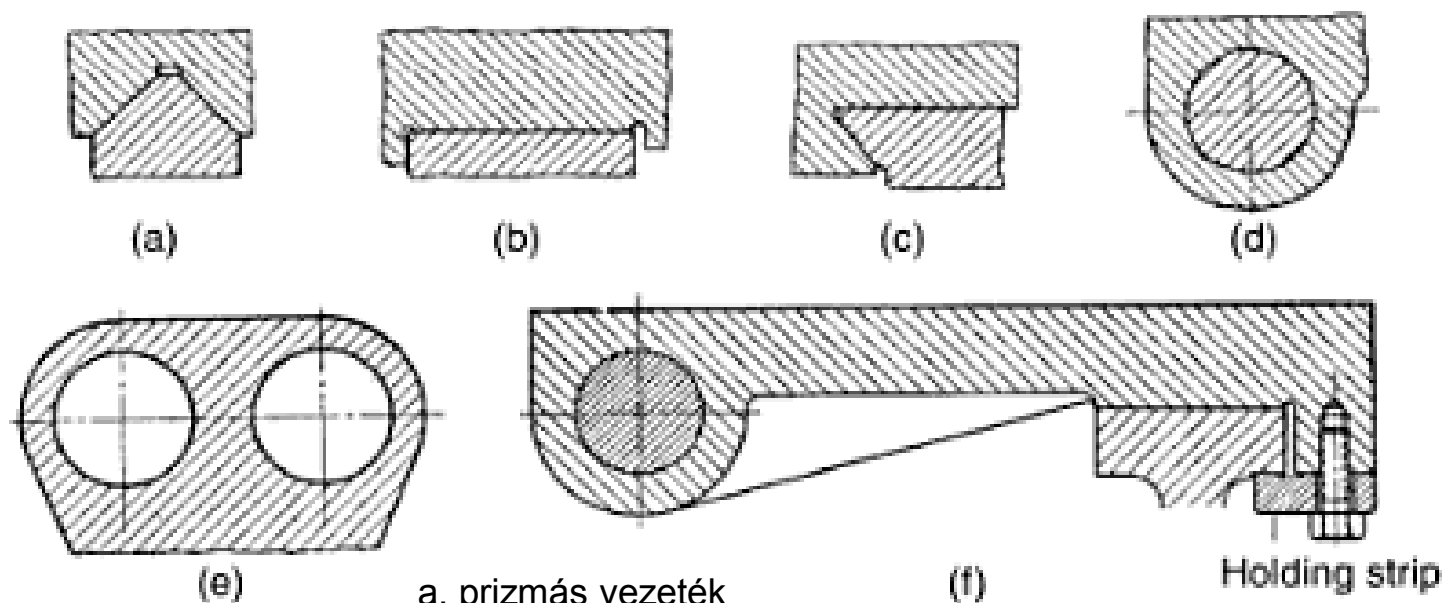
Az ágyazaton rögzítik csavarokkal, ragasztással, hegesztéssel az edzett, köszörült vezetékeket.



a, szerelt vezeték betétek

b, hegesztett vezeték betétek

Vezeték megoldások



a, prizmás vezeték

b, lapos vezeték

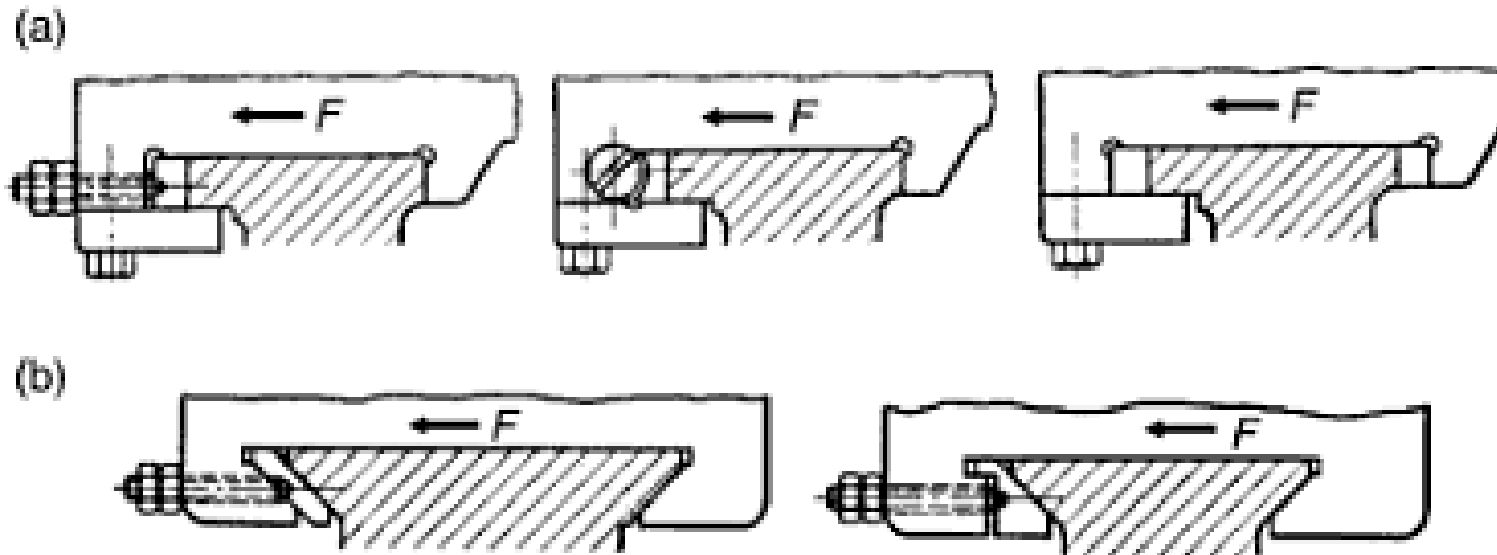
c, fecskefarkas vezeték

d, körvezeték

e, kettős körvezeték

f, körvezeték, lapos vezetékkel kombinálva

Vezetékek hézagolása



a, lapos vezeték hézagolása

b, ferde vezeték hézagolása

Vezetékek felosztása

Vezetékek felosztása geometria alapján:

- Egyenes vezetékek
- körvezetékek

Vezetékek felosztása kivitelük alapján:

- Csúszó vezeték
- Gördülővezeték
- Lebegő vezeték

Lebegő vezetékek:

- hidrodinamikus
- hidrosztatikus
- aerosztatikus

Gördülő vezetékek

- gördülőtest

* golyó

* görgő

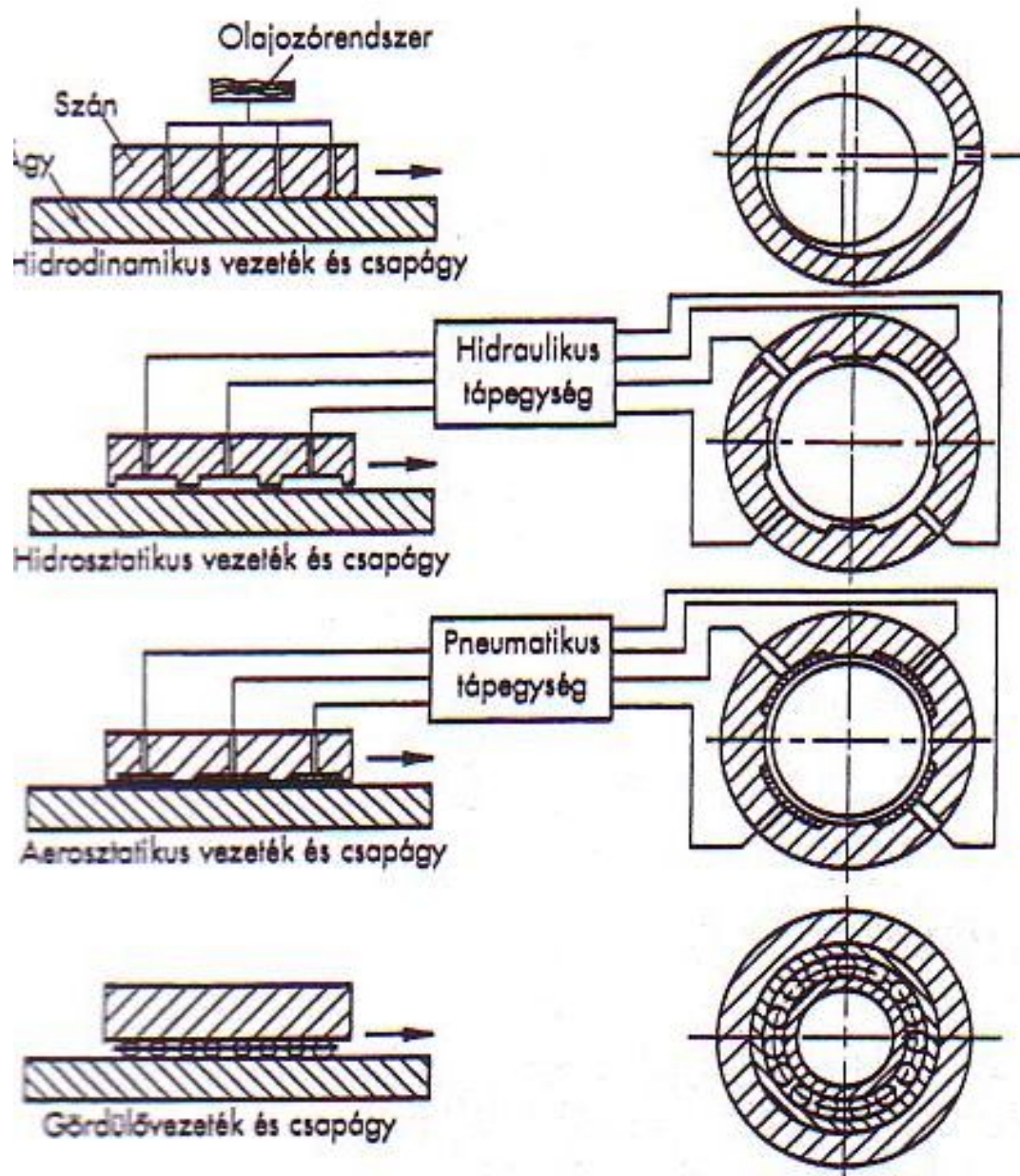
* tűgörgő

Gördülő papucsok

- A számjegyvezérlésű gépek döntő többségén gördülő vezetékeket alkalmaznak.
- Surlódó megoldás műanyag bevonatos vezetékekhez.
- Hidrosztatikus, aerosztatikus túl drága

Géptest, vezetékek, szánok

Vezetékek (csapágyak) csoportosítása



Csúszó vezetékek

➤ Előnyök:

- egyszerű, olcsó
- jó csillapítás
- dinamikus terheléseknek ellenáll

➤ Hátrányok

- kis merevség
- holtjáték
- kopás
- akadozó csúszás (stick-slip)
- kenést igényel

➤ Fejlődési vonal: öntöttvas, edzett öntöttvas, edzett acél, betétanyagok, betét felviteli technológiák (pl. teflon)

➤ Beépítési környezet, automatikus kenés, vezetékvédelem

Súrlódás

Sztatikus esetben a kenőfilm nyomással rendelkezik, melyet egy tápegység szolgáltat (olaj vagy levegő). Így a súrlódás **folyadéksúrlódás** lesz.

Dinamikus esetben a kenőfilm nyomása a mozgás révén alakul ki, tehát **álló helyzetben nincs kenőfilm.**

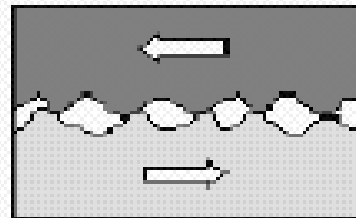
Ebben az esetben a súrlódás lehet:

- nyugvó súrlódás (μ_p = potenciális súrlódási tényező)
- mozgó súrlódás (μ_k = mozgásbeli súrlódási tényező)

Súrlódás

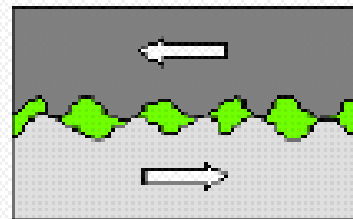
Más szempontok szerint:

Száraz súrlódás
(nincs olajfilm az
elmozduló
felületek között)



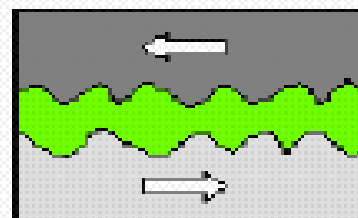
száraz súrlódás

Vegyes súrlódás (vékony
kenőanyag film van, így
mozgás közben részben
folyadék-, részben
száraz súrlódás van)



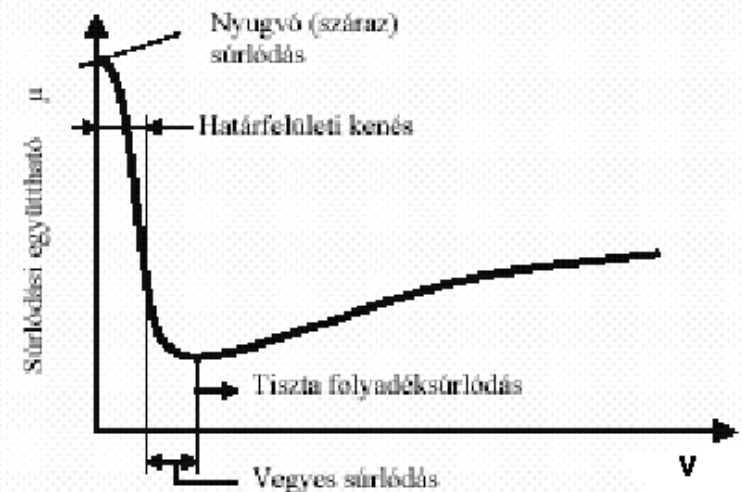
vegyes súrlódás

Folyadék súrlódás
(elegendően vastag
kenőréteg van jelen,
mely az elmozduló
felületeket teljesen
elválasztja egymástól)



folyadék súrlódás

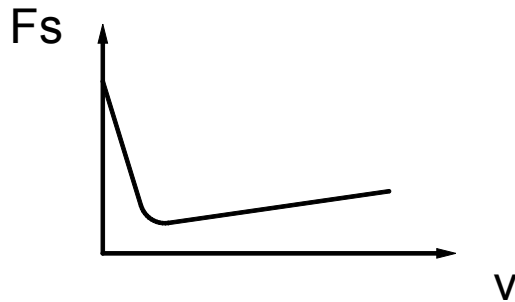
Géptest, vezetékek, szánok



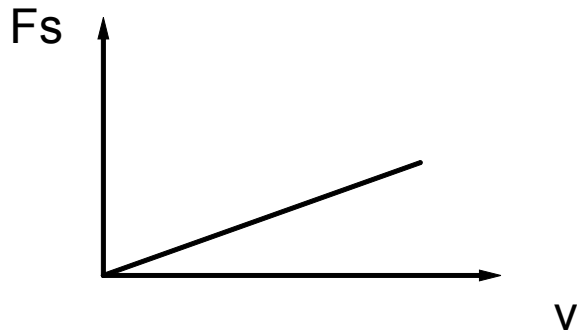
Stribeck diagram

Súrlódás

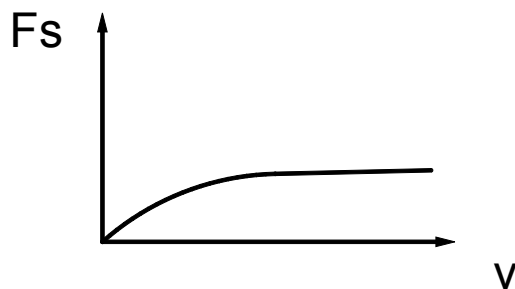
$$\mu = \frac{F_s}{F_N} \Rightarrow F_s = \mu \cdot F_N$$



Hidrodinamikus súrlódás esetén



Hidrosztatikus súrlódás esetén



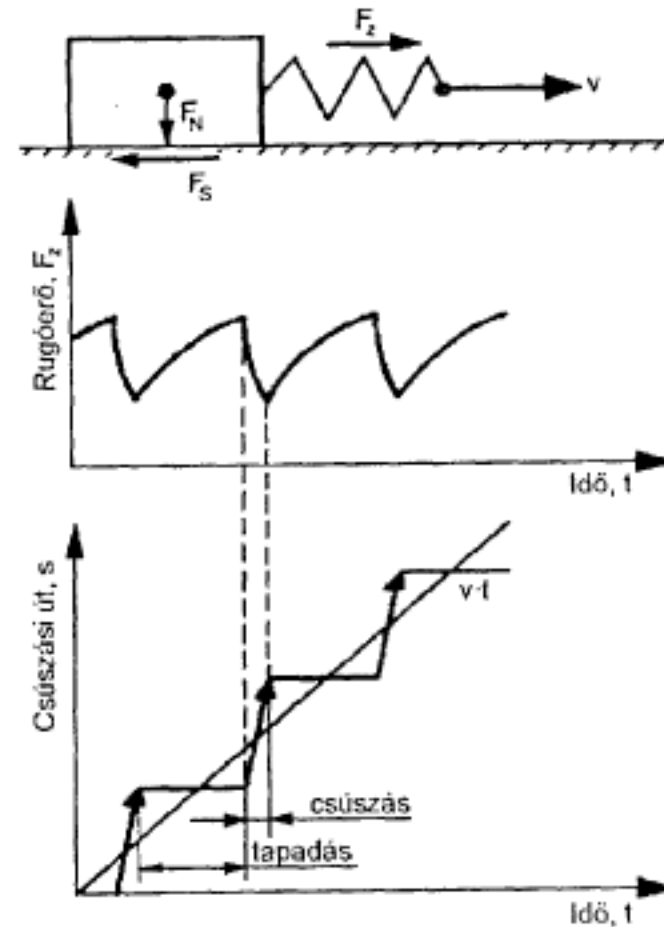
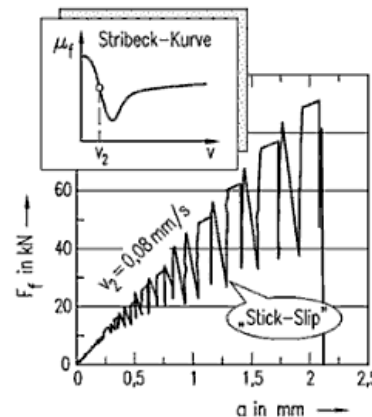
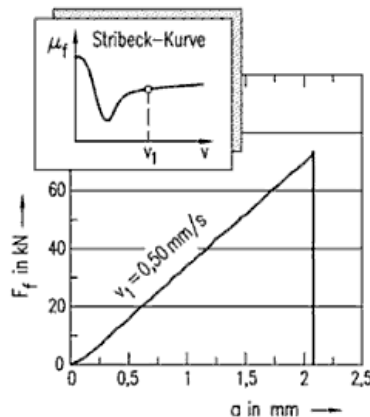
Gördülő súrlódás esetén

Géptest, vezetékek, szánok

Akadozó csúszás stick-slip

Kis sebességű mozgásoknál a csúszás nem egyenletes, hanem akadozó.

A jelenség oka, hogy a μ_s statikus súrlódási tényező és a μ_k kinematikai súrlódási tényező közötti különbség. Létezik egy rendszertől függő határsebesség, amely felett a csúszás monotonná válik.



