

## KARBANTARTÁS ÉS SZERVEZÉSE II.

### 1. Kenéstechnika

#### 1.1 A kenőolajok

#### 1.2. Az alapolajok

##### 1.2.1. Kenőanyag adalékok

#### 1.3 Kenőzsírok

##### 1.3.1 Sűrítőanyagok

#### 1.4 Szilárd kenőanyagok

#### 1.5 Szintetikus kenőanyagok

#### 1.6 Kenésállapotok, vizsgálati eljárások

#### 1.7 Mérési módszerek a tribológiában

#### 1.8 Kenőolaj diagnosztika

### 2. A szereléstechnológiával kapcsolatos fogalmak.

### 3. A szerelэшelyes konstrukció.

#### 3.1. Méretláncok csatlakoztatása

#### 3.2. Méretlánc megoldási módszerek

##### 3.2.1.A teljes cserélhetőség módszere

##### 3.2.2A részleges cserélhetőség módszere

##### 3.2.3 Az alkatrész párosításon alapuló cserélhetőség

##### 3.2.4.Méretlánc megoldás utólagos illesztéssel

##### 3.2.5 A beszabályozási módszer

##### 3.2.6 Mozgó kiegyenlítő taggal

##### 3.2.7 Álló kompenzátoros megoldás

### 4. Alkatrészkapcsolat létesítése,- kötéstechnika

#### 4.1. Szegecseles

#### 4.2 Ékek és reteszek szerelése

#### 4.3 Csavarkötések szerelése

##### 4.3.1 Csavarkötések előfeszítése

##### 4.3.2 A csavarkötések egyenletes meghúzása

#### 4.4. Szilárd illesztésű alkatrészek szerelése

##### 4.4.1 Szerelés felmelegítéssel és hűtéssel

##### 4.4.2 Tengelyirányvú sajtolás

#### 4.5 Kötőhegesztés:

#### 4.6. Keményforrasztás

#### 4.7 Ragasztás

### 5. A gépszerelés eszközei

#### 5.1. Kéziszerszámok

#### 5.2. Szerelőkészülékek

#### 5.3. Asztali szerelősajtók

##### 5.3.1. Mechanikai működtetésű asztali szerelősajtók

##### 5.3.2 Pneumatikus asztali szerelősajtók

##### 5.3.3 Hidraulikus asztali szerelősajtók

#### 5.4. Tárolóeszközök

### 5.5. Anyagmozgató berendezések

### 6. Gördülőcsapágyak szerelése

#### 6.1 A gördülőcsapágyak szerelésének általános szabályai

#### 6.2. A gördülőcsapágyak fel-és leszerelésének eszközei

### 7. Fogaskerekek hibalehetőségei

#### 7.1 A hengeres kerekek szerelése

#### 7.2 A fogaskerekek helyes kapcsolódásának feltételei

### 8. Tömítőkötések szerelése

### 9. Ellenőrző, mérőműszerek

#### 9.1. A hibamegállapítás jelentősége

#### 9.2. Alak és helyzetpontossági hibák mérőkészülékei

#### 9.3. Tengely jellegű alkatrészek és furatok mérőkészülékei

### 10. A szerelés dokumentációja

### 11. A szerelés szervezése

## 1. Kenéstechnika

A kenőanyagok az egymással kölcsönhatásban levő, elmozduló gépelemek határfelületei között rugalmas kapcsolatot létesítő szerkezeti elemek, amelyek lehetnek **gáz**, **cseppfolyós**, **plasztikus** (konzisztens) és **szilárd** halmazállapotúak. A kenőanyagok felhasználásának (alkalmazásának) céljai a következők:

- **súrlódás csökkentése** a súrlódó rendszerben,
- **gépelemek berágódásának megakadályozása**, - felületek kopásának minimalizálása,
- a keletkező **hő** meghatározott részének **elvezetése** a súrlódó rendszerből,
- minden felmerülő járulékos, alkalmazás specifikus kenéstechnikai, alkalmazástechnikai, üzemviteli, környezetvédelmi stb. feladat ellátása,
- **optimális, kenési állapot fenntartása** hosszú időtartamon át.

A kenéstechnika, és gazdálkodás kérdéseivel foglalkozó interdiszciplináris tudomány a tribológia, amely az IME (Institution of Mechanical Engineers) intézet szerint a kölcsönösen egymásra ható és egymáshoz viszonyítva elmozduló felületek tudomány a és technológiája, amely a gyakorlati intézkedésekkel is foglalkozik.

A kenőanyagok e sokféle hatásukat állandó változások között, a tribológiai rendszer külső- és belső paramétereitől való nagymértékű függőségben fejtik ki, ezért egyre inkább elfogadottá válik az a megállapítás, hogy a kenőanyag a műszaki berendezések egyik legösszetettebb, legbonyolultabb, sok figyelmet és magas szintű szakértelmet igénylő szerkezeti eleme ("gépeleme").

A világ kenőanyag-felhasználásának változása 1991 óta, ha ingadozásokkal is - lassan csökkenő tendenciájú, napjainkban kb. 37 Md t/év körüli. A fejlődő országok piaca az iparosodással és motorizációval bővül, a fejlett országok piaca egyrészt összességében szűkül az egyre növekvő kenőanyag-élettartamok, javuló minőségek miatt, másrészt átrendeződik a jelenleg még legnagyobb termékcsoporthoz - a közlekedési kenőanyagok - rovására és az ipari kenőanyagok javára.

Az egy főre jutó kenőanyag-fogyasztás jól tükrözi a világ egyes régióinak műszaki színvonalát, de a helyi tradíciókat is. A fejlett országok között is meglepő különbségek vannak, és néhány fejletlenebb területen is viszonylag jelentős mértékű lehet a kevésbé értékes, de olcsó kenőanyagok felhasználása (világ: 5,9 kg/fő/év, USA: 25,7 kg/fő/év, Nyugat-Európa: 12,6 kg/fő/év, Afrika: 2.4 kg/fő/év, Közel-Közép-Kelet: 10,7 kg/fő/év).

[<eleje](#)

Kenőanyagok	Megjegyzések	Alkalm. %
Kenőolajok	Alapolajból (szénhidrogén és/vagy szintetikus)és	

	adalékból állnak. Ide tartoznak a hidraulikus munkafolyadékok, a hűtő- és kenőfolyadékok és a nem kenési célú kenőanyagok pl. hőközlő olajok , transzformátor olajok, stb.).	~ 98
Kenőzsírok	Folyékony kenőanyagból, diszperz fémszappanból és adalékokból álló kolloidrendszerek (gélek). Ott alkalmazzák, ahol hűtés nem szükséges és konstrukciós okok indokolják. Általános és különleges kenési célra használatosak	~1,5
Szilárd kenőanyag	Ott alkalmazzák, ahol más kenés nem kívánatos, vagy hatástalan.	~ 0,3
Gáz kenőanyag	Levegő és/vagy bármely inert gáz	~ 0,1
Különleges kenőanyag	Pl. üveg	~ 0,1

### A kenőolajokat a felhasználás szerint is csoportosíthatjuk:

- a) motorolajok,
- b) orsóolajok,
- c) gépolajok,
- d) szerszámgépolajok,
- e) hidraulika olajok,
- f) kompresszorolajok,
- g) hűtőgépolajok,
- h) gőzturbinaolajok,
- i) gőzhengerolajok,
- j) hajtóműolajok,
- k) tengelyolajok,
- l) szigetelőolajok,
- m) fehérőolajok,
- n) sodronykötélolajok,
- o) egyéb olajok,
- p) hűtő-kenőfolyadékok

A műszaki gyakorlatban a legelterjedtebb a cseppfolyós kenőanyag, azaz a különböző kenőolajok, emulziók használata és ezek alkotó komponensei más halmazállapotú kenőanyag-összetevők is lehetnek (például: alapolajok a kenőzsírokban), ezért először ezeket tárgyaljuk. Ennél lényegesen kisebb mértékű a konzisztens, de különösen a gáz és szilárd állapotú kenőanyagok felhasználása.