Akadozó csúszás stick-slip

A határsebesség (kritikus
sebesség) a következő
összefüggéssel számítható

$$v_{krit} = \frac{F_n (\mu_s - \mu_k)}{\sqrt{C \cdot m}}$$

ahol:

F_n a felületeket összenyomó erő

μ_s a statikus (nyugvó) súrlódási tényező

μ_k a kinematikai (mozgási) súrlódási tényező

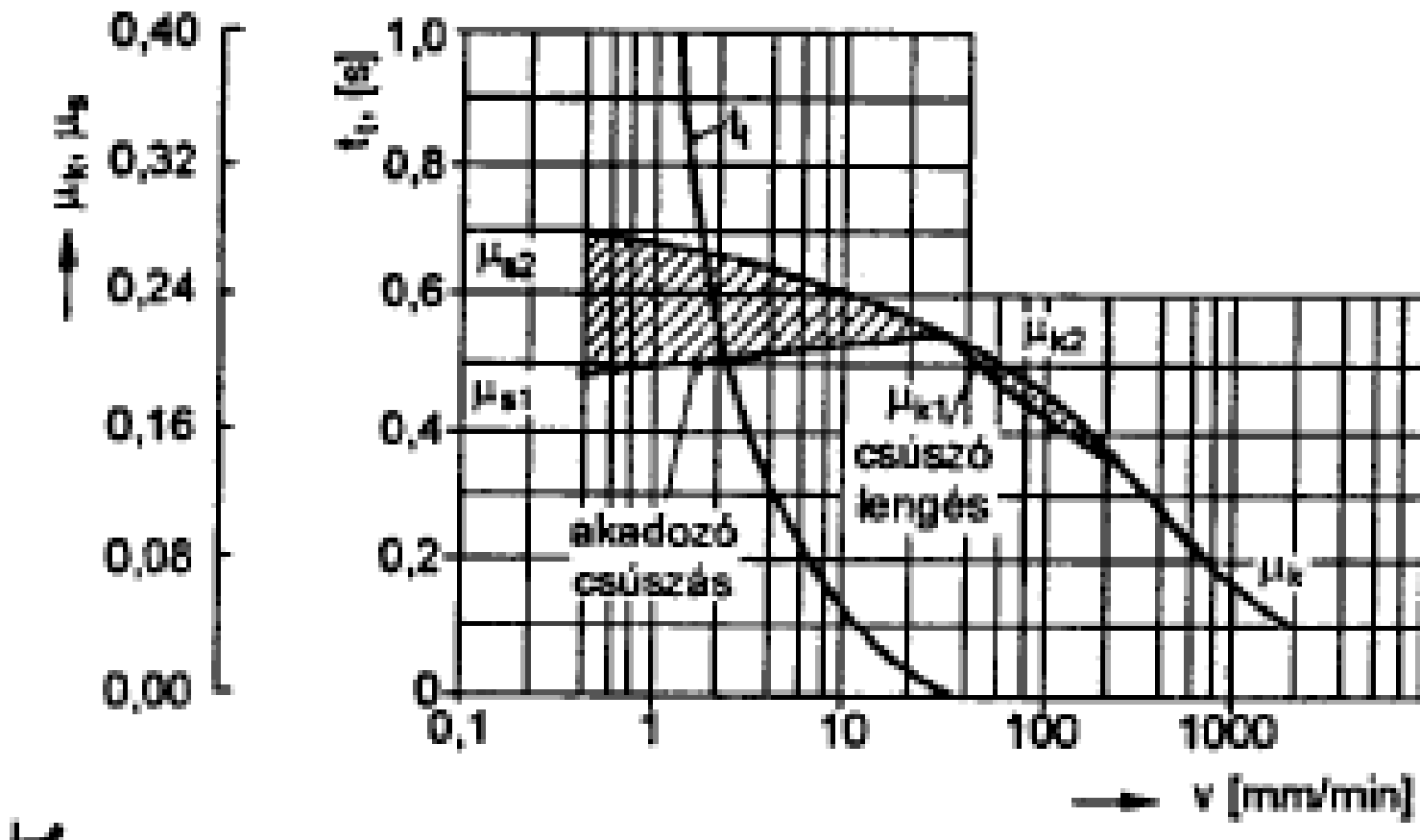
C a rugóállandó

m a mozgatott tömeg

Akadozó csúszás stick-slip

Akadozó csúszásnál a mozgásbeli μ_k súrlódási tényező úgynevezett statikus jelleggörbéjét a

$$\mu_k = f(v) \quad \text{összefüggés írja le.}$$



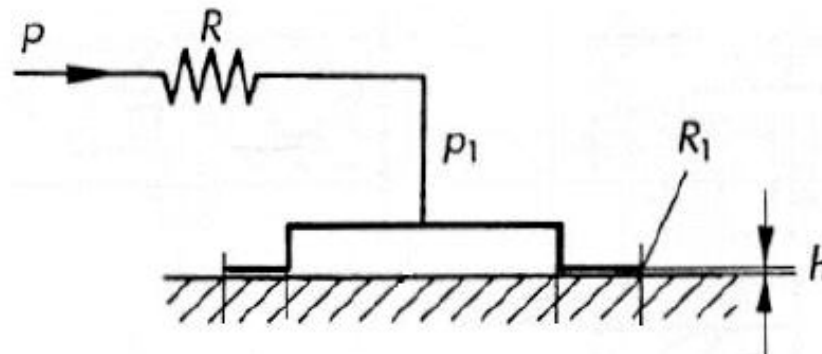
Akadozó csúszás stick-slip

Az akadozó csúszás elkerülésének lehetőségei:

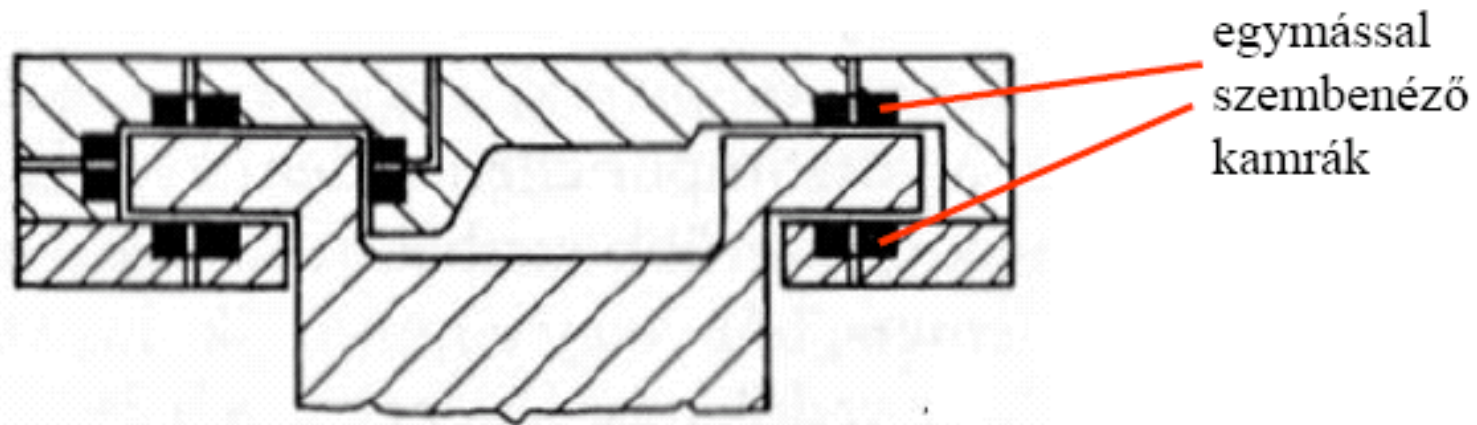
- a hajtás rendszer megfelelő merevsége
- a rendszer megfelelő mértékű csillapítása
- a súrlódó felületekhez jól tapadó, $\mu_s/\mu_k < 0,8$ hányadost adó kenőanyag használata
- megfelelő anyag párosítás
- **csúszó súrlódás helyett gördülő ellenállás alkalmazása**

Lebegő vezeték elve

1. A hidrosztatikus vezeték közel állandó nagyságú nyomás (p_1) alatt lévő olajpárnát létesít a vezeték (A nagyságú) körülhatárolt felületén.
2. A p tápnyomással betáplált folyadék nagy állandó előtét fojtáson (R) áthaladva éri el a zsebet.
3. A zseb határoló vonala mentén kialakított résen (h) (a rés R_1 kifolyási fojtással rendelkezik) át a folyadék a szabadba (légköri nyomású térbe, p_0) távozik.
4. A zsebben uralkodó nyomás a tápnyomástól és a két fojtás értékétől függ.
5. A tápnyomást és az előtét fojtást állandó értéken tartva a zseb nyomása csak a kifolyási fojtástól függ
6. Fojtás növekedésével - a kifolyási rés (h) csökkenésével, tehát a két vezetékfelület közeledésével - a zseb nyomása növekszik, ellenkező esetben csökken.



Lebegő vezeték

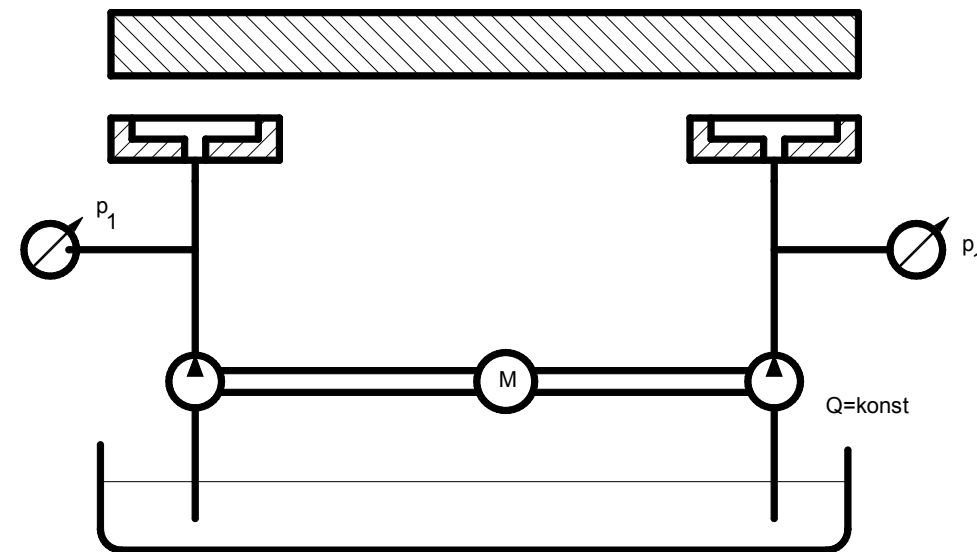


- Előnyök: kopás és stick-slip mentes, kis vontatási ellenállású, a mozgásirányra merőlegesen jó csillapítás
- Hátrányok: (korlátozott merevségű), drága, igényes kivitelű, drága üzemű, nem azonnal üzemkész
- Üzemeltetés: nagytisztaságú olaj vagy levegő, állandó fogyasztás

Hidrosztatikus vezetékek

Olajellátás

- ahány zseb, annyi szivattyú (pumpa), **DRÁGA**
- A két szembe néző kamrába egyenlő olajmennyiség kb. 30 bar nyomással
- Terhelés hatására a résméretek ellentétesen változnak
- Ahol a rés csökken, ott nő a nyomás

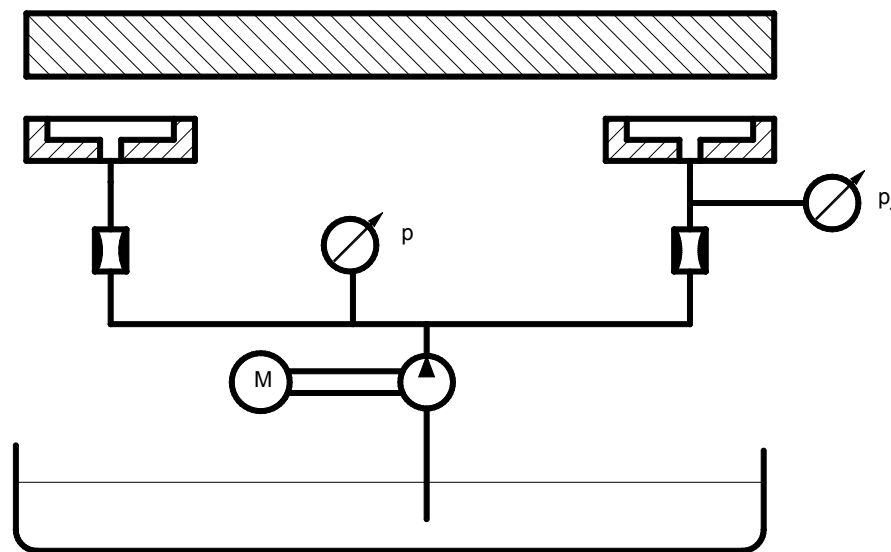


Géptest, vezetékek, szánok

Hidrosztatikus vezetékek

Olajellátás

- egy szivattyú (pumpa), több zseb
- kamránként külön redukáló szelep



Géptest, vezetékek, szánok

Gördülő vezetékek

Előnyök:

- hézagmentes,
- merev (előfeszített),
- pontos, kis kopású,
- kis ellenállású,
- kereskedelmi áru

Hátrányok:

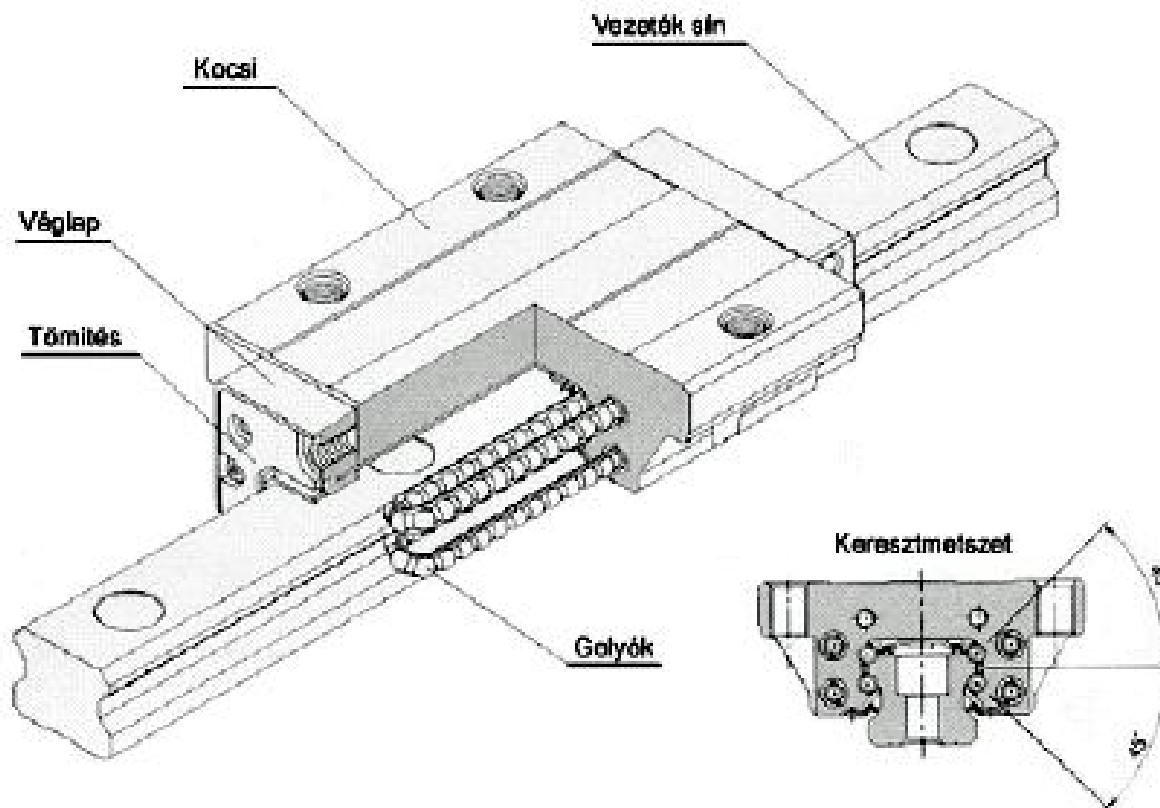
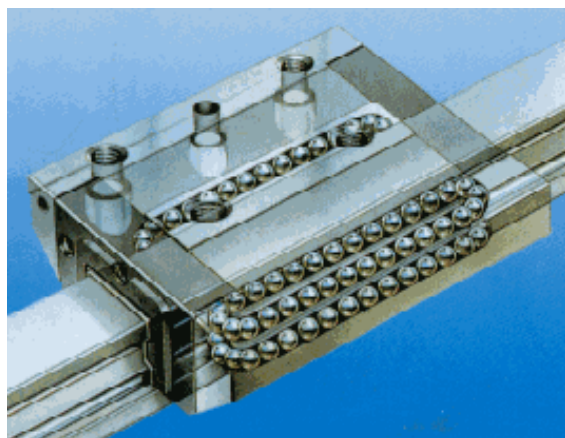
- kis csillapítás,
- rezgések,
- zajok,
- pontbeli, vagy vonalbeli érintkezés (Hertz feszültség)

Fejlődési vonal: visszavezetés nélküli, golyós visszavezetett, görgős visszavezetett, sínre integrált

Különleges kivitelek: többsoros golyós, keresztvezeték, többfunkciós vezetékek (mérés, fogasléc)

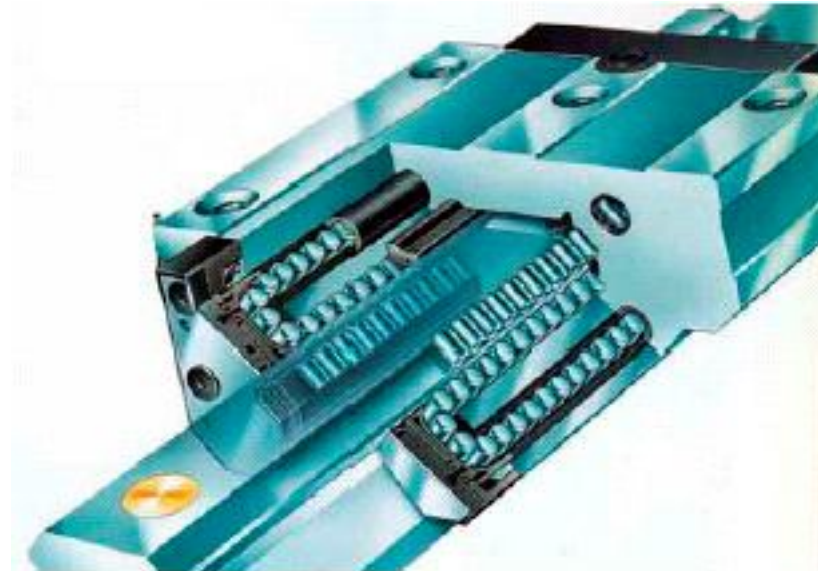
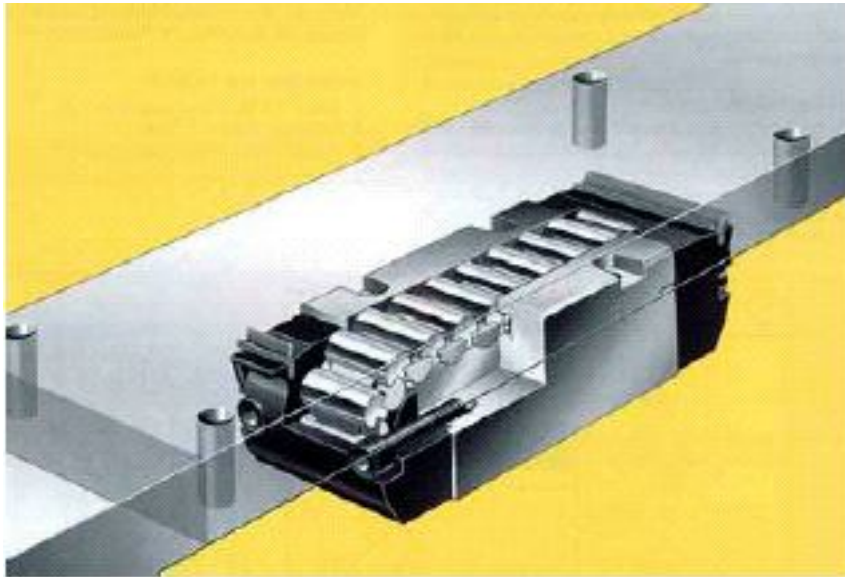
Gördülő vezeték típusok

Golyós:



- A golyós vezeték kevésbé érzékeny a beépítési pontatlanságokkal szemben (nem léphet fel élfelfekvés),
- geometriából következő nagyobb Hertz feszültségek miatt kisebb teherbírásúak, mint a hengergörgős vezeték

Görgős:



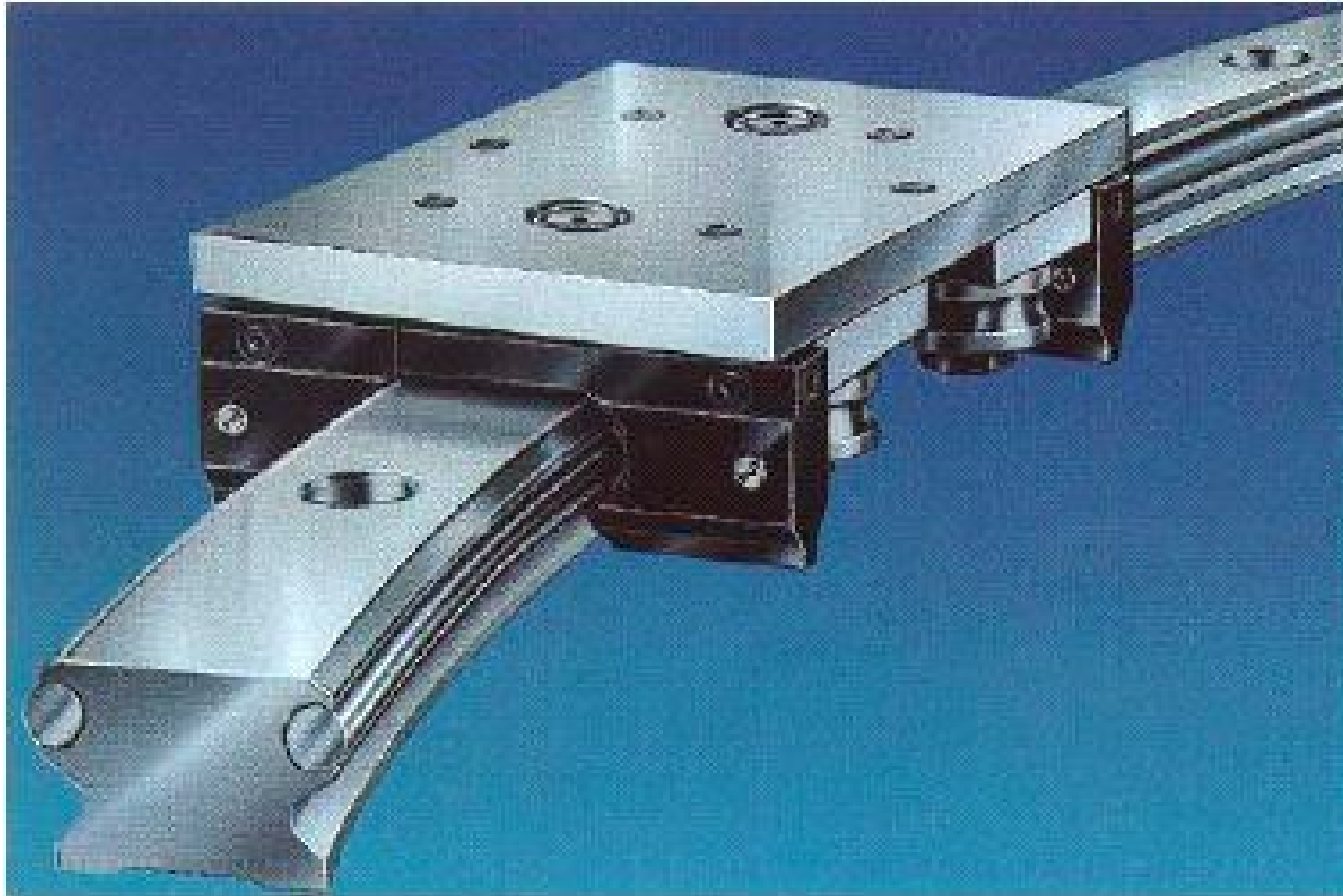
A korszerű gördülő vezetékek profilos hosszú sínre szerelt rövid kocsból (vagy papucsból) állnak, ahol a kociban több - általában oldalanként kettő - visszavezetett gördülőtest sor van.

A kocsi ezért a vezeték irányú erőn kívül minden más erőt és nyomatékot fel tud venni, tehát teljes értékű egyenes vezeték.

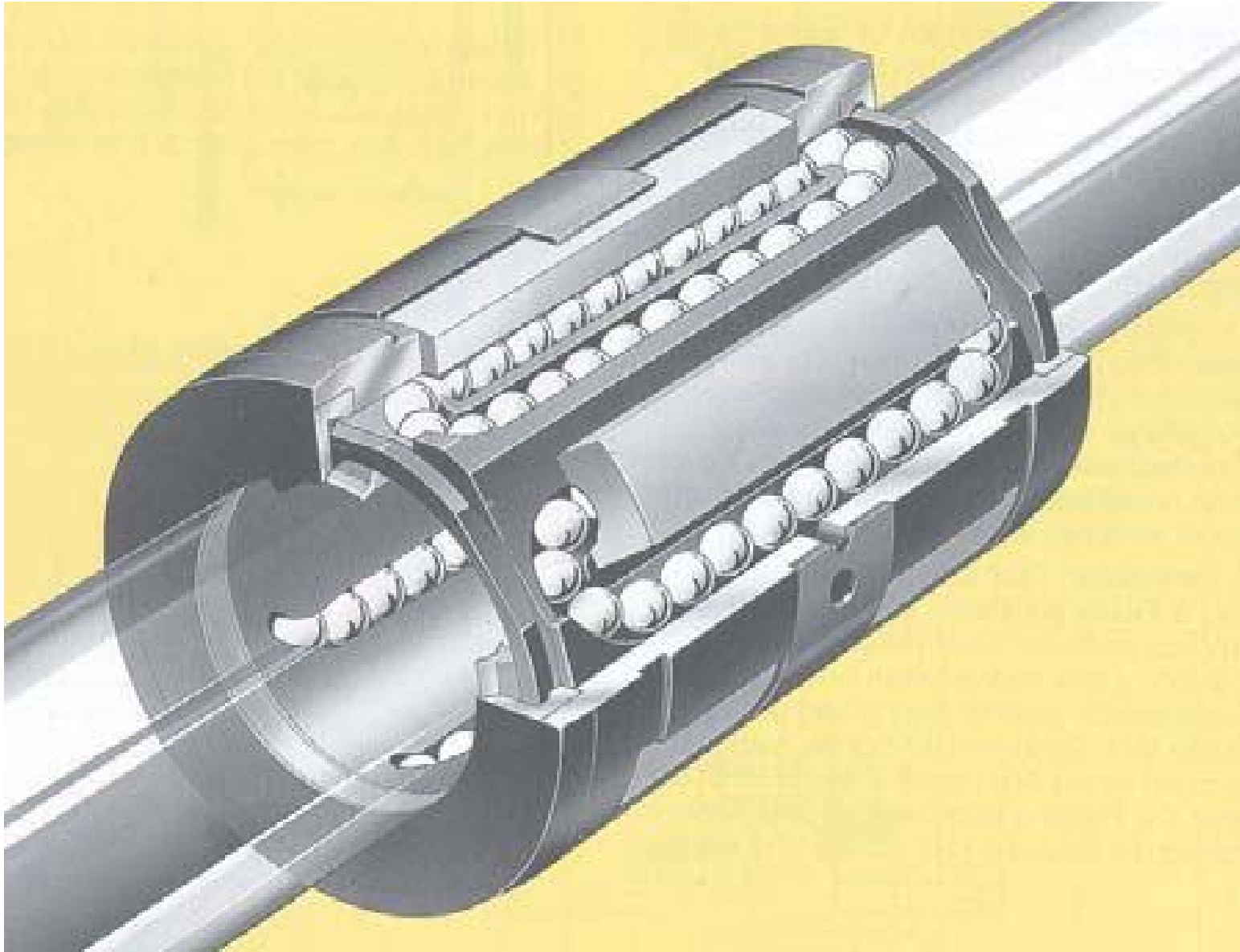
Golyós (görgős) vezetékek jellemzői

- Az elemek egymáshoz érnek és folyamatos sort alkotva visszavezetik őket a már elhagyott pozícióba.
- A golyók, ill. görgők kenőanyagkamrákban vannak, amelyek lehetővé teszik az egyenletes futást csekély hőfejlődés mellett, jelentősen csökkentve a mozgatási ellenállást.
- A golyók nem érintkeznek egymással, nagy sebesség mellett is enyhe a melegedés, a pontos pozícionálás következtében a mozgatási ellenállás kicsi.
- Lágú, nagy sebességű megvezetés, optimális futási tulajdonság, hosszú élettartam és karbantartás-mentesség a jellemzőjük.