#### 1.1. A kenőolajok

A kenőolajok a legnagyobb mennyiségben felhasznált kenőanyagok. Segítségükkel a súrlódó felületek könnyen szétválaszthatóak, a megfelelő kenő- és hűtőhatás eléréséhez szükséges térfogatáram egyszerűen előállítható és intenzív keringetésükkel biztosítható a súrlódó rendszer hatékony hűtése. Ezen kívül a kenőolajok a zavaró szilárd részecskéket is könnyen eltávolítják a súrlódó helyről.

[<eleje](#)



A korszerű kenőolajok alapvetően **alapolajból** (alapolajok elegyéből) és **adalék** (ok)-ból állnak. Ezek harmonikus egysége biztosítja a kenőolajok előírt minőségi jellemzőit és elvárt alkalmazástechnikai tulajdonságait. A kenőolajok gyártásakor a világon durva átlagban 95 % alapolajat és 5 %-nyi többféle adalékot használnak fel. A gyakorlatban azonban mind a két irányban nagyon nagy eltérések lehetnek (0,01-30 %).

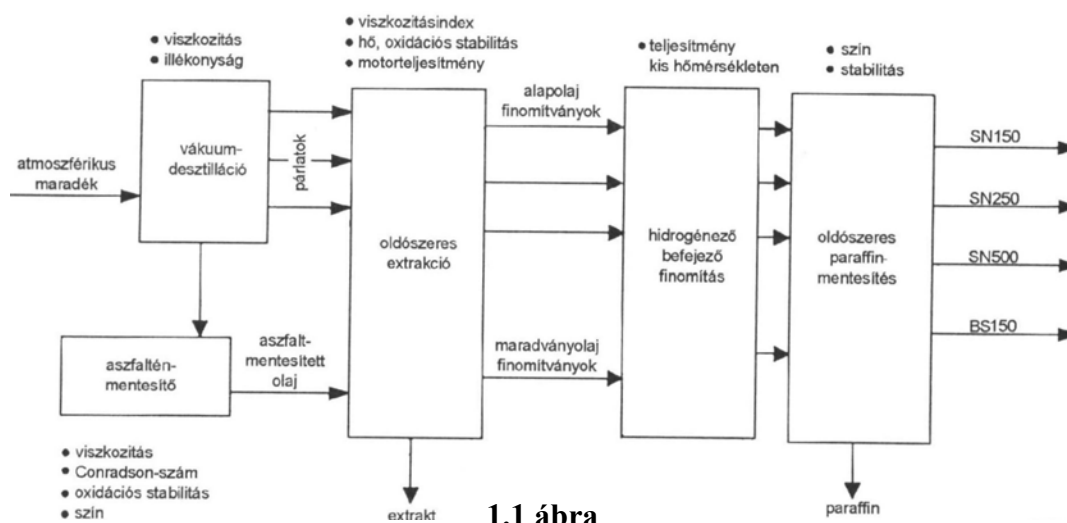
## 1.2. Az alapolajok

A kenőanyagok számos meghatározó tulajdonsága alapvetően az alapolaj minőségétől függ. Az alapolajok a kenőanyagok fő alkotókomponensei, **kőolaj eredetű szénhidrogének** elegyei és/vagy **szintetikus úton előállított vegyületek** és/vagy **növényi (állati)** eredetű anyagok. Az alapolajok jelentősége meghatározó, mert:

- a kenőanyagok döntő hányadát teszik ki,
- az alapolajok a gépek szerkezeti elemeivé váltak
- a kész kenőanyagok minőségét döntő mértékben befolyásolják,
- a jó minőségű kenőanyagok árában az alapolajok egyre nagyobb szerepet játszanak.

### Az alapolajok csoportosítása eredetük szerint:

1. kőolaj eredetűek (gyártási folyamat lsd. **1.1 ábra**) [9]
2. szintetikus vegyületek (jól definiált szerkezeti és összegképlet; ezek jelentős része is kőolaj eredetű alapanyagból kiindulva készül),
3. növényi, állati eredetűek,
4. alapolajok használtolajok regenerálásából, - előbbieik elegyei (gyakori).



[<eleje](#)

### Az alapolajokkal szemben támasztott általános követelmények:

- Rendelkezésre állás a megfelelő viszkozitási fokozatban
- Jó viszkozitás-hőmérsékleti viselkedés, nagy viszkozitásiindex (VI)
- Jó kenőképeség kis viszkozitás esetén (hajtóanyag-takarékosság)
- Kis dermedéspont, jó hidegoldali viselkedés
- Nagy lobbanáspont, jó melegoldali viselkedés
- Kis- és nagy hőmérséklet közötti széles folyadéktartomány
- Lángállóság
- Nagy oxidációs stabilitás a teljes működési tartományban
- Nagy hőstabilitás a teljes működési tartományban
- Kis illékonyság
- Megfelelő felületi tenzió
- Nagy teherviselő képesség (pl. nyírásstabilitás),
- Jó kenési tulajdonság
- Kedvező súrlódási viselkedés széles igénybevételi tartományban
- Jó kopáscsökkentő hatás
- Kémiai stabilitás
- Jó hidrolitikus stabilitás
- Korróziógátló hatás
- Ellenálló-képesség radioaktív sugárzással szemben
- Mérgező hatástól való mentesség
- Tiszta égés (lehetőleg hamumentes)
- Nagy adalékoldó képesség
- Összeférhetőség szerkezeti anyagokkal (pl. tömítésekkel)
- Jó átütési szilárdság
- Festékekkel és lakkokkal jó összeférhetőség
- Környezetbarátság és bio-lebonthatóság
- Reális érték-ár arány

### **A kenőolajok jellemző tulajdonságai és értelmezésük:**

#### **Lobbanáspont, gyulladáspont**

A *lobbanáspont* az a Celsius-fokban megadott, legalacsonyabb hőmérséklet, amelyen egy készülékben az olajból keletkezett gőzök az olaj felszíne feletti levegővel elegyedve fellobbannak, tehát gyújtólánggal éppen meggyújtható (de nem tartós lángú) gázelegyet adnak.

A *gyulladáspont* az a Celsius-fokban megadott, legalacsonyabb hőmérséklet, amelyen az olajból keletkezett gőzök az olaj felszíne feletti levegővel keveredve gyújtólánggal meggyújthatók, és legalább 5 mp-ig égő gázelegyet adnak.

A lobbanáspont és gyulladáspont nem tévesztendő össze az *öngyulladási* hőmérséklettel. Ennek vizsgálata során gyújtóláng nélkül mérjük azt a hőmérsékletet, amelyen az ásványolajtermék külső hatás nélkül meggyullad. Az öngyulladás általában 100-400 C°-kal a lobbanás-, ill. gyulladáspont hőmérséklete felett van.

[<eleje](#)

A lobbanáspont és gyulladáspont a kenőolaj illékonyságának, hőállóságának, esetleg valamely szennyeződésnek (pl. oldószeres finomítványnál oldószer maradványának vagy fáradt olajoknál higítóanyag jelenlétének) a mutatószáma. Egyes kenőolajoknál tűzbiztonsági, másoknál fogyasztási szempontból jellemzik az olaj használhatóságát. A kenőolajok lobbanáspontja összefügg a **viszkozitással** és a **lepárlás jellegével**. A túlságosan alacsony lobbanáspont nemkívánatos kis viszkozitású olajkomponensre, vagy szennyeződésre utal.

### **Dermedéspont, zavarosodási pont**

Az a hőmérséklet, amelyen az előírt vizsgálókészülékben az olaj folyékonysága, mozgékonysága megszűnik: az olaj dermedéspontja. A zavarosodási pont az a hőmérséklet, amelyen a kenőolaj (pl. **parafinkiválás** következtében) zavarossá válik, átlátszó jellegét elveszti.