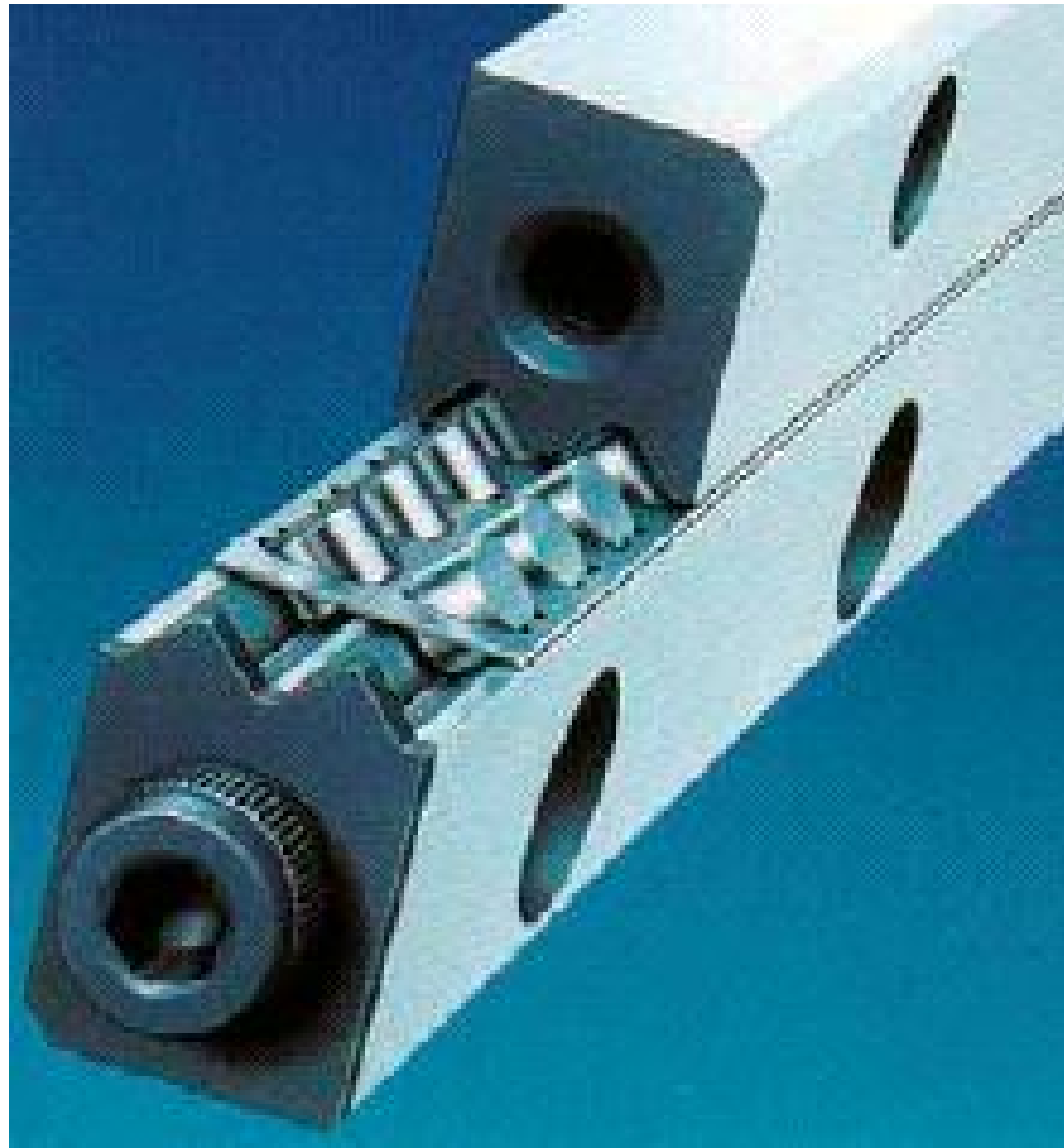
Egyéb gördülő vezetékek



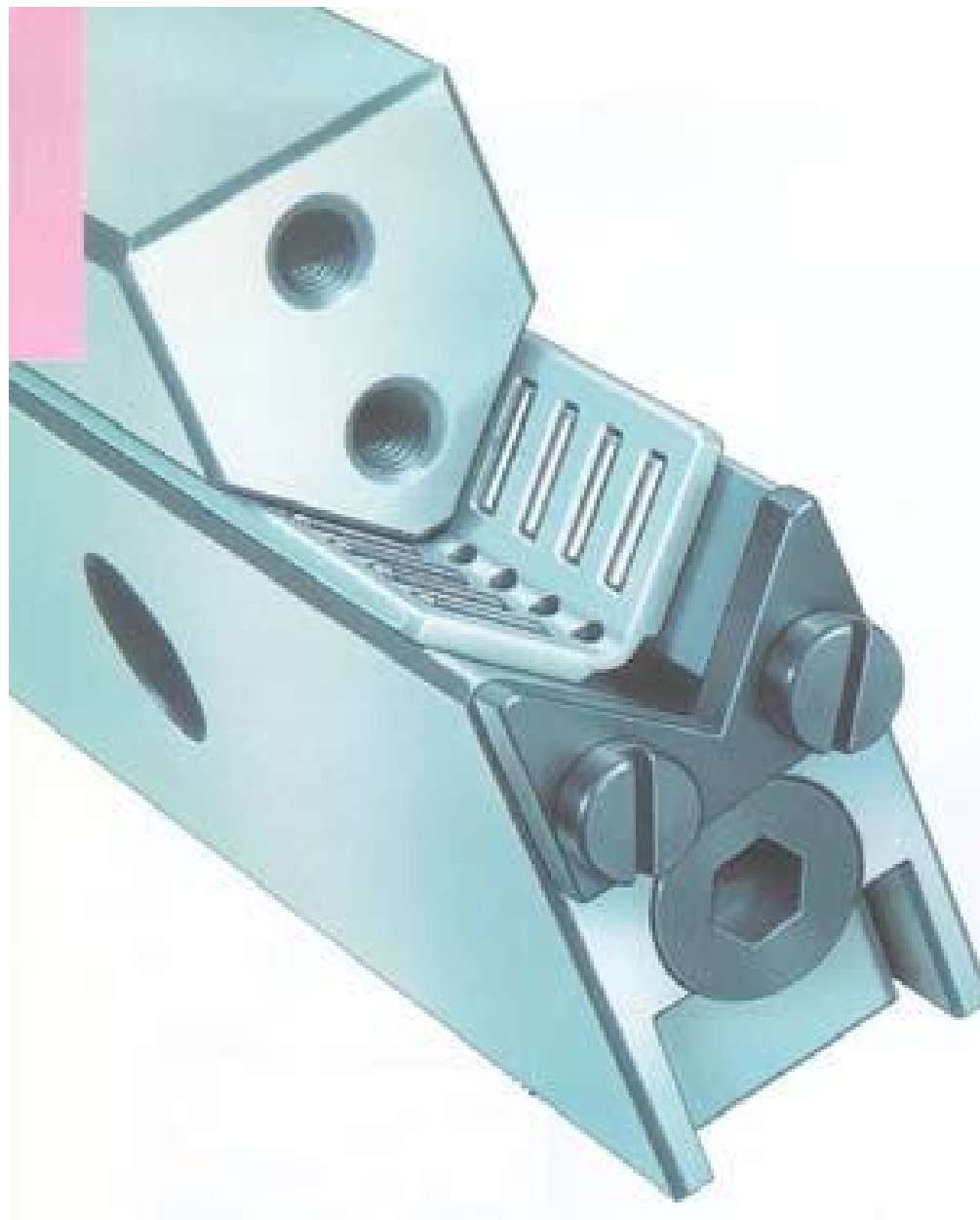
Egyéb gördülő vezetékek



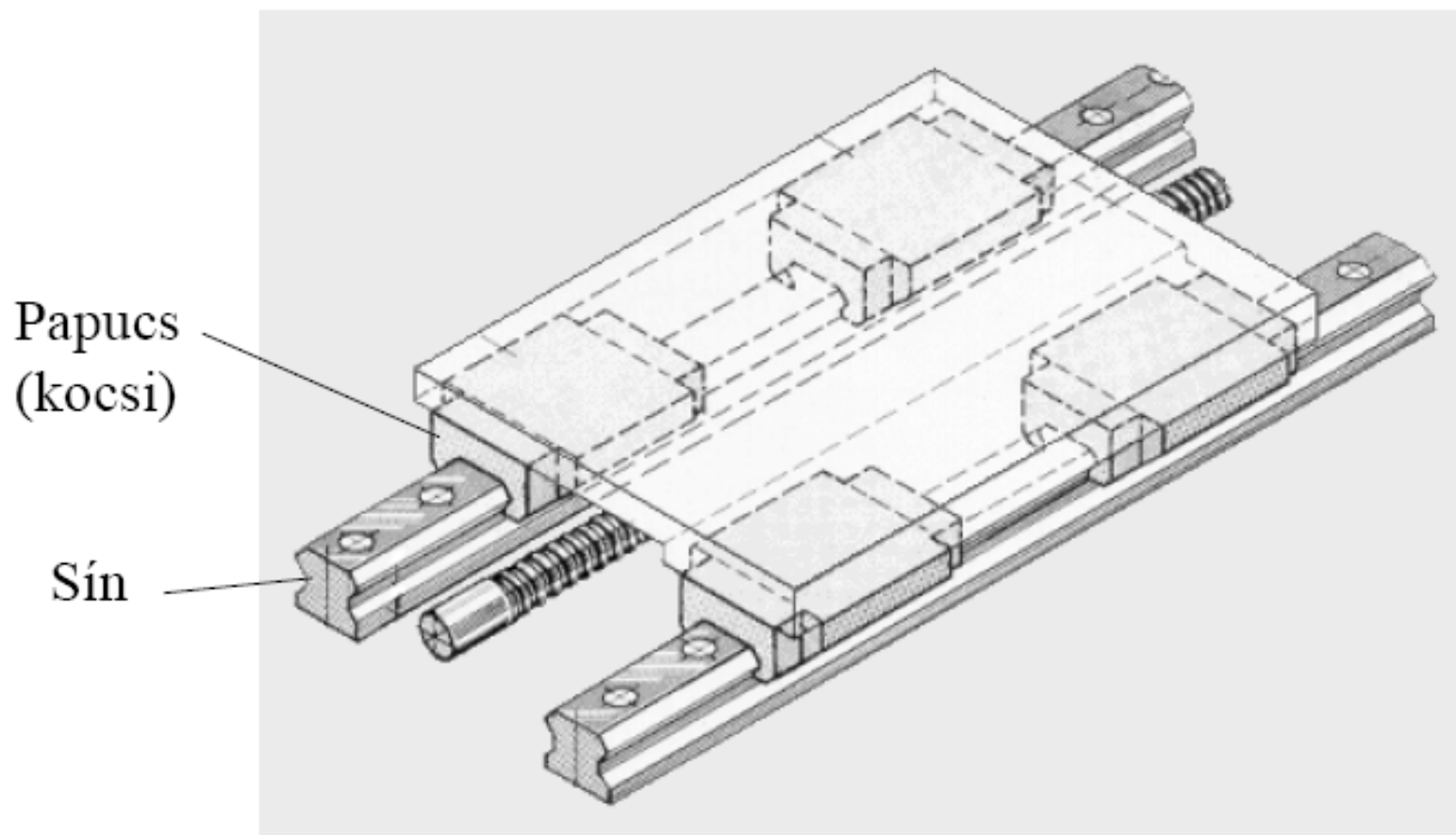
Egyéb gördülő vezetékek



Egyéb gördülő vezetékek

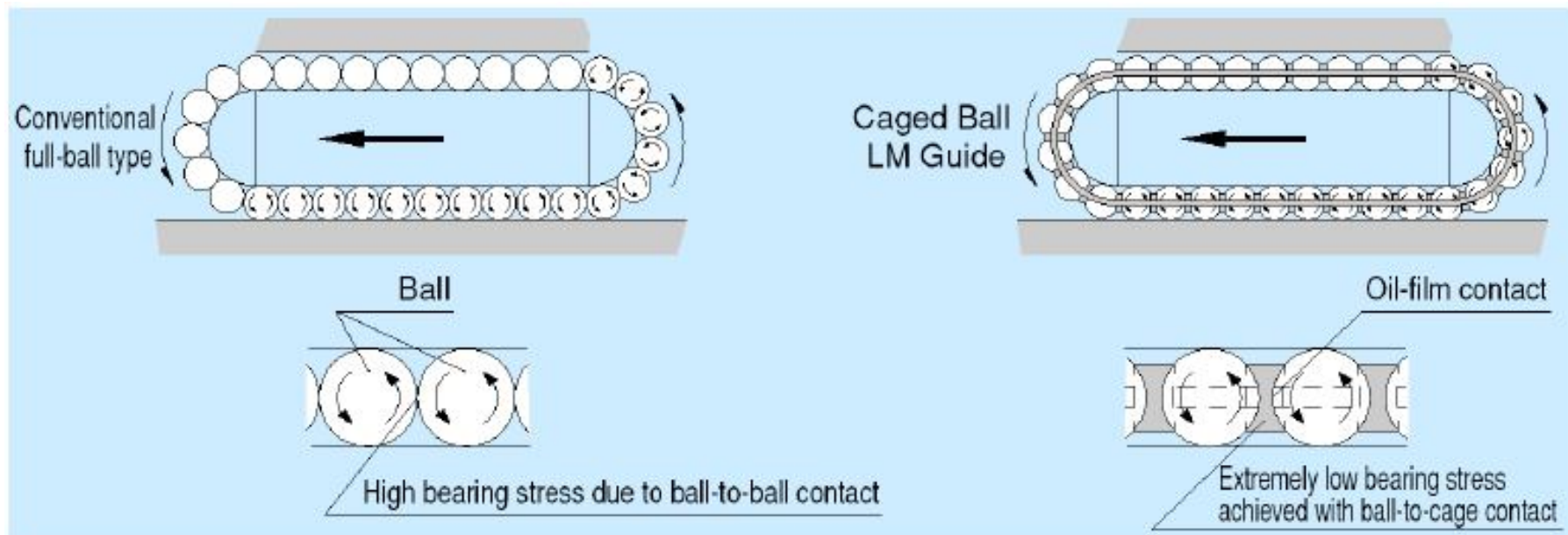


Jellegzetes gördülő vezetékek



- A szokásos gördülővezeték a mozgó egység négy sarkához erősített négy gördülő elemből és két párhuzamos sínből áll.
- A gyakran alkalmazott golyós orsót a sínek között helyezik el, mert a terhelő erő hatásvonala is a középen szokott lenni.

Golyó (görgő) kosaras vezetékek

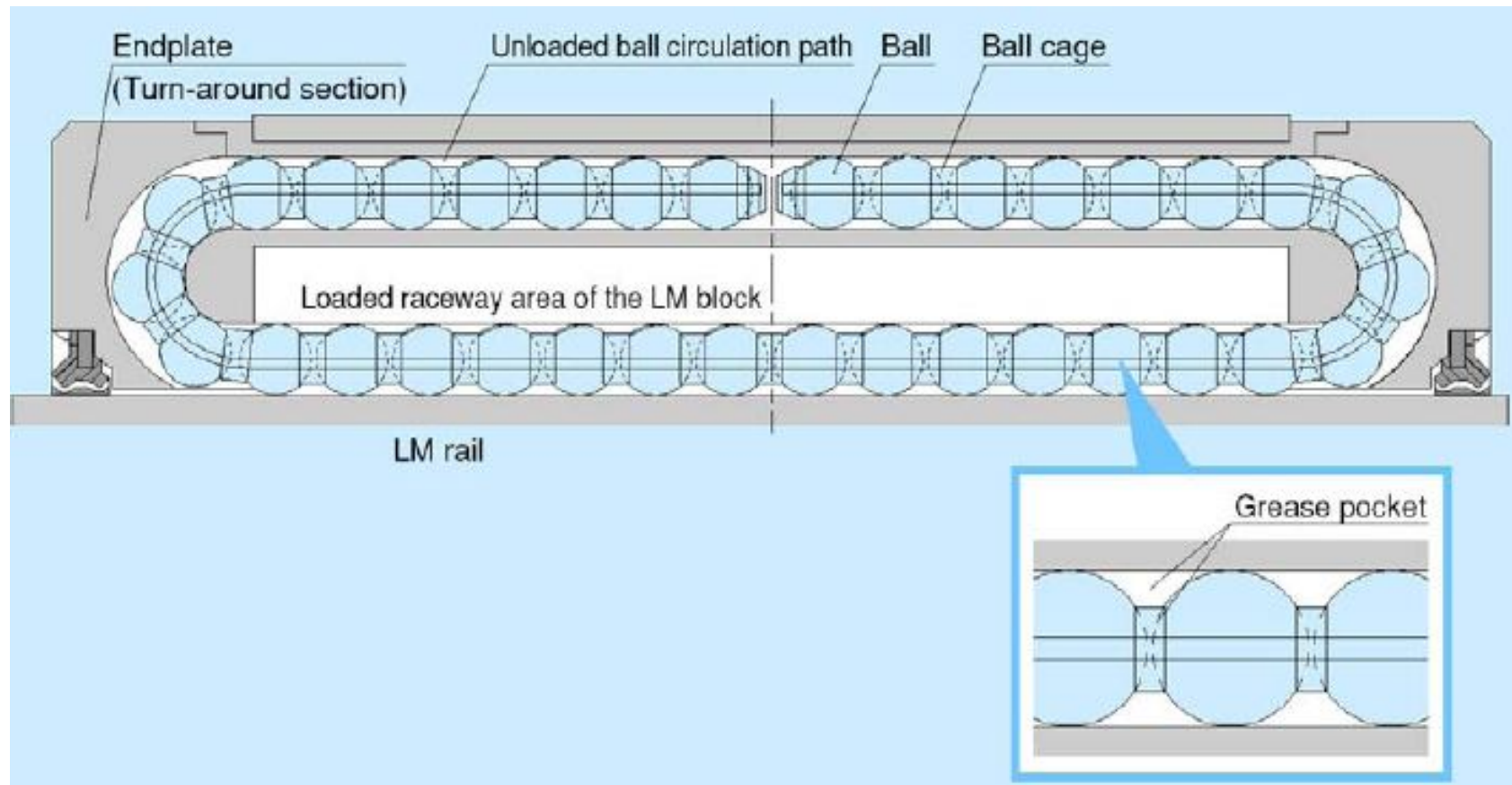


hagyományos kivitel

görgőkosaras kivitel

Golyó (görgő) kosaras vezetékek

Kenőzsír zsebes kivitel



Golyó (görgő) kosaras vezetékek

- Előnyök:
 - állandó távolságok a gördülő elemek között
 - állandó térfogatú kenőzsír zseb
 - állandó kenőfilm a gördülő elemeken
 - kenőanyag visszatartás, kisebb karbantartási igény
 - egyenletesebb gördülő mozgás
 - nincs súrlódás a gördülő elemek között
 - kisebb kopás
 - kevesebb hő fejlődik, nagyobb sebesség
 - nincs ütközés a gördülő elemek között, kisebb a zaj

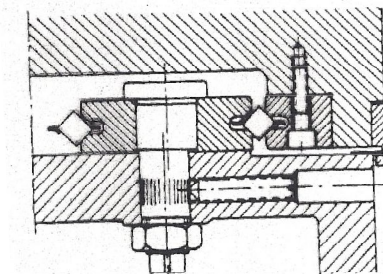
HOSSZABB ÉLETTARTAM

Gördülő vezetékek előfeszítése

- Alapvető célja:
 - holtjáték megszüntetése
 - merevség növelése
- Annak mértéke, hogy a kocsi milyen szorosan van a sínre szerelve (feszítve)
- Kompromisszum:
merevség ↔ mozgatáshoz szükséges energia
 - Minél nagyobb az előfeszítés annál pontosabb a pozicionálás, annál nagyobb energia szükséges a mozgatáshoz

Előfeszítés excenterrel

Géptest, vezetékek, szánok



Gördülő vezetékek méretezése élettartamra

- Golyós vezetékek

$$L = \left(\frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C}{f_w} \cdot \frac{C}{P_C} \right)^3 \cdot 50$$

L : névleges élettartam [km]
C : dinamikus alapterhelés [N]
P_C : számított terhelés
f_H : keménységi tényező
f_T : hőmérsékleti tényező
f_C : érintkezési tényező
f_w : terhelési tényező

- Görgős vezetékek

$$L = \left(\frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C}{f_w} \cdot \frac{C}{P_C} \right)^{\frac{10}{3}} \cdot 100$$

C – dinamikus alapterhelés, azt a terhelést jelöli, amely mellett a gördülő papucsok 90%-a **golyó** gördülő elemnél **50 km**, míg **görgő**knél **100 km** utat megtenni képes tönkremenetel nélkül

DIN 636

Gördülő vezetékek méretezése élettartamra

- A gördülő vezetékben lévő golyók és gördülőpályák külső terhelés következtében ismétlődő feszültségnek vannak kitéve.
- Ezen feszültség hatására egy bizonyos idő után a gördülőpályák kifáradnak, esetenként kitöredeznek és felületük lepattogzik.
- A gördülő vezeték élettartamának az első lepattogzás idejéig a gördülő papucsok által megtett utat szokás tekinteni.
- A **névleges élettartam az a** km-ben kifejezett élettartam, amit statisztikailag a gördülő vezetékek 90%-a lepattogzás nélkül elér.

Gördülő vezetékek méretezése statikus terhelésre

$$\frac{C_0}{P_0} \geq f_s$$

C_0 statikus alapterhelési tényező, az a változatlan irányú és nagyságú statikus erő, ami a gördülő elemek átmérőjének 0,0001-szeresével megegyező nagyságú állandósult deformációt okoz a gördülő elemekben és pályákban összesen.

Például 10 mm golyónál a kritikus érték

$$10^{-3} \text{ m} \cdot 10^{-4} = 1 \mu\text{m}$$

C_0 : statikus alapterhelési tényező [N]

$$P_0 : \quad \text{statikus terhelés} \quad [\text{N}]$$

f_s : statikus biztonsági tényező

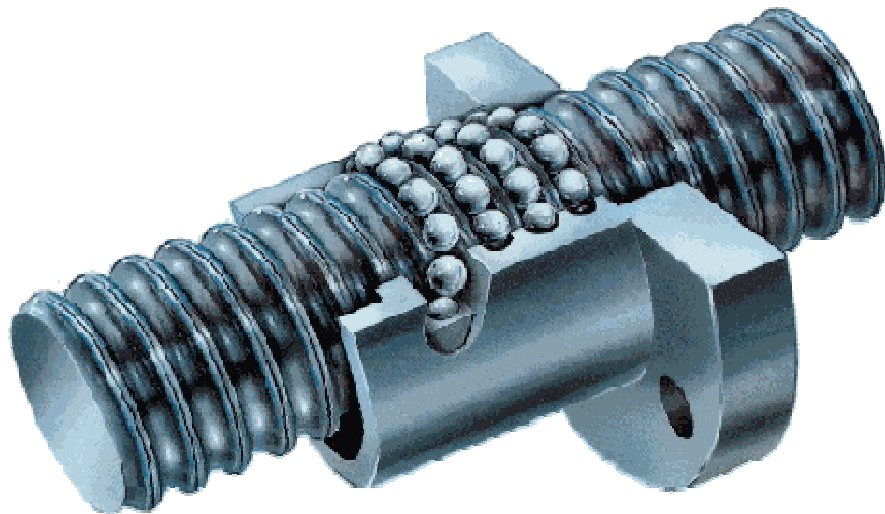
($f_s = 1,0 - 3,0$ nincs rezgés/ütődés)

$f_s = 1,0 - 5,0$ van rezgés/ütődés)

Gördülő orsók

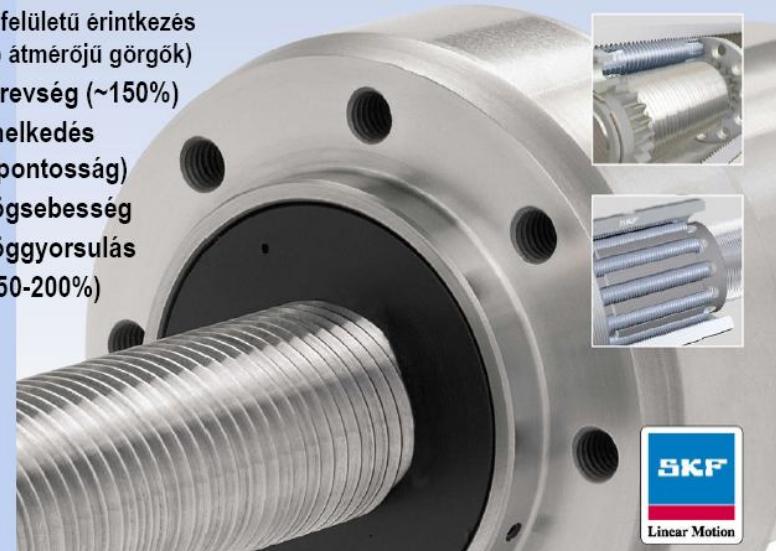
Lehetnek:

- Golyós orsó
- Görgős orsó



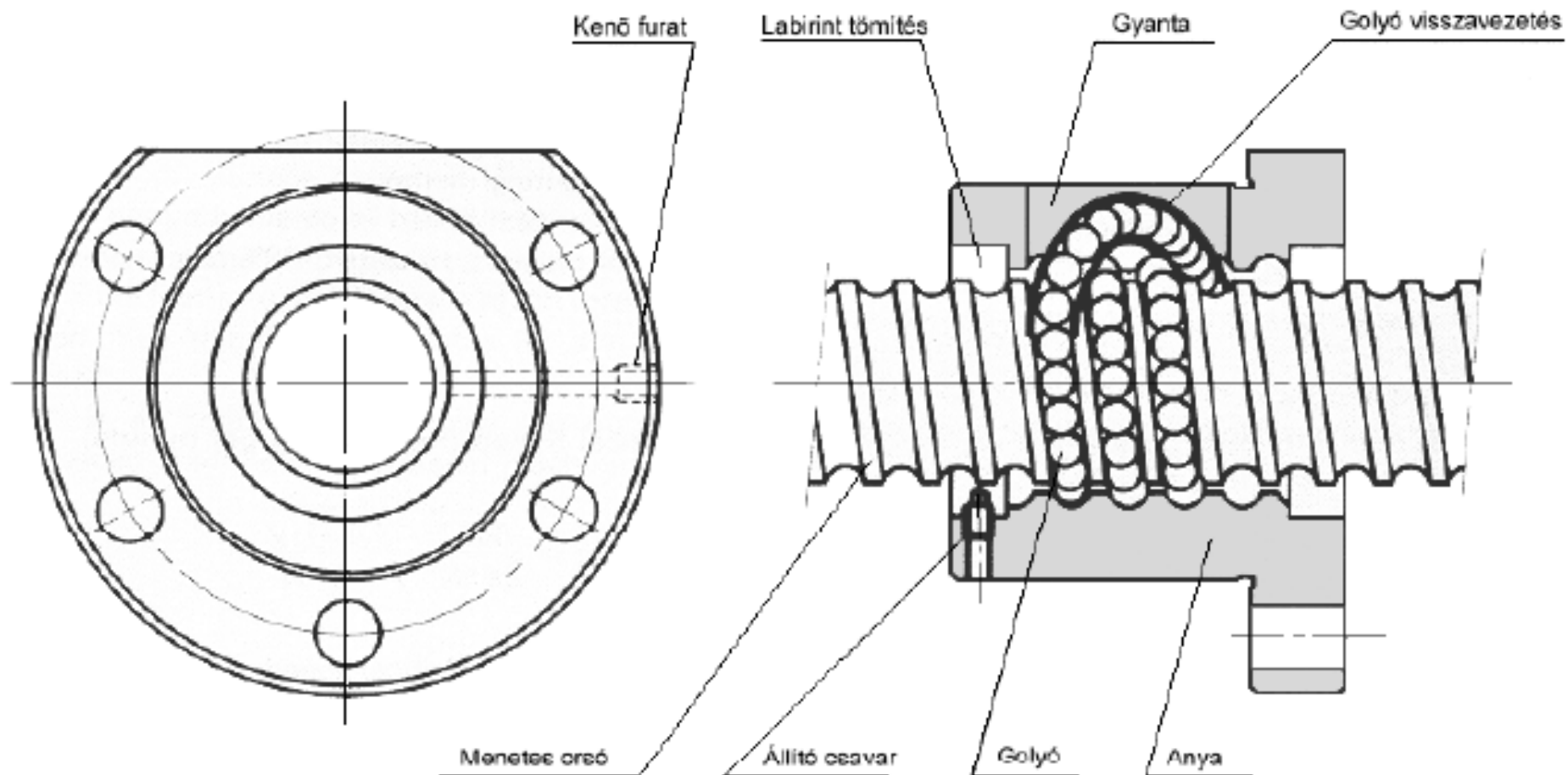
Görgős orsó

- ✓ Nagyobb terhelhetőség (~300%) (stat: 1000 t-ig; din: 200 t-ig)
 - több érintkezési pont
 - nagyobb felületű érintkezés (nagyobb átmérőjű görgők)
- ✓ Nagyobb merevség (~150%)
- ✓ Kis menetemelkedés (jobb poz. pontosság)
- ✓ Nagyobb szögsebesség
- ✓ Nagyobb szöggyorsulás
- ✓ Drágább (~150-200%)