A dermedéspont meghatározása az olaj használhatósága szempontjából igen fontos lehet, de az eredményeket óvatosan kell kezelni, mert a vizsgálati módszerek nem mindig tükrözik híven a kérdéses olajjal kapcsolatos üzemi állapotot.

### **Savszám, savasság, lúgosság**

A savszám azt mutatja, hogy 1 g anyag összes savtartalmának közömbösítéséhez hány mg kálium-hidroxid szükséges (mg KOH/g).

A savasság 100 ml anyag teljes közömbösítéséhez szükséges KOH mennyisége, mg-ban (mg KOH/100 ml).

A megfelelően finomított és semlegesített kenőolajok közel semlegesek, savszámuk általában 0, 1 alatt van. A nafténos jellegű kőolajokból előállított kenőolajok savszáma azonban 0,2-0,8 is lehet. Ez a nagy savszám azonban nem feltétlenül káros, mert az olaj kenőképességét növelő szerves savakra mutat. Egyes kenőolajfajtákhoz - a kenőképesség növelése céljából - zsírsavakat vagy zsíradékokat adnak (kompaundálás).

Az adalékolt olajok széleskörű felhasználása óta a savszám jelentősége megváltozott és bonyolódott. Számos, mindenképpen kitűnő minőségű adalék kifejezetten savas vagy lúgos jellegű, korróziót nem okoz, sőt gátolja azt. Több kenőolaj savszáma tehát gyakorlatilag elvesztette olajminősítő jelentőségét.

### **Elszappanosítási szám**

Az elszappanosítási szám azt fejezi ki, hogy valamely anyag 1 g-jának teljes elszappanosításához hány mg kálium-hidroxid szükséges (mg KOH/g). A vizsgálat folyamán tehát egyrészt KOH-dal lekötjük a szabad savakat, másrészt megbontjuk, és elszappanosítjuk az észterek, laktonok, gliceridek stb. formájában kötött zsírsavakat.

Használatlan kenőolajok elszappanosítási száma közel azonos a savszámmal, vagy annál némileg nagyobb, egyes olajoknál 0,15 alatt van; 5% kompaund (zsíros) anyagot tartalmazó olajoknál már 10, 0 körüli. A savszámhoz hasonlóan az elszappanosítási szám értéke néhány (gőzturbina, elektromos szigetelő stb.) olajnál az elhasználódás, ennek következtében az olajcsere időpontjának egyik döntő tényezője.

[<eleje](#)

### **Kokszosodási hajlam**

Az általában Conradson (egyres államokban Ramsbottom) készülékben végzett kokszosodási próba célja, hogy megállapítsuk az olajok **relatív kokszképző hajlamát**. Ennek során a vizsgálandó terméket levegőszegény körülmények között elégetjük, a kokszzaradékot mérjük, és annak mértékét súly %-ban adjuk meg. A kokszosodási hajlamot kifejező Conradson-szám a hőerőgépeknél felhasznált olajok egyik legfontosabb minőségi mutatója. Az olaj származására, finomítási módjára és mértékére egyaránt jellemző érték, használt olajoknál pedig az elhasználódás fokának, esetenként elszennyeződésének egyik fontos értékmérője. Használhatóságát némileg korlátozza, hogy a forgalomban lévő motorolajok zöme több-kevesebb - meglehetősen nagy hamutartalmú adalékot tartalmaz, melyek szervesetlen maradványa a Conradson-számot növeli. Újabban tehát a **"Conradson-szám" mínusz hamu %-át** vezették be az olajok kokszosodási hajlamának jellemzésére.

### Hamutartalom

A kenőolajokban lévő, százalékban kifejezett hamutartalom a termék minőségének és használhatóságának egyik jellemzője. A használatlan kenőolajok hamutartalmának okai:

- a. az alapolajban levő szervesetlen anyagok, amelyek a feldolgozás során átkerültek a kenőolajba;
- b. a finomítási eljárás során az olajba került szervesetlen anyagok;
- c. a környező levegőből vagy a helytelen kezelés miatt az olajba jutott szennyeződések;
- d. az olajba kevert adalékok, szappanok, emulgátorok.

Elhasznált olajoknál a pontosan meghatározott és analitikai módszerekkel részletesen megvizsgált hamutartalom az olaj fáradása és elszennyeződése szempontjából rendkívül fontos adat, az elszennyeződés eredetének fontos mutatója.

Megfelelően előállított, finomított és kezelt olajok hamutartalma ma legtöbbször az olajban lévő adalékok mennyiségének mutatószáma.

### Víztartalom

A kenőolajok víz tartalma a termék minőségének, használhatóságának egyik jellemzője. Átlátszó, világos olajoknál, azoknak zavaros, opálos külsejéből állapíthatjuk meg a víz jelenlétét, valamint a szemmel látható, kiülepedett vízcseppeken kívül, a kenőolajok melegítése közben hallható, jellegzetes sercegő hang, pattogzás, esetleg élénk habzás is vízre utal. Pontos meghatározására különleges vizsgálati módszerek vannak.

A víz a kenőolajok egyik legkárosabb szennyezője. Egyes olajokban, (pl. hűtőgép-, légkompresszor-, elektromos szigetelőolajokban még nyomokban sem lehet víz, mert veszélyezteteti a biztonságos üzemelést .

A víz bekerülhet a kenési rendszerekbe tévedés, vagy helytelen olajkezelés folytán, hűtőrendszerek, alkatrészek hibája, vagy a tömitések áteresztése következtében, a szénhidrogének elégeése (oxidációja) közben keletkező kémiai víz formájában.

A víz az olajban csak igen kis mértékben (kb. 0,01%) oldódik, tehát heterogén szennyeződés. Károsító hatásának jellemzésére megemlítjük, hogy kifagyása pl. egyes kalorikus gépek üzemét teljesen megbénítja, oldja a szervesetlen és részben a szerves savakat és növeli a korróziót; az olaj fáradási termékeivel együtt emulziókat, iszapokat hoz létre, melyek csökkentik a kenőhatást és egyben nemkívánatos lerakódásokat képeznek a gépek [<eleje](#) a

víz jelenléte a kenőolajat használhatatlanná teheti, és üzemzavarokat okozhat. Jelentétének kimutatása és mennyiségének meghatározása ezért igen fontos feladat.

## Hígulás

A hígulás a használt motorolajok jellemző mutatószáma. Jelzi, hogy a motorolaj üzem közben milyen mértékben szennyeződött a hajtóanyaggal vagy maradványaival. A hígulás az olaj minőségét rontja, kenőhatását csökkenti. Mértéke nem a kenőolaj minőségétől függ, hanem a hajtóanyag minőségének, a motor mechanikai állapotának és az üzemi körülményeknek függvénye.

Adott motorban, azonos hajtóanyag és állandó üzemi körülmények között a hígulás meglehetősen gyorsan elér egy bizonyos szintet, azon túl gyakorlatilag nem nő. Télen, a hideg üzem miatt a hígulás a motor fölmelegedésétől függően nagyobb mértékű.

A hígulás jelentősége Diesel motoroknál kisebb, Otto-motoroknál nagyobb.

## Gyantatartalom, keményszfált-tartalom

Az olajgyanták azok az oxigén- és kéntartalmú kenőolajok alkotórészei, amelyek alacsony forráspontú szénhidrogénekben (petroléter, vegyvizsgáló benzin, pentán stb.) oldódnak és a dezorbensekkel (pl. szilikogéllal) az oldatból elkülöníthetők.

A kemény-aszfalt az oxigén- és kéntartalmú hidrogénszegény kenőolaj alkotórésze, amely az olajnak vegyvizsgáló benzinnel való oldása után kicsapódik és benzolban oldható.

A gyanták és az aszfaltvegyületek a kenőolajokat sárgára, vörösre, barnára, ill. feketére színezik. Jelenlétük azért nem kívánatos, mert a kenőolajalkotók közül a legfogékonyabbak az oxidációs hatásokra és kondenzációra, tehát az olajok elhasználódásának, öregedésének legfőbb okozói.

Használatlan, finomított olajokban keményszfált nincs, a gyantavegyületek azonban minden színes ásványolajtermékben megtalálhatók. Használat közben a gyanták keményszfálttá, sőt oldhatatlan aszfaltvegyületekké alakulhatnak át és a gépalkatrészekre lakk-, aszfalt- és kocszjellegű bevonatokként rakódhatnak le.

## Emulziós tulajdonság

Cirkulációs kenési rendszerekben az olaj gyakran érintkezik vízzel vagy vízgőzzel. A rendszer jellegénél fogva a kenőolajoknak azonban nem szabad a vízzel vagy gőzzel tartósan keveredniük, vagy emulziót képezniük.

Bár a tiszta ásványi kenőolajok affinitása a vízhez képest igen csekély, a tapasztalat azt mutatja, hogy az olaj öregedése során sokszorososan megnő a hajlam az emulzióképzésre.

Ezt a jelenséget már igen kis mennyiségű fázisválasztási termék vagy néhány ezred százaléknál szennyeződés is kiválthatja. Az emulzió keletkezése csökkenő kenőhatáshoz, nagy olajvesztéshez és igen káros jelenségeket előidéző iszap képződéséhez vezet.

Tekintve, hogy egyes kenési rendszereknél (pl. gőzturbinák) az emulzióképződés az üzembiztonság szempontjából feltétlenül kerülendő, különleges finomítási módszerekre van szükség az olaj jó emulziós tulajdonságának minél hosszabb ideig tartó megőrzésére.

[<eleje](#)

## Oxidációs stabilitás

A kenőolajok levegővel (oxigénnel) szembeni ellenállását jellemzi az oxidációs stabilitás. Egyes kenési rendszereknél (pl. a belsőégésű motorok) a kenőolaj gyakran a minőségtől függetlenül, a szennyezések feldúsulása miatt válik használhatatlanná. A legtöbb kenési rendszerben azonban a levegő oxigénjének hatása okozta minőségi változás miatt kell az olajat cserélni.

A kenőolajok - ként és oxigént tartalmazó vegyületeken kívül - különböző jellegű és eltérő természetű szénhidrogének elegyeként foghatók fel. Ezeknek érzékenysége az oxigén hatására (oxidációra) rendkívül eltérő. Egyes vegyülettípusok (parafinos jellegűek) elsősorban korrozív savak és kokszt jellemező anyagok képzésére, mások (gyűrűs vegyületek) gyantásodásra és aszfaltvegyületek képzésére hajlamosak. A kenési rendszerben levő, az olajjal érintkező fémek ezeket a káros folyamatokat kisebb-nagyobb mértékben elősegítik (katalizálják).

A hőmérséklet hatása rendkívüli: általában 15 °C-os hőmérsékletnövekedés az olaj oxidációs elváltozását megkétszerezi. Az üzemi hőmérséklet fontosságára jellemző, hogy pl. a viszonylag alacsony hőmérsékleten használt gőzturbinaolajok élettartama több tízezer üzemóra, a belsőégésű motorok kenőolajainak élettartama (elsősorban a magas hőmérsékletű igénybevétel miatt) mindössze kb. 100 üzemóra. Az oxidáció okozta olajelváltozás nem érinti az olaj egész tömegét, csak az oxidációra legérzékenyebb szénhidrogének kis hányada alakul át olyan fáradási termékekké, amelyek az olajat korrozívvá teszik, növelik az emulzióképzési hajlamot, rontják az elektromos tulajdonságokat, káros lerakódásokat okoznak. E fáradási termékek eltávolítása (regenerálás) után az olaj újból használható.

A kenőolajok oxidációja kémiaiilag számos közbülső lépcsővel jellemezhető, bonyolult láncreakció. Az oxidáció végtermékei azonban jól definiálhatók és analitikai vizsgálatokkal kimutathatók. Az oxidációs stabilitás a kenőolajoknak talán a legfontosabb kenéstechnikai tulajdonsága.

### **Tisztító (detergens) hatás**

A kenőolajoknak a motorbeli lerakódások meggátolására jellemző tulajdonságát tisztító- (detergens-) hatásnak nevezzük.

A kenőolaj elváltozása használat közben, és az olajba került szennyeződések (korom, por) a belsőégésű motorokban káros lerakódásokat okoznak. A kenőolajnak kell e lerakódásokat meggátolnia. A detergens mechanizmus kettős:

- a) lerakódást okozó szennyeződések képződésének megakadályozására (kémiai hatás)
- b) a szilárd szennyeződések összeállásának, kicsapódásának, leülepedésének megakadályozása, tehát diszpergálás (fizikai hatás).

### **Korróziós tulajdonságok**

Jó minőségű, használatlan ásványi kenőolajok rendkívül hosszú ideig érintkezhetnek a legtöbb fémrel anélkül, hogy azok felületén, bármilyen elváltozás keletkezne.

Használat közben az oxigén hatására minden kenőolajban keletkeznek olyan fáradási termékek (elsősorban peroxidok és savak), amelyek az olajjal érintkező fémeket megtámadhatják, korrodálhatják.

A korrózió mértéke a hőmérsékletnek is függvénye, amelynek minden fémre nézve jellemző maximuma van.

### **Rozsdásodást gátló hatás**

[<eleje](#)



A kenőolajoknak az a tulajdonsága, hogy víz jelenlétében milyen mértékben védik meg a vas- és acélfelületeket a rozsdásodástól, a rozsdásodást gátló hatás. Egyes kenési rendszereknél (pl. gőzturbinák) elkerülhetetlen a víz jelenléte és ennek következtében a rozsdásodás, hacsak az olaj nem nedvesíti a víznél jobban a fémeket.

A jól finomított, használatlan kenőolajok rozsdásodást gátló hatása kicsi, a hőmérséklet emelkedésével csökken. Használat közben azonban gyakran keletkeznek olyan oxidációs termékek (szerves savak, észterek), amelyekből néhány század- sőt ezred % elegendő az olaj nedvesítő képességének ugrásszerű javításához, és a vizet kiszorítva a vas és acélfelületekről a rozsdásodás megakadályozásához. A gyakorlatban minimális mennyiségű, különleges adalékanyag olajhoz keverésével érik el a rozsdásodást gátló hatást.

### **Kenőképesség és kopáscsökkentő hatás**

A kenőolajok kenőképessége tapadóképesége, filmszilárdsága, (hártyaszilárdság), nyomásállóság, vagy a kopást csökkentő hatás néven ismert tulajdonságai nem fizikai jellemzőivel: (pl. viszkozitás) hanem elsősorban kémiai szerkezetével függenek össze. Nagy nyomás és sűrűlódási erők esetén az olaj már nem tudja elválasztani szabadon áramló kenőréteggel a fémfelületeket egymástól. A kenés sikere tehát attól függ, hogy a kenőanyag milyen aktivitása (adszorpciós energiája) van a fémfelületek irányában. Egyes kenési rendszereknél időnként 50000 daN/cm<sup>2</sup>-es nyomással is számolnunk kell.

Ennek már az adszorpciós hárták sem tudnak ellenállni. Ide már kémiai kötés kell a fém és a kenőanyag közé. Ilyen nyomások mindenképpen okoznak bizonyos kopást, ennek csökkentése a különleges kenőanyagok feladata.

### **Habzás**

Megfelelően finomított használatlan ásványi kenőolaj levegő átbuborékoltatására igen csekély mértékben vagy legalábbis mérsékelten habzik. Az olajhoz kevert különleges adalékok használat közben, az olaj fáradása során keletkező vegyületek (savak, észterek, szappanok) az olaj felületi feszültségét csökkentve - mennyiségükkel arányosan - a habképződést rendkívüli mértékben növelhetik.

Az erős habzás csökkenti a kenési rendszerben az olajnyomást, ennek következtében pedig a kenés hiányos lesz.