Géptest, vezetékek, szánok

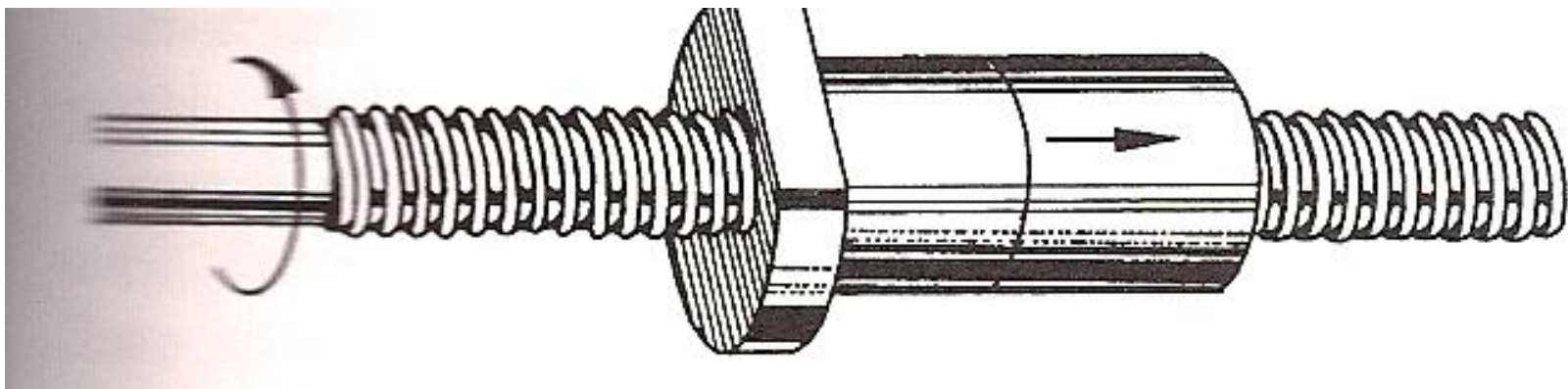
Golyós orsó



Golyósorsó

Jellemzői:

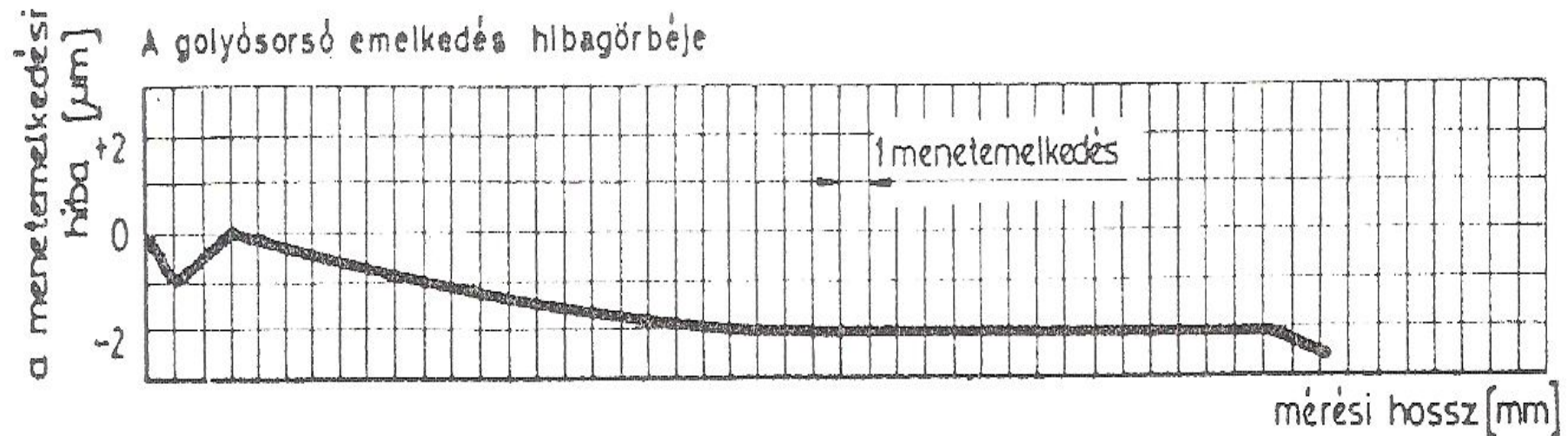
- jó hatásfok
- hézagmentes működés
- nagy axiális merevség
- nagy élettartam



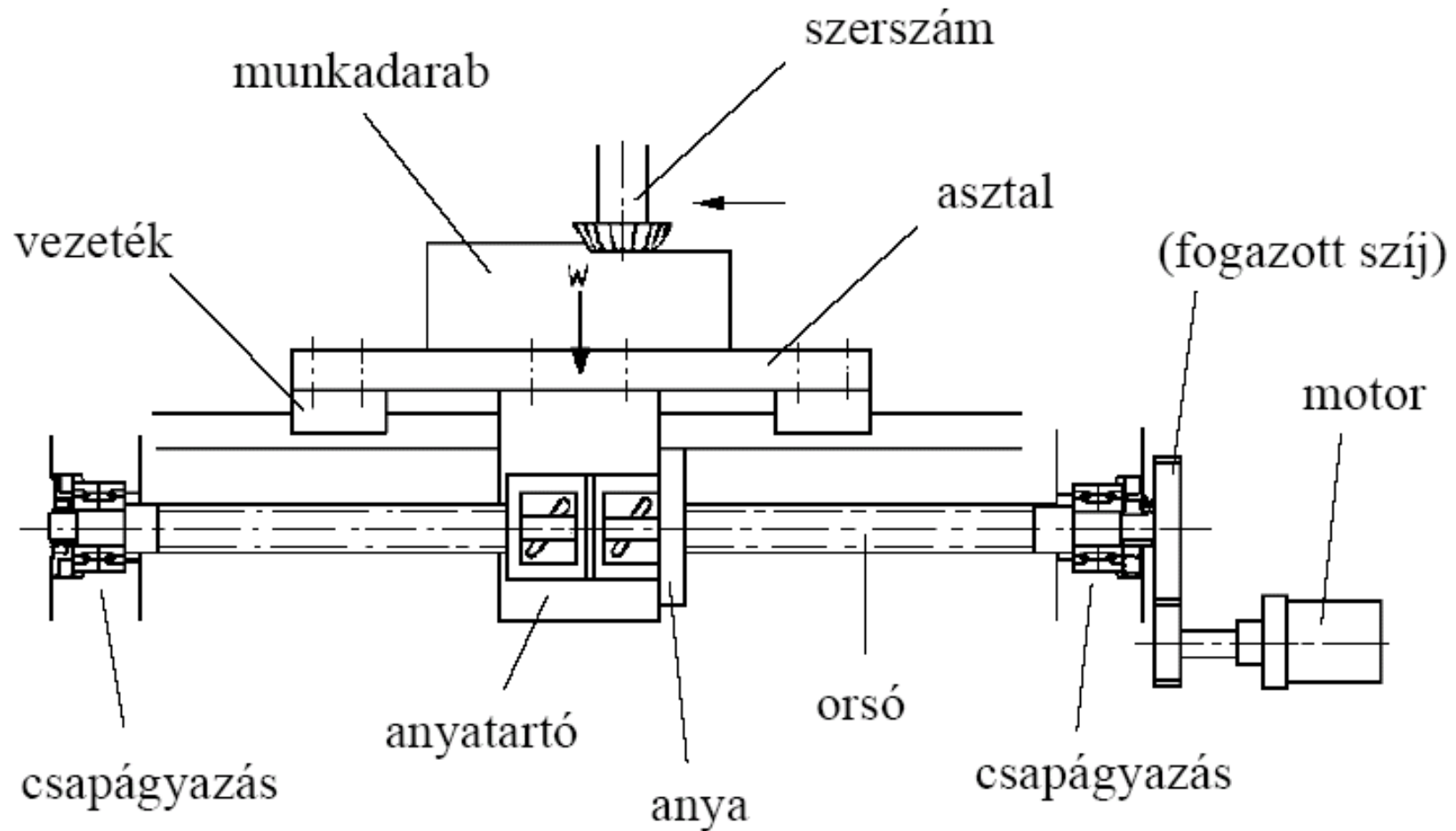
Golyósorsó

Golyósorsó pontossága

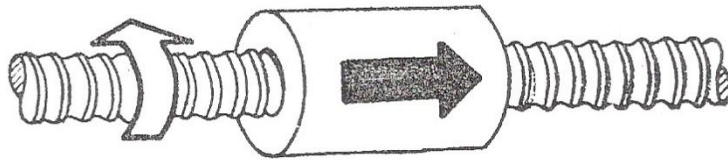
- Az orsók gyártására a **köszörülés mellett a hidegalakítást (görgőzést) is sikerrel alkalmazzák kisebb** pontosságú olcsó termékeknél.
- Gyártás után a menetemelkedést a gyártómű beméri és a hiba diagramot gyártási bizonylatként mellékel a golyósorsóhoz



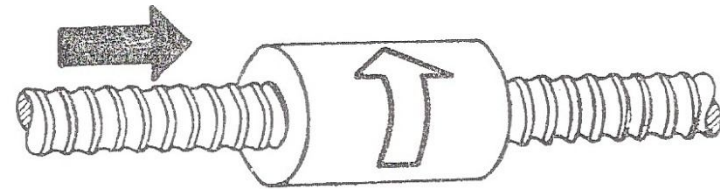
Golyós orsós mozgató



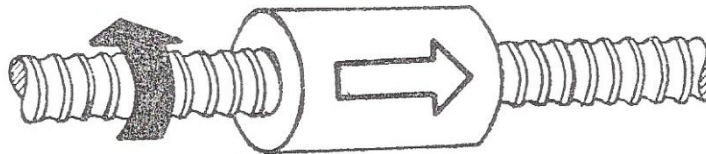
Golyósorsós szerkezetek mozgási lehetőségei



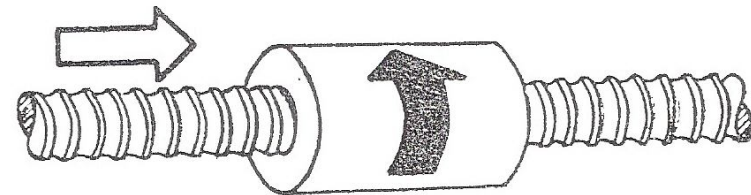
A forgó mozgást végző orsó hosszirányban mozgatja a forgásában meggátolt anyát (leggyakoribb)



A forgó anya az orsót tengelyirányban elmozdítja

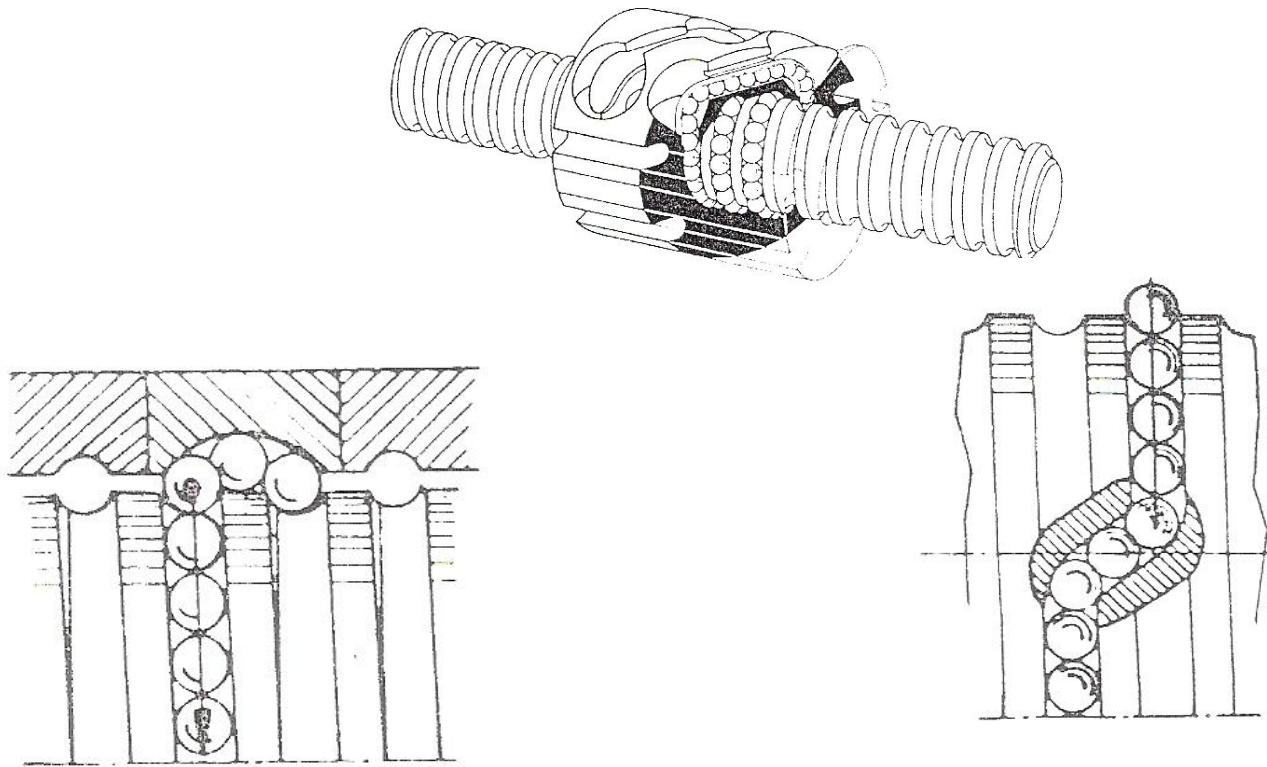


A tengelyirányban elmozdított anya forgásra készíti az orsót



A tengelyirányban elmozdított orsó az anyát forgásra kényszeríti

Golyósorsó-golyósanya szerkezete



A golyók egy vagy három menetemelkedés után az anya külső felülete közelében térnek vissza az eredeti helyzetükbe

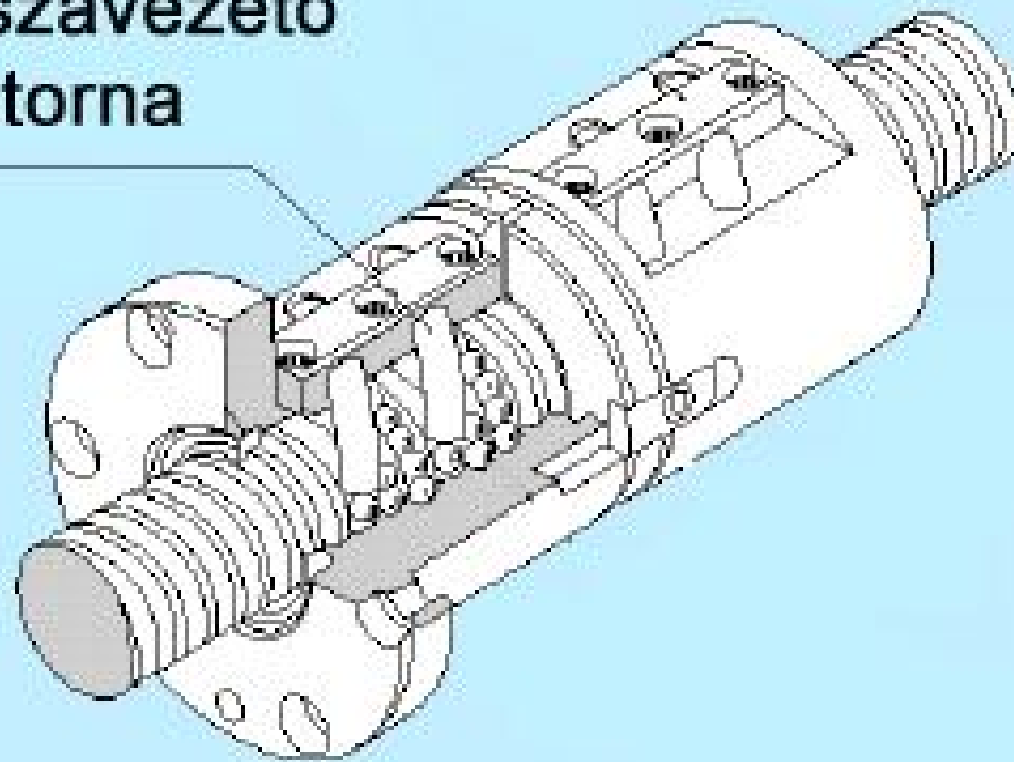
Golyósorsó

A golyók egy menetemelkedés után közvetlenül az orsó mellett térnek vissza a menetprofilok közé

60

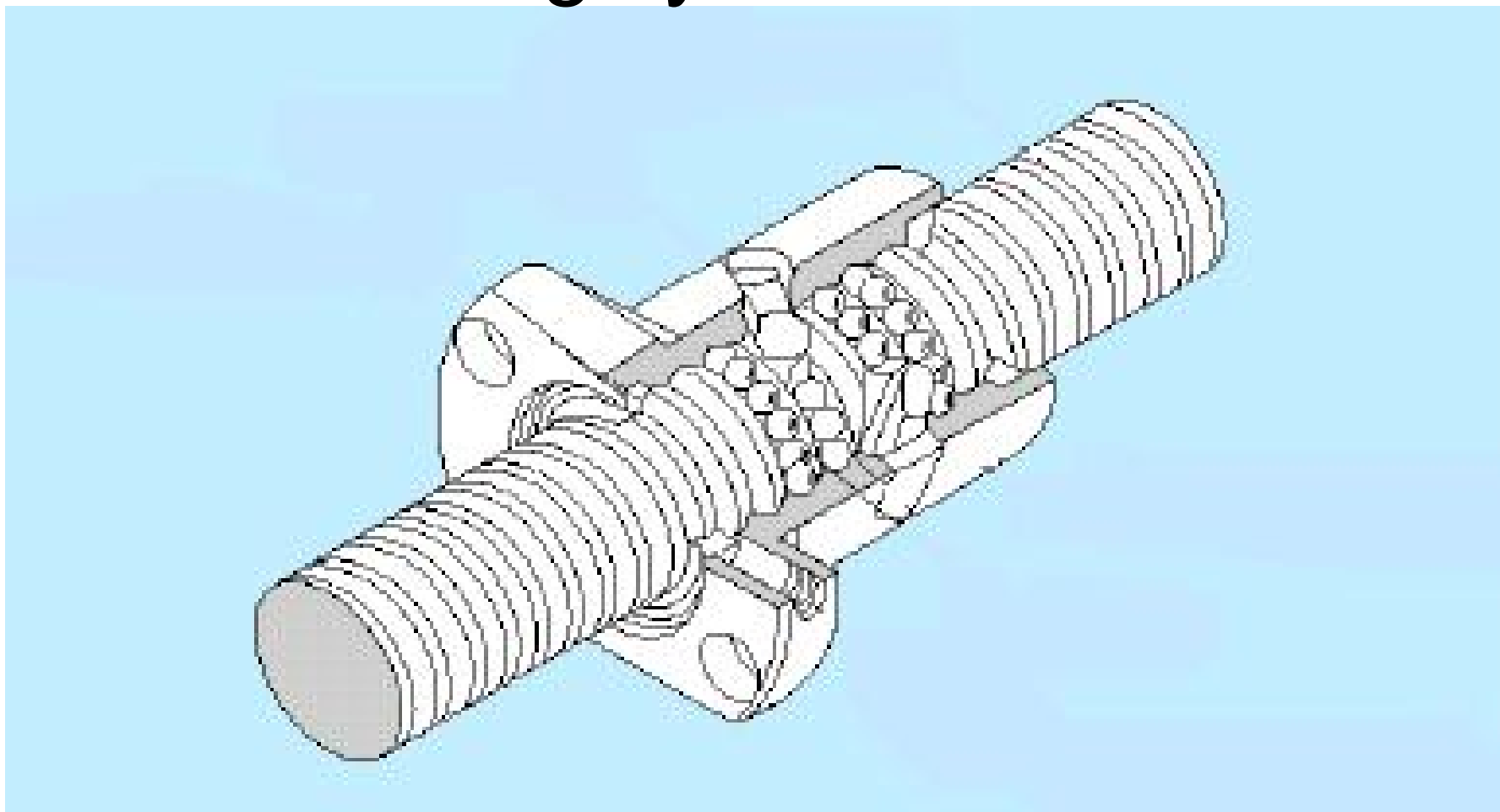
Golyó visszavezetés visszavezető csatornával