### **Szín**

Áteső fényben a kenőolajok színe a színtelentől a sárgán át a mély sötétvörösre változhat, ráeső fényben zöldes (parafinos jellegű olajok) vagy kékes (nafténes jellegű olajok) színben fluoreszkálnak. (Amikor egy kenőolaj színéről beszélünk, mindig az áteső fényben látható színről van szó.) A vizsgálati módszereket és a kapcsolatos színskálákat (legismertebb az 1-től 8-ig terjedő NPA- színskála) ennek megfelelően szabványosították.

A szín a kenőolajok minősége szempontjából korántsem döntő. Hőerőgépek olajainak színe általában vörös vagy sárga, fogaskerékrendszerek kenőolajainak és a gőzhengerolajoknak a színe zöldes-fekete, a kis viszkozitású különleges olajok színe sárga, néha majdnem színtelen.

Általában az olaj viszkozitásának növelésével a szín sötétedik; a finomítás fokozásával mind világosabb, halványsárga lesz. Egyes olajoknál a szín a finomítás mérvének jó értékmérője lehet, önmagában azonban semmit sem mond az olaj minőségéről.

<[eleje](#)

### **Viszkozitás**

A viszkozitás a folyékony- és gáz halmazállapotú anyagok legfontosabb kenéstechnikai tulajdonsága, leegyszerűsítve folyásképeségnek nevezhetjük. Alakváltozáskor feszültség ébred bennük, amely csak az alakváltozás sebességétől függ. Megfordítva, a feszültséget az alakváltozási sebesség okának tekinthetjük.

Képzeljünk el egy olyan áramlást, ahol a gyorsító erő kicsi a súrlódó erőhöz viszonyítva (pl. nemlineáris, viszkózus folyadék), ekkor csúszó mozgás jön létre. A folyadékok áramlásával kapcsolatos fogalmak ezen behatárolt feltételeken kívül is definiálhatók és jelentőséggel bírnak a gyakorlati kenéstechnikában. A newtoni folyadékok térfogatállandó alakváltozásánál elegendő egy anyagállandóval számolni, ez pedig a viszkozitás.

### Viszkózus áramlás

Ha pl. csőben szivattyúzunk folyadékot, akkor különböző sebességű, üreges hengerhez hasonló folyadékrétegek képződnek. A cső falán, a csőhöz viszonyítva nyugalomban lévő, erősen a csőhöz tapadó folyadékréteg (tapadó vagy határréteg) alakul ki. A rétegek sebessége a cső közepe felé haladva nő és a cső közepén maximális. Így a cső közepétől a cső fala felé haladva a folyadékrétegek sebessége egyre csökken. Az egyes folyadékrétegek különböző sebességekkel siklanak egymáson. Ha ennek során nem következik be keveredés, akkor lamináris vagy réteges áramlásról van szó. (1.2./a ábra). A másik esetben az áramlás turbulens vagy örvényes jellegű (1.2./b. ábra).[9]



1.2 ábra

Eközben a sebességeloszlás általában nem lineáris, hanem hatványfüggvénynek megfelelő. Amikor az egyes folyadékrétegek egymáson siklanak, akkor közöttük súrlódás lép fel, amely belső súrlódásként értelmezhető és *viszkozitásnak* nevezzük.

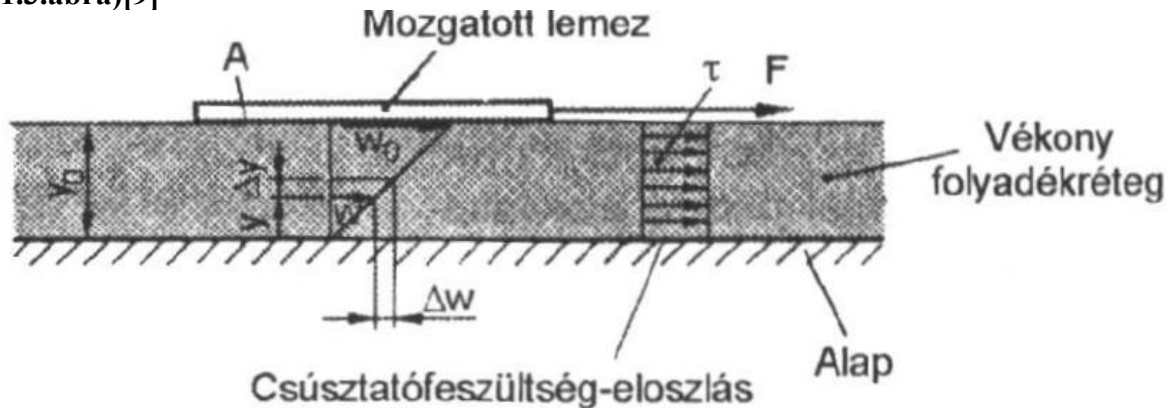
A **viszkozitás** newtoni folyadékok esetén hőmérséklet- és nyomásfüggő; növekvő hőmérséklettel csökken, növekvő nyomással nő. A nyomásfüggés műszaki alkalmazásokban  $\Delta p=50$  bar nyomásig elhanyagolható.

[<eleje](#)

### Dinamikai viszkozitás



Tekintsünk egy vékony folyadékrétegen fekvő, A érintkezési felületű lapot, amelyet külső F erő mozgat a nyugalomban lévő alappal párhuzamosan,  $w_0$  sebességgel. (1.3.ábra)[9]



1.3.ábra

Mivel a folyadékréteg  $y_0$  vastagsága nagyon kicsi, a mozgó lap közötti sebességeloszlás lineárisnak tekinthető. Kísérletek igazolták, hogy az  $F$  erő arányos a sebességével és az  $A$  érintkezési felülettel így a következő összefüggés írható fel:

$$F \sim A \frac{dw}{dy}$$

Ez az összefüggés a legtöbb fluidra igaz. A különböző fluidokra az arányossági tényező változik, amit l. Poiseuille (1799-1869) francia orvos tiszteletére "*dinamikai viszkozitás*"-nak ( $\eta$ ) neveztek el. Így az  $F$  erő az alábbi összefüggéssel már kiszámítható:

$$F = \eta A \frac{w}{y_0} \longrightarrow \frac{F}{A} = \frac{\tau}{D} = \eta \frac{w}{y_0}$$

Ha  $\frac{w}{y_0} = D$ , akkor  $\eta = \frac{\tau}{D}$  ahol: –  $\eta$  - dinamikus viszkozitás

$\tau$  - nyírófeszültség, Pa

$D$  – sebesség gradins 1/s

A [dinamikai viszkozitás](#) inkoherens (nem összetartozó állandó) egysége a **Poise (P)** (ejtsd: poáz). A gyakorlati alkalmazásban az 1 P (Poise) túl nagy egység, ezért használatosabb a **centipoise, cP**. A dinamikai viszkozitás SI egysége a Pascal-másodperc, Pa s. Az összefüggés a két egység között a következő:

$$1 \text{ P} = 100 \text{ cP} = 0,1 \text{ Pa s} = 0,1 \text{ Ns/m}^2$$

[<eleje](#)

### Folyékonyság (fluiditás)

A  $\eta$  dinamikai viszkozitás reciprok értékét fluiditásnak (cp), leegyszerűsítve folyékonyságnak nevezzük:  $\varphi = \frac{1}{\eta}$

### Kinematikai viszkozitás

A dinamikai viszkozitást - megfelelő műszer hiányában a kezdetekben nem, majd később is nehézkesen tudták meghatározni. Ezért keresni kellett olyan arányos számot, amely könnyen megmérhető, és amellyel a dinamikai viszkozitás kiszámítható.

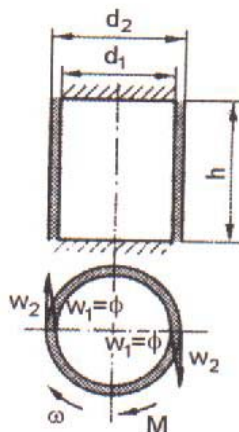
Kézenfekvőnek látszott a dinamikai viszkozitást a sűrűséggel elosztani, mert akkor egy felület és időarányhoz jutunk:

$$v = \frac{\eta}{\rho} \text{ [m}^2/\text{s]}$$

J. C. Maxwell (1831-1879) nyomán a dinamikai viszkozitás és sűrűség hányadosát **kinematikai viszkozitásnak** ( $v$ ) nevezzük:

A gyakorlatban a milliommód részét használjuk:

$$1 \text{ m}^2 / \text{s} = 10 \text{ mm}^2/\text{s} = 1 \text{ cSt (stoke)}$$



**Dinamikai viszkozitás, cP= kinematikai viszkozitás, cSt x sűrűség [g/cm<sup>3</sup>]**

A dinamikai viszkozitás ( $\eta$ ) ma már közvetlenül is meghatározható az **1.4. ábrán [9]** látható rotációs **Couette-viszkozitás mérővel**. A Couette-viszkozitás mérő két koncentrikus körhenger, amelyek közötti rést folyadékkal töltenek fel.

A belső henger rögzített, tehát nem mozoghat.

1.4.ábra

### 1.2.1 Kenőanyag adalékok

A kenőanyagokat azért kell adalékolni, mert az alapolajok, adalékolatlan kenőzsírok stb. az alkalmazás körülményei között a kenési helyek által támasztott sokrétű követelményeket nem tudják kielégíteni. Az adalékok olyan anyagok (vegyületek), amelyeket a késztermékben kis mennyiségben **feloldva** vagy **diszpergálva** a kenőanyagoknak a felhasználás szempontjából lényeges tulajdonságait és/vagy képességeit javítják, illetőleg új tulajdonságok kialakulását teszik lehetővé (új tulajdonságokat kölcsönöznek a végtermékeknek), továbbá megakadályozzák, illetőleg csökkentik a kenőanyagok különböző bomlási folyamatait.

### Kenőanyag adalékok osztályozása:

A kenőanyag adalékokat többféleképpen lehet osztályozni:

[<eleje](#)

Így például:

- hatásaik,
- hatások száma (egy és több funkciós adalékok),
- fém tartalmuk (hamutartalmúak vagy hamumentesek),
- az alkalmazás területétől szolgáló kenőanyagok típusa szerint.

A kenőanyagokban kifejtett hatásaik szerint a következő adalékokat különböztetjük meg:

**kopási és súrlódási viszonyokat javító adalékok:**

- súrlódáscsökkentők,
- kopásgátlók (AW-antiwear),
- berágódásgátlók (EP-extremepressure);
- viszkozitás- és viszkozitásindex-növelők,
- dermedés (folyás) pont-csökkentők,
- detergens-diszpergens adalékok:
  - o hamutartalmúak,
  - o hamumentesek;
- oxidációgátlók,
- fémdezaktivátorok,
- korróziógátlók,
- habzásgátlók,
- binocidok,
- emulgeátorok,
- demulgeátorok,
- színezékek,
- szagosítók,
- egyéb adalékok. (pl. elasztomer-kondicionálók stb.)

A legnagyobb mennyiségben alkalmazott (motorolaj) adalékok esetében az előzőekben felsorolt hatásuk szerint osztályozott adaléktípusok egy másik szempont szerint a következő főbb csoportokra is oszthatók:

**felületen hatékony adalékok:**

- detergenssek,
- diszpergenssek,
- nagynyomású/kopásvédő adalékok,
- súrlódáscsökkentők,
- korrózió- és rozsdagátlók.

**olajminőséget javító adalékok:**

- viszkozitásindex-növelők,
- folyáspont-javítók,
- elasztomer kondicionálók (szintetikus szénhidrogének esetén!).

[<eleje](#)

**olajvédő adalékok:**

- öregedésgátlók,
- fémdezaktivátorok,
- habzásgátlók.

#### A kenőanyag adalékokat polaritásuk szerint két nagy csoportra osztják:

- **poláros** adalékok (súrlódás- és kopáscsökkentők, detergens- diszpergens, korróziógátlók, stb.),
- **nem poláros** adalékok (viszkózitás index-növelők, folyáspont-csökkentők, elasztomer-duzzasztók, -kondicionálók stb.).

### 1.3 Kenőzsírok

A zsírok kenőolaj és az olajat szuszpenzióban tartó szerves vagy szervetlen hordozóanyagok keverékei. A legelterjedtebb zsírok fémszappanból készülnek. A nem szappanból készített zsírok többnyire szervetlen sűrítőszeret tartalmaznak, egyes esetekben azonban karbamid sűrítőszeret is használnak.

A plasztikus kenőanyagok csoportjába tartoznak azok az anyagok, amelyeknek konzisztenciája a környezeti hőmérsékleten alaktartó. Közéjük tartoznak azok a kenőanyagtulajdonságokkal rendelkező, de szoros értelemben nem zíryszerű termékek is amelyek különböző sűrítőanyagok keverékeiből, vagy oldataiból állnak. (pl. bitumenek, viaszok, petrolátumok, stb.) A szűkebb értelemben vett, általánosságban elterjedt kenőzsírok kolloid rendszerek, gélek. **Folyékony fázisuk kőolajból gyártott vagy szintetikus** (pl. diészter vagy szilikon) **kenőolaj**, amelyeket különböző anyagokkal vagy eljárásokkal sűrítenek. A **szilárd fázist** általában az olaj diszperz állapotban lévő sűrítőanyag, a **szappan képezi**. Tartalmazhatnak más olyan komponenseket, adalékokat is amelyek speciális tulajdonságokat kölcsönözhetnek a kész kenőzsírnak.

A zsírkenés előnyei:

- Egyszerű megoldás (nem folyik el)
- Por, nedvesség, szennyező nem jut be
- A zsír könnyen bejuttatható
- Hosszú használati idő (élettartamkenés)
- Állás esetén is véd

A kenőzsírok fő felhasználási területe a gördülőcsapágyak kenése (75%)

A kenőzsírokat szokás **keménységük és cseppenéspontjuk** alapján osztályozni. A leglágyabb zsír jelzőszáma: 000, míg a nagyobb számok (00-8) a keményebb zsírokra utalnak.

A különböző kenőzsírokat felhasználásuk alapján az alábbiak szerint csoportosítjuk:

**K-** Kenőzsírok gördülő- és csúszócsapágyakhoz

- KP - EP- és/vagy AW -adalékot tartalmaz
- KF - Szilárd kenőanyagot tartalmaz
- KPF - EP és/vagy AW és szilárd adalékot tartalmaz

<[eleje](#)

**G** - Kenőanyagok zárt hajtóművekhez

**OG** - Kenőanyagok nyitott hajtóművekhez

**M** - Kenőanyagok csúszócsapágyakhoz és tömitésekhez

### **A K - típusú gördülő- és siklócsapágy kenőzsírok felhasználása**

A gépelemek kenésére elsősorban a "K" típusú kenőzsírokat használják. A K-típusú kenőzsírok NLGI O-tól 4-ig terjedő konzisztencia osztályba tartozó kenőanyagok, gördülő és siklócsapágyak, valamint csúszó felületek kenésére, amelyek ásványolaj és/vagy szintetikus olajalapon, szappan, illetve nem szappan típusú sűrítővel készülnek. A felhasználási cél szerint szerkezet- és tulajdonságjavító adalékot és/vagy szilárd adalékot tartalmaznak.

#### **Az adalékolásból adódik a következő felosztás**

##### **KP kenőzsírok**

A **K** kenőzsírt adalékolják, hogy a súrlódást és kopást a vegyes súrlódási tartományban is csökkentsék és/vagy a gépelem teherbíró képességet emeljék. Az adalékolt **K** típusú kenőzsír **P** kiegészítő betűjelet kap.