visszavezető
csatorna



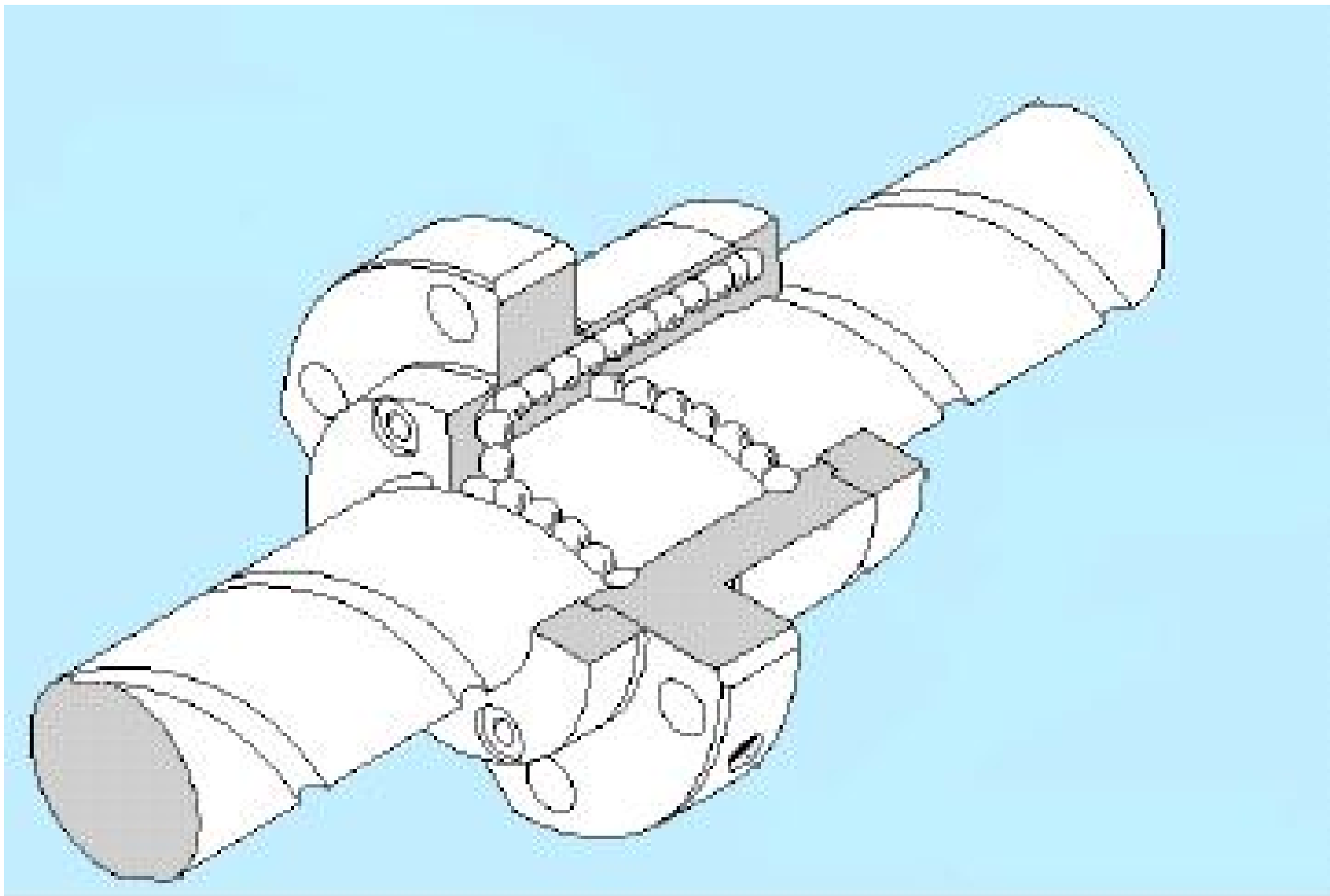
több menetet fog át

Golyó visszavezetés golyó terelővel



egy-egy menetet fog át

Teljes visszavezetés

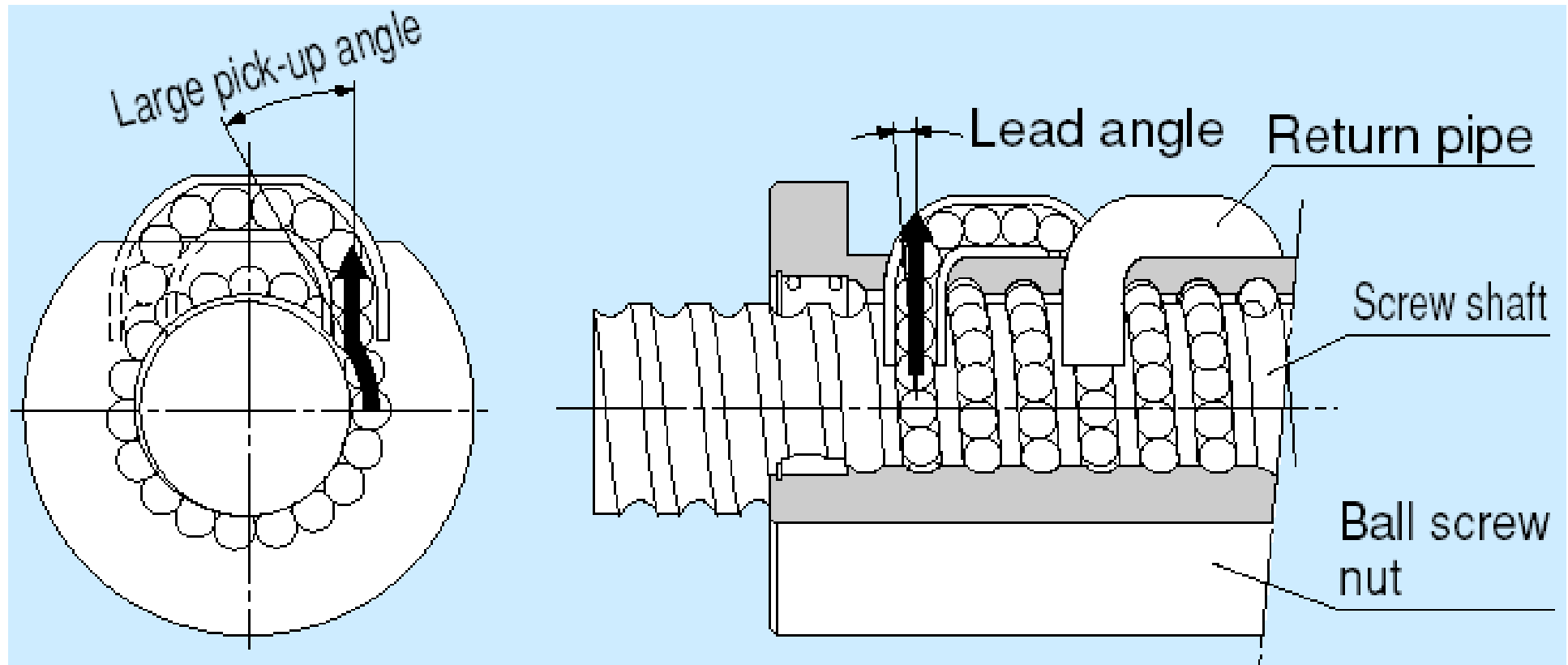


nagy menetemelkedésnél

Golyókosár nélküli golyós orsó

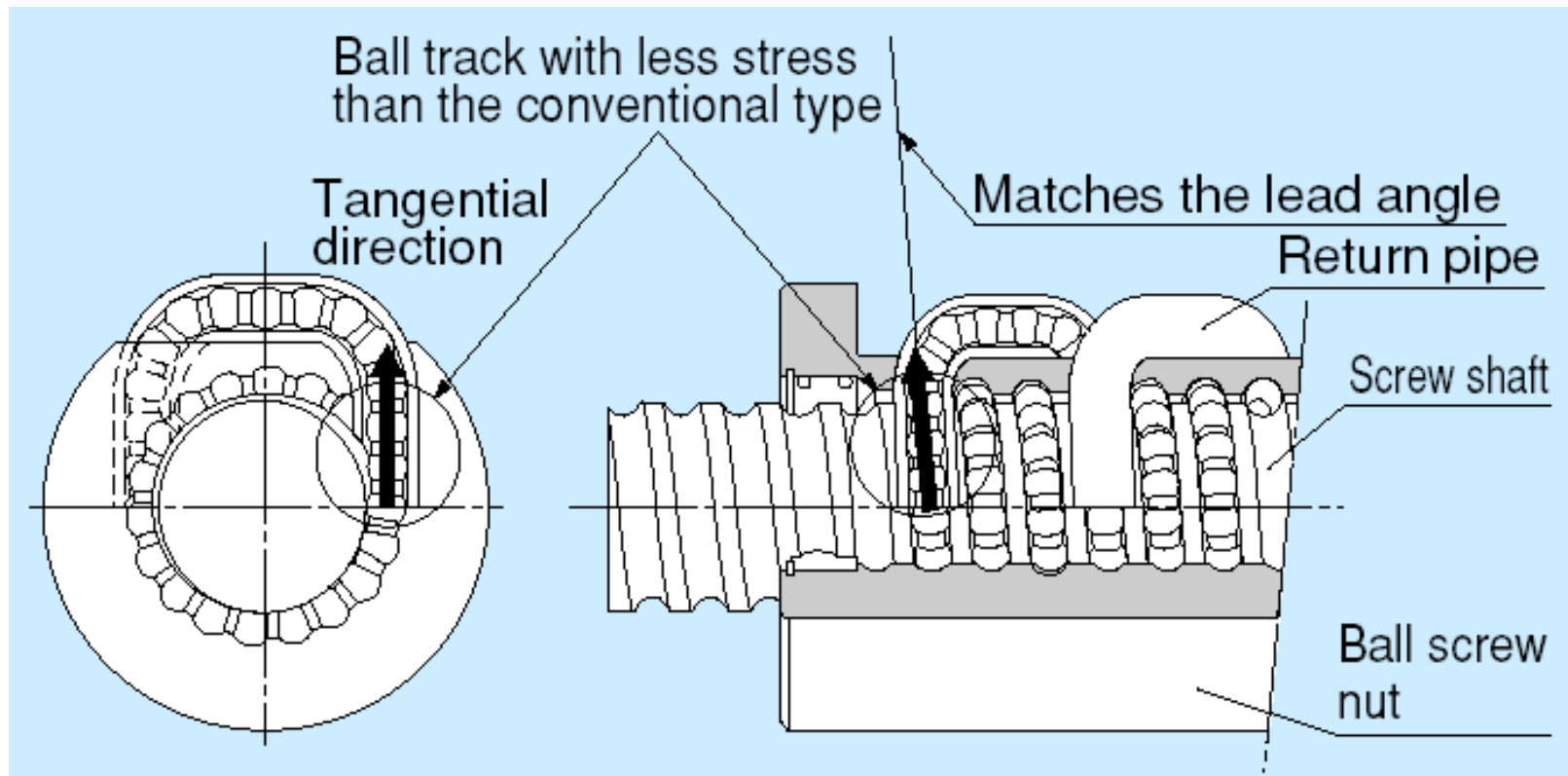
Golyókosár nélküli hagyományos kivitel

- Egymáson surlódnak a golyók, nagyobb a kopás
- Nagyobb a hőfejlődés, kisebb sebesség



Golyókosaras golyós orsó

Golyókosaras kivitel
(THK SBN modell)



A golyókosaras kivitelű golyós orsót főleg nagy sebességű mozgásokhoz alkalmazzák



A nagy pontosságot és a holtjáték mentességet a golyósorsók dupla menetes előfeszített anyái biztosítják.

A golyósorsók mindkét oldalon mereven csapágyazottak.

Nagy fordulatszámú forgásnál a golyós orsó tengelye berezonálhat; a rezonanciát okozó fordulatszámot kritikus fordulatszámnak nevezzük. A golyós orsót mindig a kritikus fordulatszám alatt kell üzemeltetni!

Előfeszítés

Cél: Kotyogás megszüntetése

Előny:

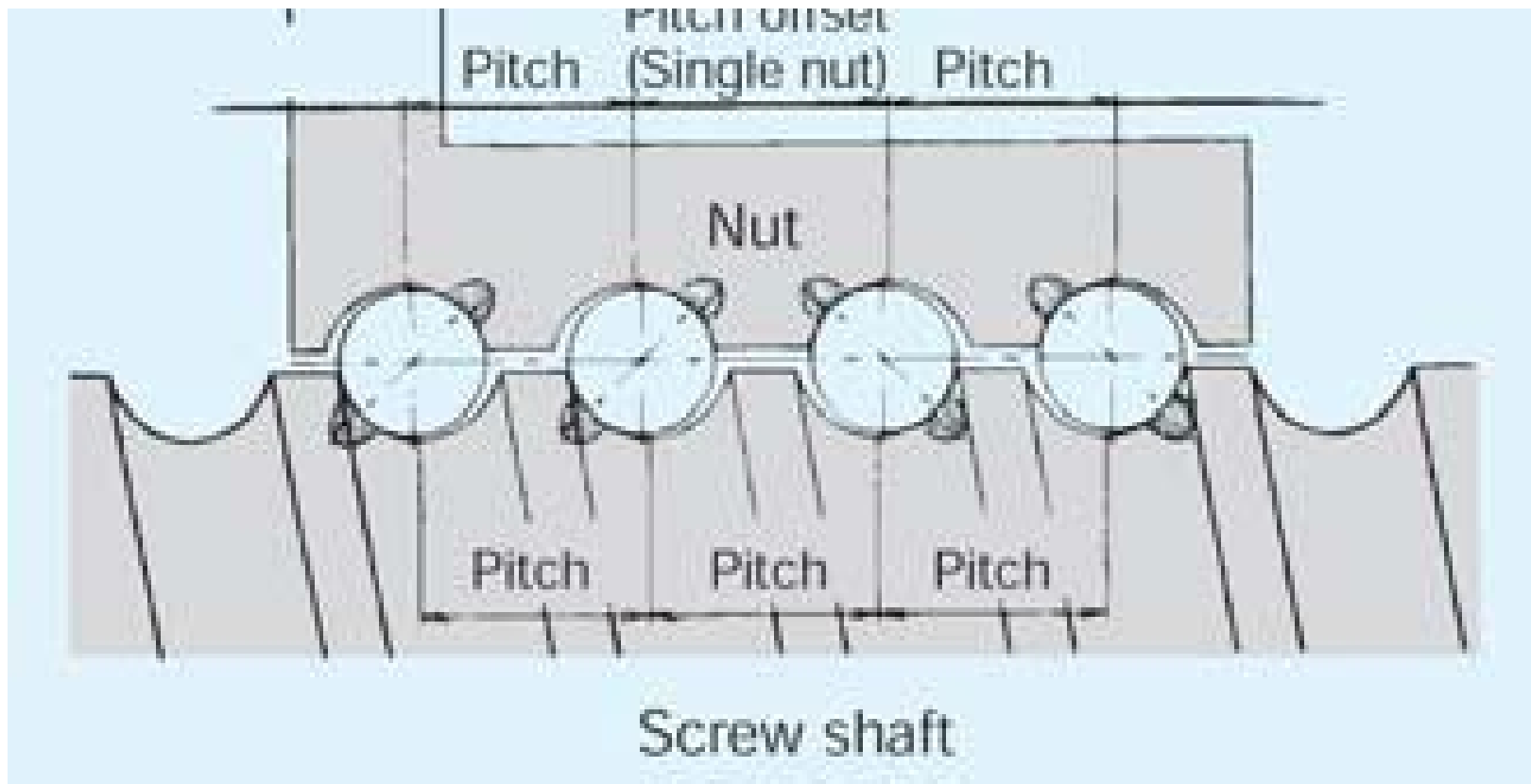
- Megmunkálás közben minél merevebb szerkezet legyen
- Jobb pozícionálási pontosság

Hátrány:

- Nagyobb nyomaték szükséges
- Üresjáratban / Gyorsmenetben minél kisebb merevség szükséges

Golyós orsó előfeszítési módok:

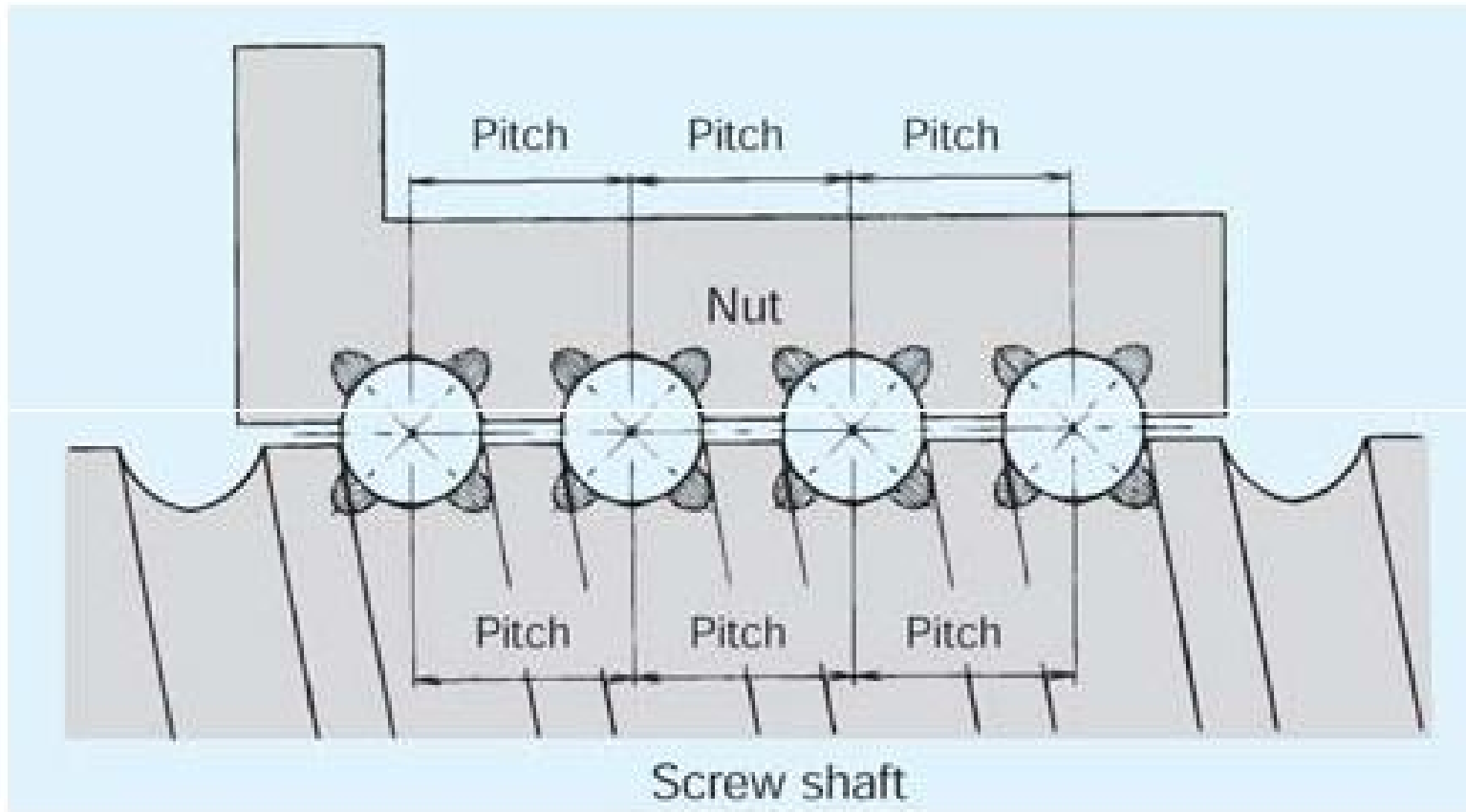
Meneteltolás



Golyósorsó

Golyós orsó előfeszítési módok:

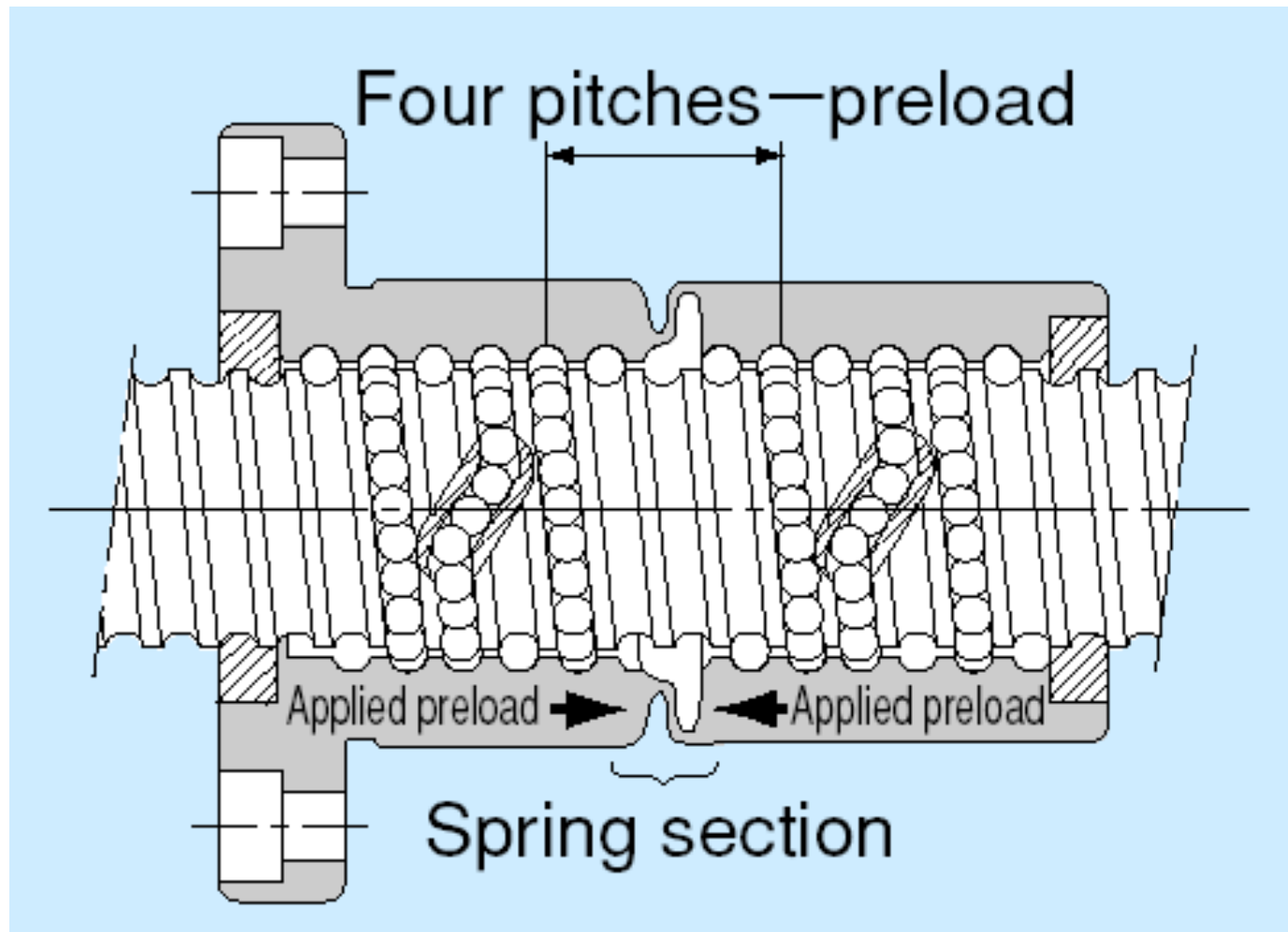
Golyóválogatás:



Golyósorsó

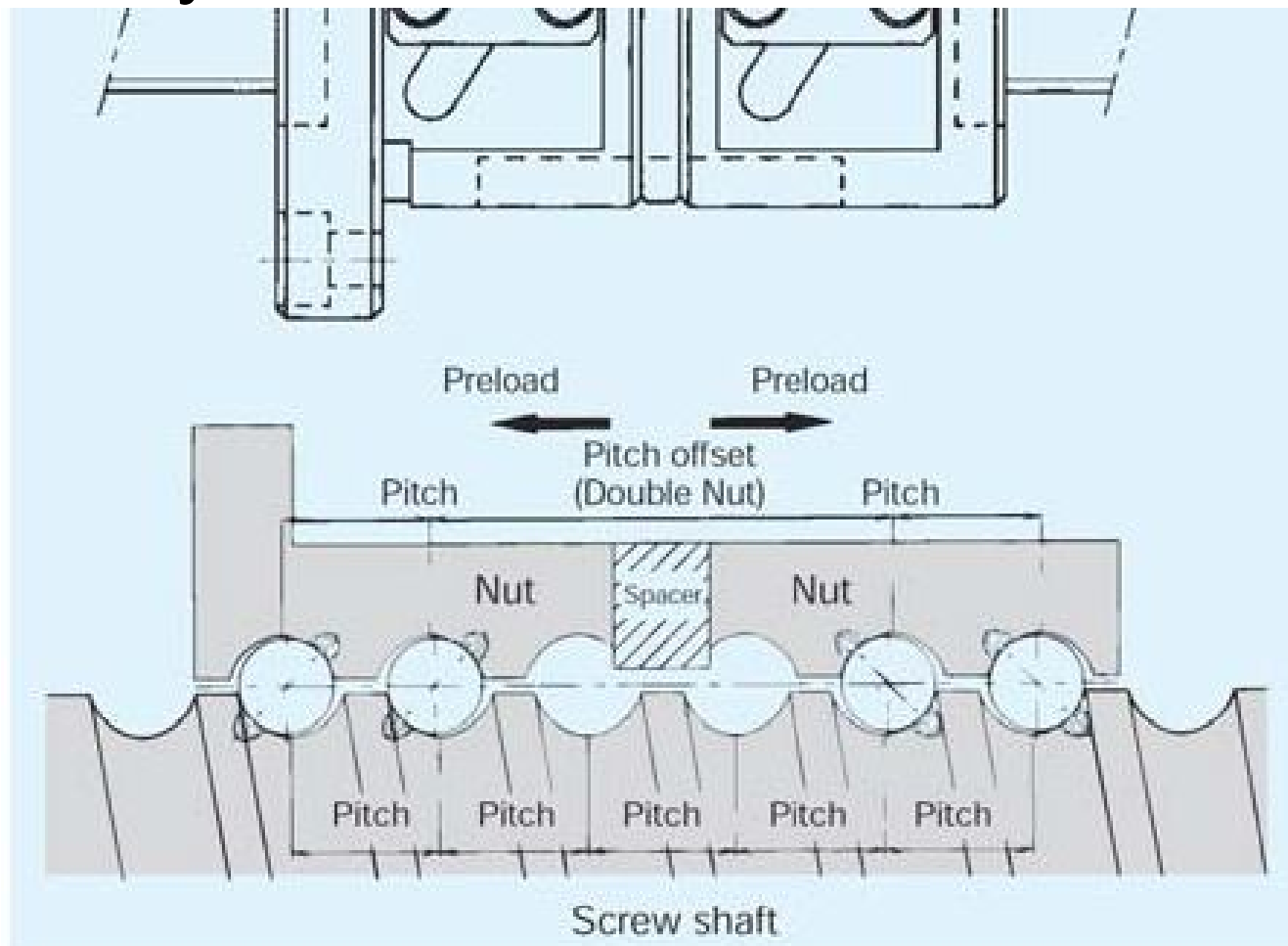
Golyós orsó előfeszítési módok:

Rugós előfeszítés:

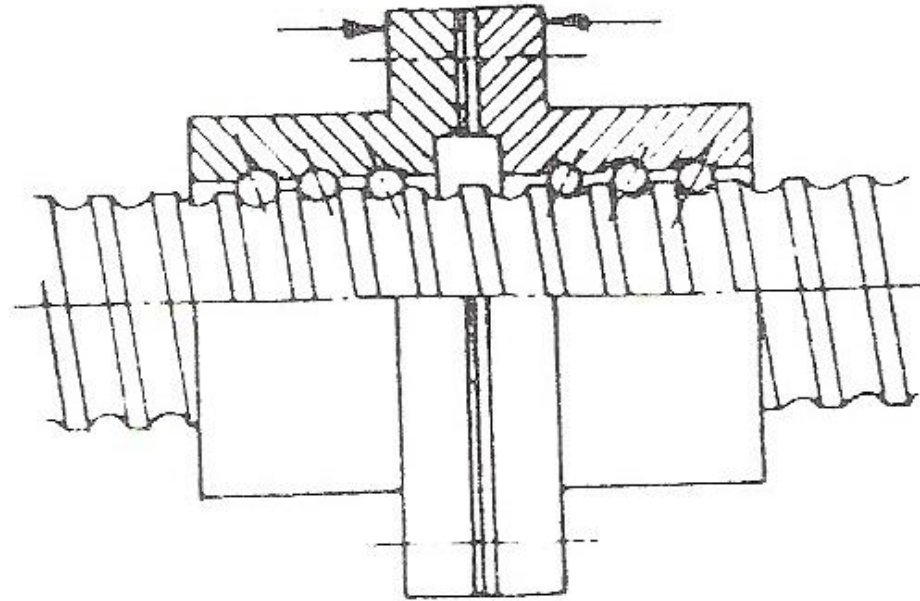


Golyós orsó előfeszítési módok:

- Két anyás kialakítás

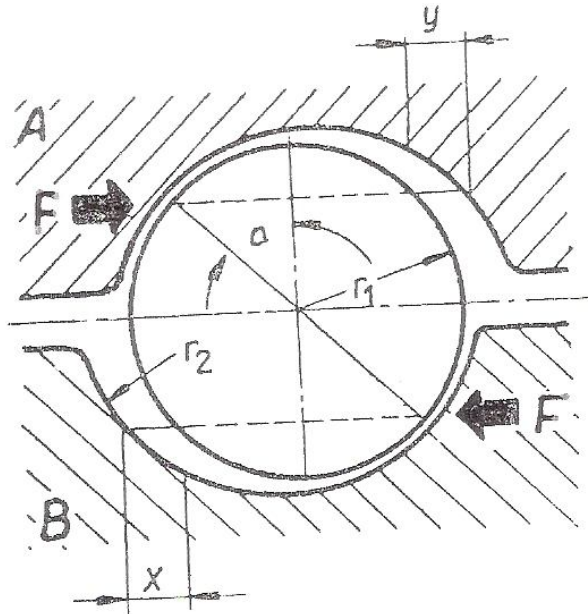


Előfeszítés

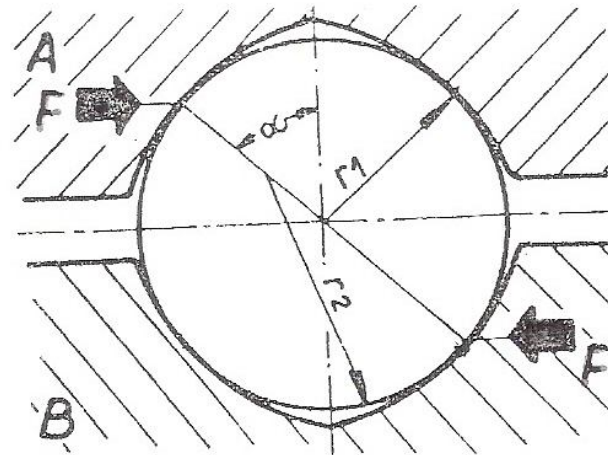


A két anyát egymáshoz képest axiális erővel előfeszítik, így lehetővé válik a hézag eltüntetése, a szerkezet előfeszíthető

Menetprofilok



Egy ívből képzett profil,
általában kettős anyáknál
alkalmazzák



Két ívből képzett menetprofil,
általában egyrészes anyáknál
alkalmazzák az előírt axiális
hézag mellett

A – golyós any

r_1 – golyó sugár

B- golyósorsó

r_2 – futópálya sugara

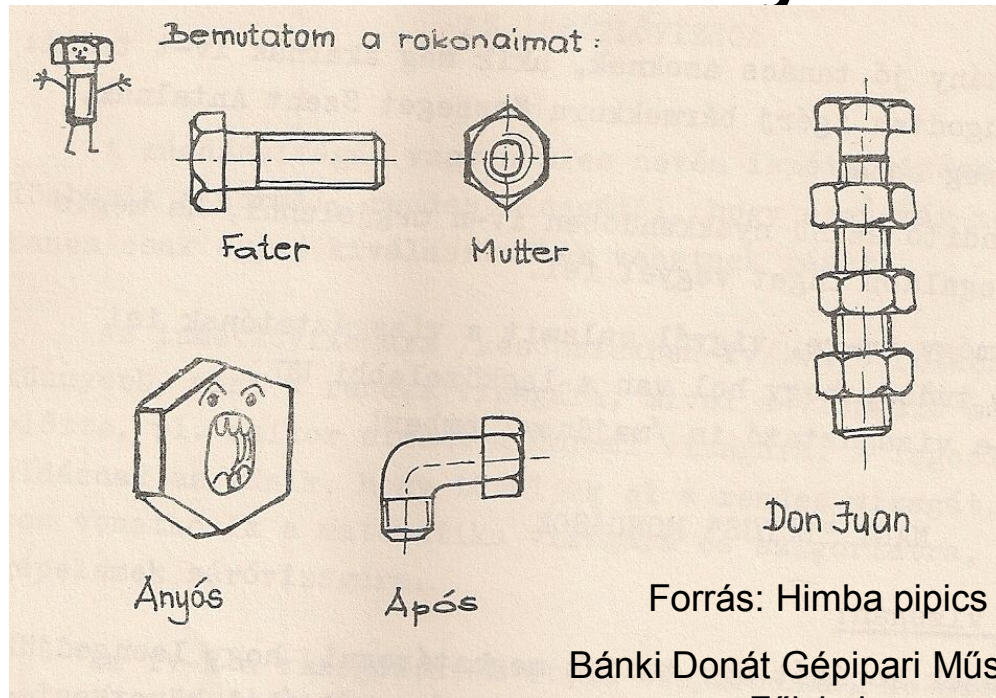
F – terhelés

alfa – hatásvonal szög

x, y – axiális hézag

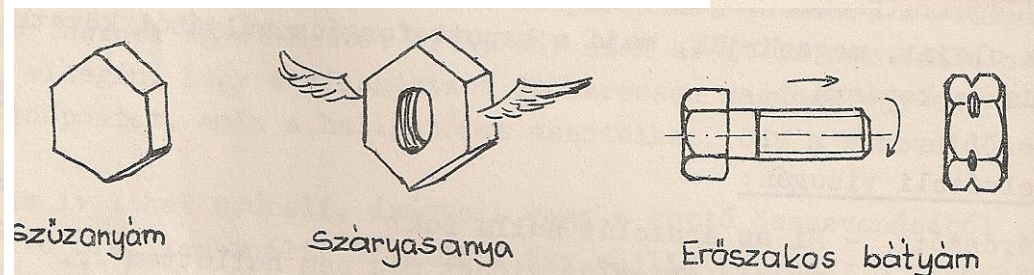
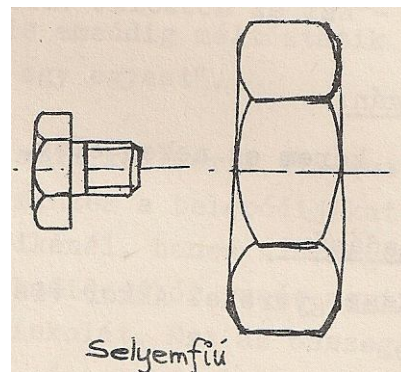
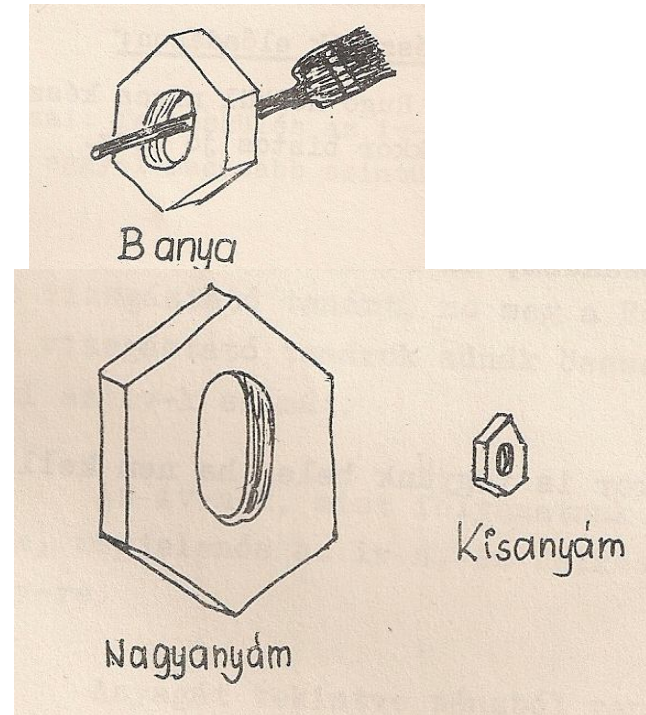
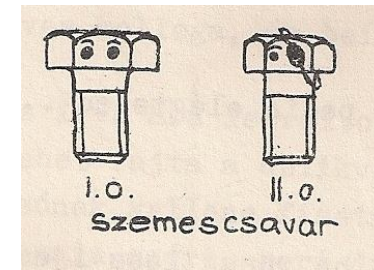
Golyósorsó

Az anyák fajtái



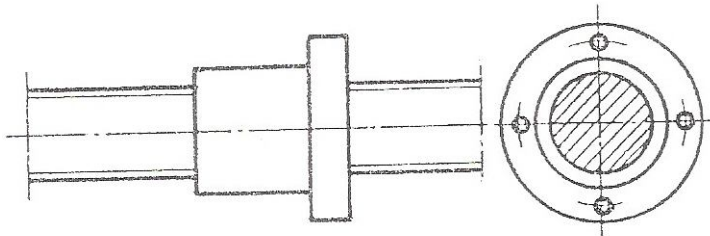
Forrás: Himba pipics
Bánki Donát Gépipari Műszaki
Főiskola