##### **A KP kenőzsír**

ezáltal alkalmas olyan gördülőcsapágyak kenésére is, amelyek egyenértékű dinamikus terhelése  $F_{egy} > 0.1 C$  dinamikus alapterhelésnél.

##### **KF kenőzsírok**

A szilárd adalékolású **K** kenőzsírok **F** kiegészítő betűjelet kapnak. A **KF** kenőzsírok kiválasztásánál figyelembe kell venni a súrlódó párok anyagának tribomechanikai és/vagy fizikai tulajdonságait éppúgy, mint a környezeti hatásokat (léggöri nyomás vagy vákuum; száraz, párás vagy nedves környezet).

##### **KPF kenőzsírok**

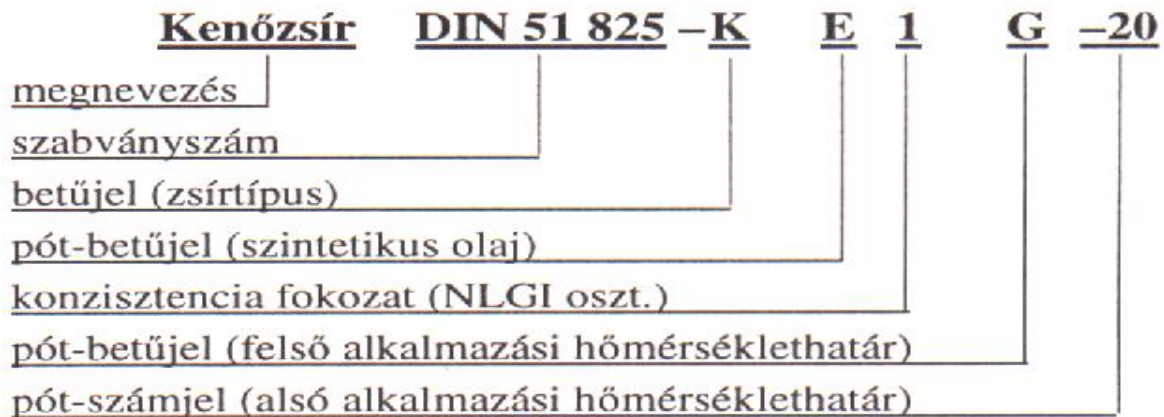
A **K** kenőzsír egyaránt tartalmaz súrlódás- és kopásmódosító adalékot (**P**), illetve szükségkenést biztosító szilárd adalékot (**F**) ezért **P** és **F** kiegészítő betűjelet kap. A **KPF** kenőzsírokat különös gonddal kell az adott helyhez és felhasználási körülményhez kiválasztani.

A szintetikus olaj alapon előállított **K** kenőzsírok a DIN 51 502 szabvány 01 táblázata szerint a 3-as csoport jelzést kapják.

#### **Követelmények :**

A K-kenőzsírok legyenek homogének, törésállóak és lehetőleg légmentesek. Szakszerű tárolás mellett a szinerezisük (olajkiválásuk) kis mértékű legyen. A kenőzsírok NLGI osztályozását a DIN 51 502 szabvány 9 táblázata, a kiegészítő betűjeleket ugyancsak a DIN 51502 10 és 11. táblázatai tartalmazzák **(1.5. ábra)[9]** [<eleje](#)

**Megjelölés:** A **K** kenőzsírok jelölési rendszere a következő:



**1.5. ábra**

#### 1.4 Sűrítőanyagok

##### **Kalciumszappan - vagy mészsappan**

alapú kenőzsírokat használnak 66°C hőmérsékletig csapágyak kenésére. E hőmérséklet felett a zsír hajlamos szétválni, és hűtéskor már nem alakul vissza eredeti állapotába. Cseppenéspontja kb. 93°C.

##### **Nátriumszappan - vagy nátriumkarbonát**

alapú kenőzsírokat 121°C hőmérsékletig lehet használni. A hőmérséklettartomány felső határánál tömítő tulajdonságuk csökken, de kenési tulajdonságuk változatlan. A nátriumkarbonát- alapú zsírok cseppenéspontja kb. 103°C.

##### **A lítiumszappan**

bázisú zsírok jó kenőhatásukkal tűnnek ki széles hőmérséklettartományban. Elfogadhatóan ellenállnak a víznek, és oxidációs stabilitásuk is jó. Cseppenéspontjuk 177 °C felett van, maximális üzemi hőmérsékletük pedig kb. 149°C.

##### **A báriumszappan**

alapú zsírok jól ellenállnak a víznek. Cseppenéspontjuk 260 °C felett van. Ezeket a zsírokat széleskörűen alkalmazzák gépkocsiknál.

[<eleje](#)

##### **Az alumíniumszappan**

alapú zsírok is igen jól ellenállnak a víznek. Elterjedten alkalmazzák kis sebességű golyós és görgős csapágyak, valamint gépkocsiknál alvázelemek kenésére, (cseppenéspontjuk kb. 77 °C).

### **Az ólomszappan**

bázisú zsírok jó nyomásálló tulajdonságúak.

Nagy igénybevételű fogaskerék hajtások kenésére használják.

### **1.3.2 A kenőzsírok tulajdonságai;**

#### **Szín, külső jelleg**

A legtöbb gépszír természetes állapotban barna vagy zöld színű. A zsírok átlátszatlanok, ill. vékony rétegben áttetszők. Durva eloszlásban vizet vagy töltőanyagot tartalmazó gépszírok felkent rétegének még a szegélye sem áttetsző. A gépszírok színe nagyrészt a főalkotó olajtól ered, de a bennük levő szappantól és az egyneműsítés mértékétől is függ. Egyes gépszírokat megkülönböztetés céljából megfestenek, ennek azonban a minőség szempontjából semmi gyakorlati jelentősége nincsen.

Fontos hogy a gépszír jól tapadjon ujjunkhoz és zsírszerű legyen; üveglapra kenve és fémlapátkával megdolgozva feltétlenül egynemű legyen, s két üveglap közé kenve, az üveglapok elmozdítása során ne adjon csikorgó hangot és ne mutassa karc nyomát.

#### **Víztartalom**

Egyes gépszírtípusok szerkezetének és megfelelő állagának kialakításához feltétlenül szükség van 1-2% víz jelenlétére, mások viszont még nyomokban sem tartalmazhatnak vizet.

#### **Cseppenéspontnak**

nevezzük azt a hőmérsékletet, amelyen az olaj kiválik a zsírból. Gyakorlati szabály, hogy valamely zsírral kent súrlódási hely maximális üzemi hőmérsékletének legalább 27,5°C-al kell kisebbnek lennie a zsír cseppenéspontjánál.

#### **Hamutartalom**

A gépszírok készítése során a természetes vagy szintetikus zsiradékot, ill. zsírsavakat lúgos anyagokkal szappanosítják el. Ezeket néha feleslegben adagolják, s esetleg még szilárd töltőanyagokat is használnak. Ha a kenőzsír kis mintáját tégelyben óvatosan elhamvasztjuk és a maradékot kiizzítjuk, a visszamaradt, el nem égő alkotórészek adják a gépszír hamutartalmát.

Gyakori az a nézet, hogy valamely gépszír annál jobb minőségű, minél kisebb a hamutartalom. Nagyobb szappantartalom azonban önmagában még nem káros, legfeljebb fölösleges. A gyártó szempontjából előnyös az a törekvés, hogy a gépszírt a minimális szappantartalommal készítse.

Szokásos a gépszír elhamvasztása utáni maradékát kénsavval lecseppenteni, és így szulfát-hamuvá átalakítani.

[<eleje](#)

#### **Folyáspont**



A gépszír folyáspontja az a hőmérséklet, amelyen meghatározott körülmények között, a szabványos tartóedényke alsó kifolyó nyílásán félgömb alakú domborulat jelentkezik; cseppenés pedig az a hőmérséklet, amelyen az olvadó gépszír első cseppje lecseppen.