1979

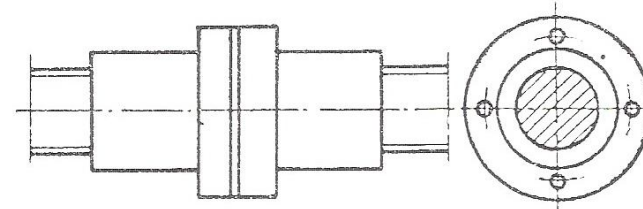


Golyósorsó

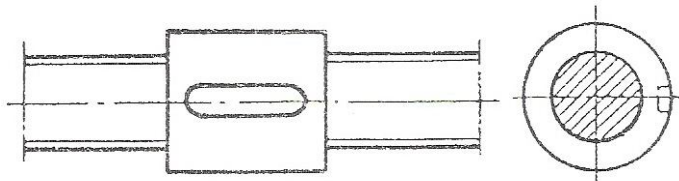
Az anyák fajtái



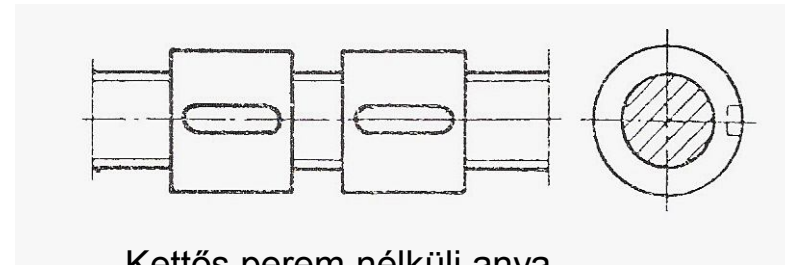
Egyszerű peremes anya



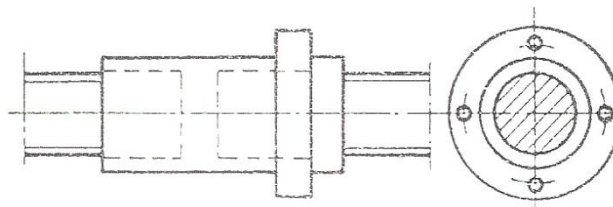
Kettős peremes anya



Egyszerű perem nélküli anya



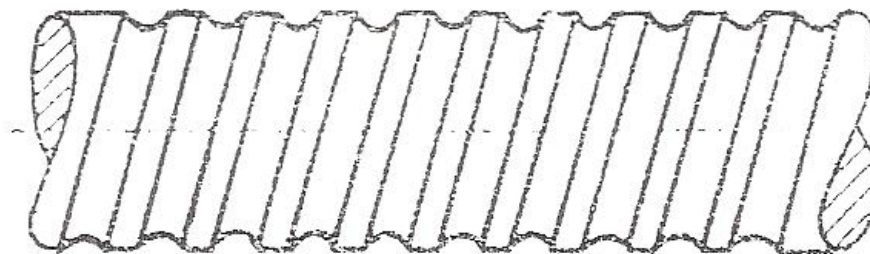
Kettős perem nélküli anya



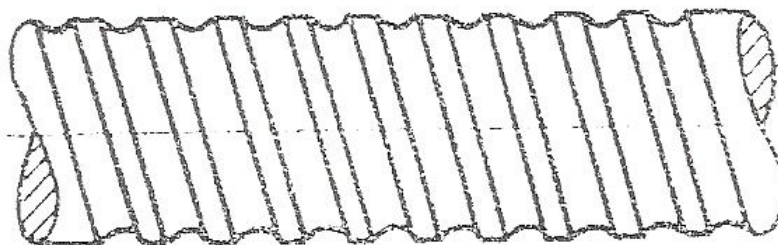
Kettős anya peremes kivitelben

Golyósorsó

Menetes orsók kivitele



Jobbos emelkedésű golyósorsó



Balos emelkedésű golyósorsó

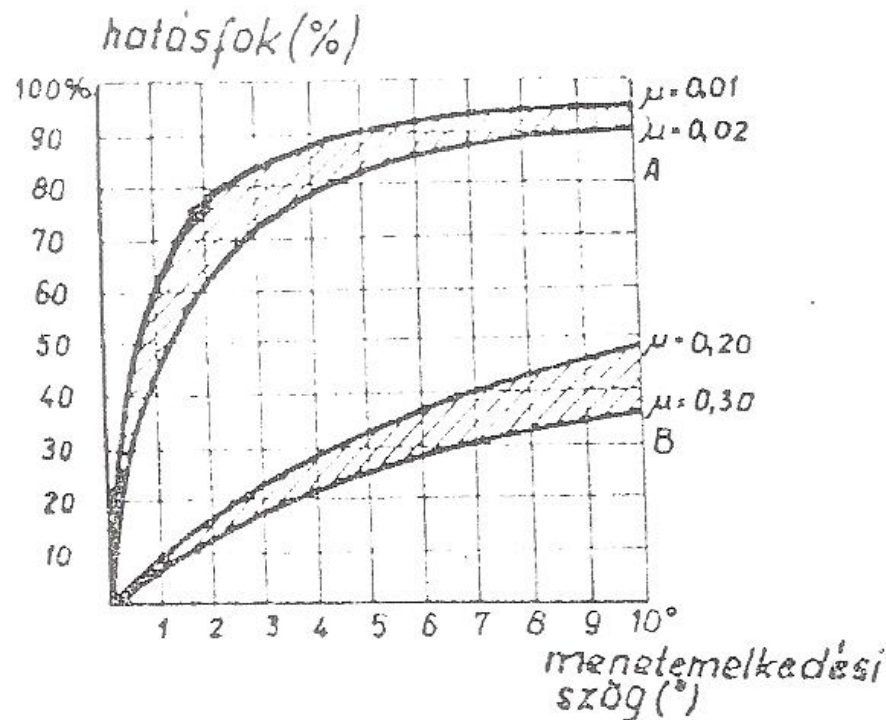
Különleges kivitelnek számít

Golyósorsó

76

Golyósorsók hatásfoka

Jó hatásfok, elsősorban a gördülősúrlódásból következik.

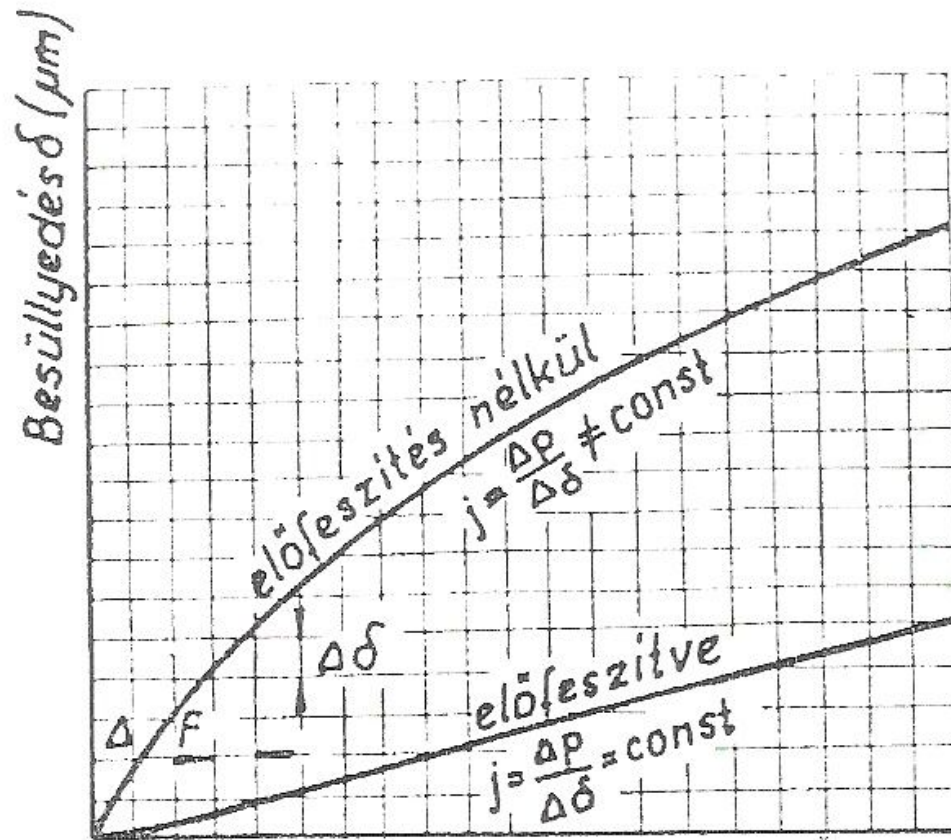


A – golyósorsó

B – orsó-any, csúszósúrlódással

- A nagy menetemelkedés nem csak jó hatásfokú, hanem a mozgatott szán sebessége és általában gyorsulása is nagyobb
- Kisebb menetemelkedéssel finomabb, pontosabb mozgatás érhető el

Golyósorsó merevsége



1. Előfeszítés alkalmazása esetén a terhelési tartományban, állandó, nagy merevség biztosítható
2. Az alkalmazható külső terhelés értéke azonban az előfeszítés (belső terhelés) értékének megfelelően csökken

A merevség:

$$j = k \sqrt[3]{F_n} \left[\frac{N}{\mu m} \right]$$

ahol:

k – merevségi tényező

F_n – az előfeszítés

Golyós orsó méretezése

Méretezés

- Élettartam (dinamikus terhelés)
- Max. fordulatszám
- Max. axiális terhelés (kihajlás; statikus terhelés)

Korlátok:

- Gyorsulás ($< 2 g *$)
- Sebesség ($< 3 m/s *$)
- Lökethossz ($< 3000 mm$; e felett fogaskerék-fogasléc hajtás hézagtalánítással)
- * $20 m/s^2$ ill. $3 m/s$ értékek nagy menetemelkedésű (pl. $60 mm$) speciális (pl. golyókosaras kivitelű) golyós orsókkal valósíthatók csak meg
- Golyós orsó választásánál lehetőleg nagy menetemelkedést válasszunk

A golyósorsó méretezése élettartamra

A golyósorsó elhasználódásának fő oka az anyag kifáradása. A golyók legördülése a menetprofilon ismétlődő dinamikus terhelést okoznak.

$$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{F_2}{F_1} \right)^3$$

A golyósorsó különböző élettartama különböző terhelések esetén

$$L = \frac{C_d}{F} \cdot 10^6 \quad \text{fordulat}$$

$$F_{meg} = \frac{C_d}{\frac{L}{10^6}}$$

Előírt L élettartam elérését biztosító megengedett igénybevétel

$$\frac{C_d}{F} = f$$

f – élettartam tényező

$$C_d = f \cdot F$$

A golyósorsó előírt dinamikus terhelhetősége
„f” táblázati érték

$$L = \frac{10^6 \cdot L}{60 \cdot n} = \frac{10^6 \cdot f^3}{60 \cdot n}$$

Élettartam órákban kifejezve

Golyósorsó

A golyósorsó méretezése élettartamra

- C_a : dinamikus alapterhelési tényező [N]
- L : névleges élettartam [ford.]
- F_a : axiális terhelés [N]
- f_w : terhelési tényező ($f_w = 1,0 - 3,5$)

$$L = \frac{C_a}{f_w \cdot F_a} \cdot 10^6$$

ISO 3408-5 és DIN 69051

- A golyós orsókban lévő golyók és menetfelületek (golyópályák) külső terhelés következtében ismétlődő feszültségnek vannak kitéve.
- Amikor ez a feszültség egy bizonyos pontot elér, a golyópályák kifáradnak és esetenként kitöredeznek és felületük lepattogzik.
- A golyósorsó élettartamának az első lepattogzás idejéig megtett fordulatok számát szokás tekinteni.
- A **névleges élettartam (L)** az a **fordulatokban** kifejezett élettartam, amit statisztikailag a golyós orsók 90%-a lepattogzás nélkül elér.
- A **dinamikus alapterhelési tényező (C_a)** az a **változatlan irányú és amplitúdójú terhelés, ami alatt a golyós orsók névleges élettartama 1 millió (10^6) fordulat.**

A golyósorsó méretezése élettartamra

$$L_h = \frac{L}{60 \cdot n} = \frac{L \cdot p}{60 \cdot v}$$

- L_h : névleges élettartam
üzemóraban [h]
- L : névleges élettartam [ford.]
- n : átlagos fordulatszám [1/min]
- v : átlagos lineáris sebesség
[m/min]
- p : menetemelkedés [m]

Kritikus fordulatszám

- Nagy fordulatszámú forgásnál a golyós orsó tengelye berezonálhat; a rezonanciát okozó fordulatszámot kritikus fordulatszámnak nevezzük.
- A golyós orsót mindig a kritikus fordulatszám alatt kell üzemeltetni.
- A diagramból olvasható ki a kritikus fordulatszám a beépítési mód, a csapágyak beépítési távolsága és az orsóátmérő függvényében.
- Minél nagyobb a tengelytávolság annál nagyobb a kritikus fordulatszám

Maximális fordulatszám

- Rezonancia frekvencia alapján számított kritikus fordulatszám: n_1 (Az n_1 számításához szükséges képletet katalógusok adják meg)
- DN szorzat alapján számított kritikus fordulatszám:

$$n_2 = \frac{DN}{d}$$

d : gördülő elem középtől középig átmérő

pl. $DN = 100\ 000$: köszörült golyós orsó

vagy $DN = 50\ 000$: görgőzött golyós orsó

- Összesítve:

$$n_{\max} = \min(n_1, n_2)$$

Golyósorsók statikus terhelhetősége

- A **statikus alapterhelési tényező (C_{0a})** az a **változatlan irányú és nagyságú statikus erő, ami a gördülő** elemek átmérőjének 0,0001-szeresével megegyező nagyságú állandósult deformációt okoz a gördülőelemekben és a gördülő pályákban összesen.
- A golyós orsóknál a statikus alapterhelési tényező az axiális terheléssel összefüggésben definiált.
- A statikus alapterhelési tényező általában megegyezik a megengedett axiális terheléssel, de a működtetési körülményektől függően statikus biztonsági tényező használata megfontolandó

$$C_s = F_0 \cdot s_0 \Rightarrow F_0 = \frac{C_s}{s_0}$$

ahol:

C_s – statikus terhelhetőség

F_0 – legnagyobb megengedett axiális erő

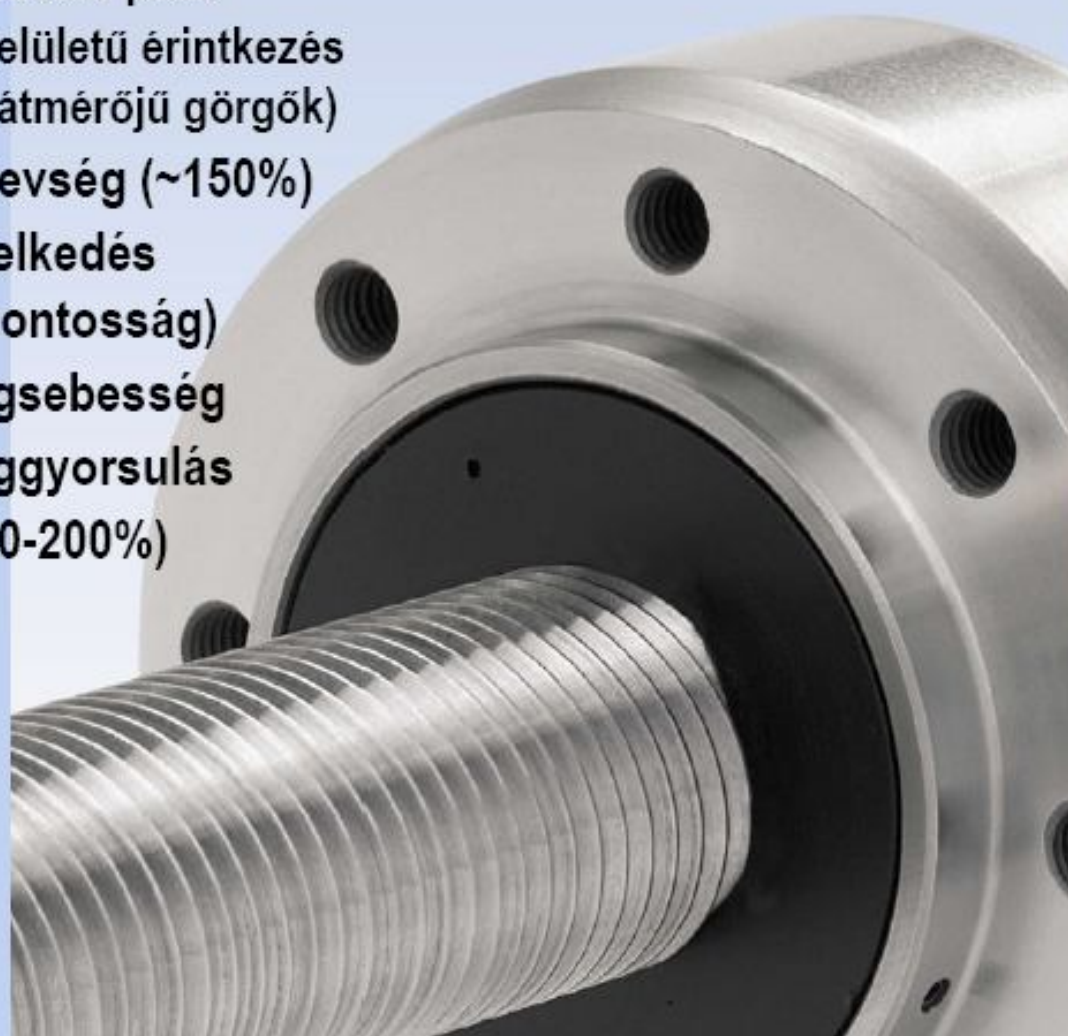
s_0 – terhelés jellegétől függő tényező

Golyósorsó üzemi viszonyának jellege

Rezgés nélküli hajtás	$s_0=0,5$
Szokásos munkafeltételek	$s_0=1$
Változó igénybevétel	$s_0=1,5\sim 2$
Ütésszerű terhelés	$s_0=2$

Görgős orsó

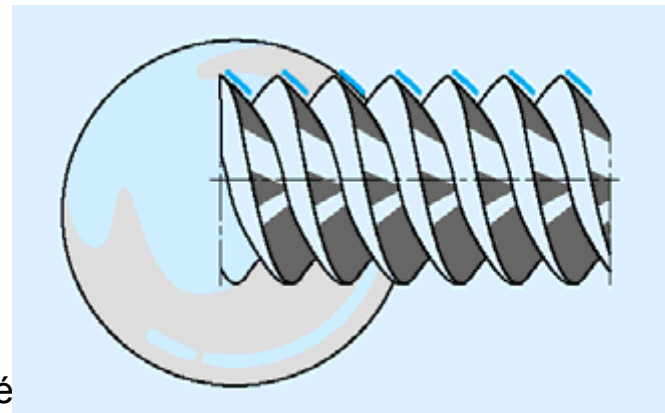
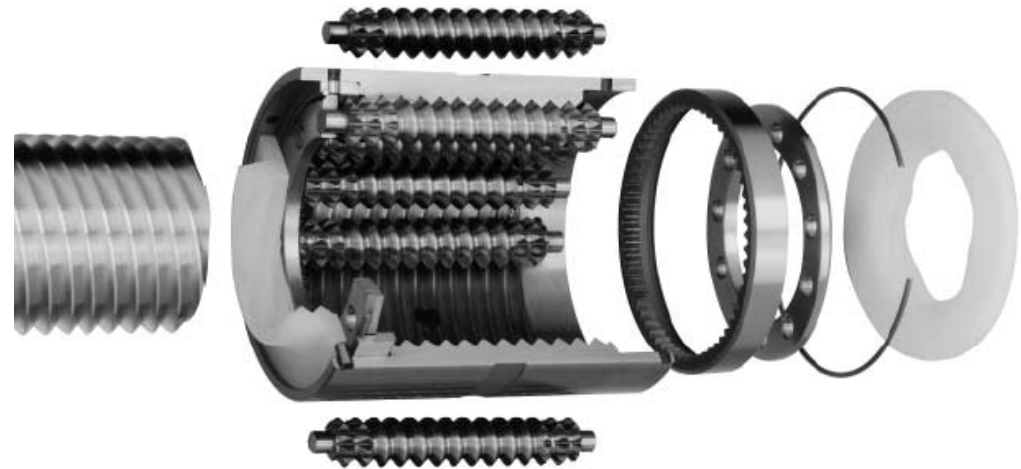
- ✓ **Nagyobb terhelhetőség (~300%)** (stat: 1000 t-ig; din: 200 t-ig)
 - több érintkezési pont
 - nagyobb felületű érintkezés (nagyobb átmérőjű görgők)
- ✓ **Nagyobb merevség (~150%)**
- ✓ **Kis menetemelkedés** (jobb poz. pontosság)
- ✓ **Nagyobb szögsebesség**
- ✓ **Nagyobb szöggyorsulás**
- ✓ **Drágább (~150-200%)**



Gördülő orsók

Bolygó görgők:

- menetes görgők
- nagy terhelhetőség
- nagy sebesség ($\sim 1 \text{ m/s}$)
- nagy gyorsulás ($> 7000 \text{ rad/s}^2$)



Géptest, vezeté

Gördülő orsók



Visszavezetett görgők:

- hornyos görgők
- nagy pontosság (1-2 mm menetemelkedés)

Visszavezetett működése:

az anyában egy körülfordulás után minden egyes görgőt egy menettel vissza kell léptetni.

Hasonlóan a golyós orsókhoz, a görgős orsóknál is alkalmaznak előfeszítést.