A gépszírok cseppenés-, ill. folyáspontja tájékoztat a kenőzsírok használhatóságának felső hőmérséklethatáráról.

Ennek a célnak a vizsgálat többé-kevésbé meg is felel, feltéve, ha figyelembe vesszük, hogy a zsírok egy jelentős csoportja (pl. a kalcium- és báriumzappannal készült zsírok) már cseppenéspontjánál 20 C°-kal alacsonyabb hőmérsékleten olyan állapotba kerül, hogy vele biztonságosan kenni már nem lehetne.

### **Penetráció, állag (konzisztencia)**

Egy szabványos méretű, hegyesszögű kúp - szabványos készülékben előirt hőmérsékleten és körülmények között 5 mp alatt - benyomul a vizsgálandó gépszírba: a tizedmilliméterekben kifejezett behatolás számszerű értéke a penetráció (behatolás). Minél keményebb a zsír, annál kisebb a penetrációs érték. A zsír szabványos megdolgozása, törése után is szokásos a penetráció mérése.

A két érték különbségéből következtetni lehet a kenőzsír üzem közbeni viselkedésére, várható lágyulására. Minél nagyobb a különbség a törés előtt és után mért penetrációs érték között, annál nagyobb a gépszír hajlama a használat közbeni nagymértékű, előnytelen lágyulásra.

A konzisztencia elnevezést gyakran használják az állag, szerkezet struktúra helyett. Minősítésére kialakult vizsgálati módszerek nincsenek, számszerűen tehát nem értékelhető. A gépszírokat külsejük alapján szálhúzó, gumis, sima, grízes, rugalmas, szálas stb. jelzőkkel különböztetik meg.

A szerkezet megismerése szempontjából a mikroszkópiai vizsgálat is igen hasznos tehet. A zsír egyneműsítéséről, szennyeződéseiről ad jó tájékoztatást.

### **Oxidációs stabilitás**

Felhasználás közben, elsősorban magasabb hőmérsékleten a levegő oxigénje reakcióba léphet a gépszírok alkotóelemeivel.

A keletkezett vegyületek a gépszír kémiai tulajdonságait megváltoztathatják (pl. korróziót okozhatnak a keletkezett vegyületek), és ennek folytán fizikai tulajdonságait is ronthatják. Az oxigénnel szembeni ellenállás meghatározására gyorsított laboratóriumi módszereket dolgoztak ki, amelyek során „bombában”, oxigénatmoszférában, nyomás alatt mérik az oxidációs stabilitásra jellemző, indukciós periódust.

### **Korróziós tulajdonság**

A gépszírok általában akkor okoznak korróziót, ha szabad savat vagy a megengedettnél nagyobb mennyiségű szabad lúgot tartalmaznak. E rendkívül veszélyes hatás miatt a korróziót okozó zsírokat nem szabad használni.

A vizsgálat során meghatározott körülmények között, meghatározott időre a zsírba réz- vagy acéllemezt merítenek, amelyek felületén a legkisebb elváltozás sem mutatkozhat.

A vizsgálatok másik csoportjába a gépszírok használata által elérhető korrózió elleni védelem megfigyelése tartozik. Ennek során gépszírral bevont fémlemezeket tesznek ki m [<eleje](#) hőmérsékleten vízgőz hatásának.



## Szinerézis

A gépszírok szappanok és ásványi kenőolajok keverékei, ezért szerkezetük nem feltétlenül állandó. Különösen vonatkozik ez a vizet is tartalmazó zsírokra, amelyeknek emulziós szerkezetét jórészt az olajos fázisban finoman eloszlatott víz biztosítja.

Ha az alkotók (kenőolaj, szappan és víz) közötti arány nem tökéletes, vagy a kolloid stabilitás valamely okból nem megfelelő, a gépszír (azonnal vagy idővel) bomlik, a gél-szerkezet összehúzódik és olajat nyom ki magából; ez a szinerézis jelensége. A gyakorlatban ez rendkívül káros, mert ha a kenés helyéről kicsurog az olaj, a visszamaradt szappan már nem tudja a kenési feladatot ellátni. A gépszírnak tehát nemcsak állás közben, de mechanikai igénybevétel után sem szabad az olajat kieresztenie

## Szabad sav, szabad lúg, elszappanosítási szám

Az általános előírások a legtöbb esetben megkövetelik, hogy a gépszír semleges vagy enyhén lúgos legyen. Ha a gépszírnak mérhető savszáma van, az a szappanná át nem alakult zsírsavaktól származik, ez pedig korróziós veszéllyel jár. Mérhető elszappanosítási szám el nem szappanosított zsíradékok (gliceridek) jelenlétére utal. Mivel ezek kevésbé állandóak mint a szappanok, jelenlétük káros.

Az enyhén lúgos kémhatás nem káros, mert a gépszírok így is megfelelő stabilitásúak, az erősen lúgos kémhatás azonban korróziós veszélyt rejt magában. A kenőolajokhoz hasonlóan, a gépszíroknál is meglehetősen bonyolítják a helyzetet az egyébként kitűnő minőségű és hatásos, de savas vagy lúgos jellegű adalékok. Ez is egyik oka annak, hogy a gépszírok minősítésére a fizikai állandók a legkézenfekvőbbek.

## Víztaszító képesség

A víztaszító képesség egyes gépszír-féleségeknek a felhasználás szempontjából talán legfontosabb tulajdonsága. A gépszír típusától, elsősorban a benne levő szappan minőségétől függően a gépszírok vízzel elegyedhetnek, vagy taszítják a vizet. Az első esetben a gépszír szerkezete, állaga teljesen megváltozhat, és a gépszír használhatatlanná válik. Megfelelő víztaszító képesség esetén viszont ez a káros jelenség nem fordulhat elő. Rendkívül fontos tehát a kenési helyekre megfelelő típusú zsír kiválasztása.

## Látszólagos viszkozitás.

A gépszírok látszólagos viszkozitásán a Piseuille - egyenlet szerint számított nyírófeszültség és a nyírási sebesség viszonyt értjük. A gépszíroknak, mint anomális folyási tulajdonságú rendszereknek, a látszólagos viszkozitása tehát a nyírófeszültség függvénye. Ha a látszólagos viszkozitást ismerjük, rendkívül értékes adatunk van a zsír használhatóságáról.

[<eleje](#)

Alapolaj típusok	Ásványolaj eredetű*	Poli(alfa-olefin)ek	Poliglikolok (PAG)	Észterek**	Szilikon olajok	Perfluor alkil éterek
Viszkózitás, 40°C-on mm <sup>2</sup> /s	2...1500	15...1200	20...2000	7...4000	4...10000	20...650
Dermedéspont °C	+10...-50	-20...-50	+10...-40	-10...-60	-60	-30
Lobbanáspont °C	220	230	200	220	300	-
Párolgási veszteség %	közepes-nagy	kicsi-közepes	közepes-nagy	kicsi-nagy	kicsi	nagyon kicsi
Vízállóság	jó	jó	jó	jó-közepes	jó	jó
VT tulajdonság	közepes	jó-közepes	jó	jó-nagyon jó	nagyon jó	nagyon jó
Viselkedés nagy hőmérsékleten	közepes	jó	jó-közepes	jó-közepes	nagyon jó	nagyon jó
Telherhordó képesség	nagyon jó <sup>(1)</sup>	nagyon jó <sup>(1)</sup>	nagyon jó <sup>(1)</sup>	jó	rossz	jó-közepes
Elasztomerekkel való kompatibilitás	jó-közepes	jó-közepes	jó-közepes	közepes-rossz	nagyon jó	nagyon jó
Árviszony	1	6	4...10	4...10	40...100	200...800

1.1 táblázat

### Szilárdsági tulajdonságok

E gyűjtőnéven a gépzsíroknak a különböző mechanikai hatásokkal szemben mutatott ellenálló képességét értjük. Az e csoportba tartozó vizsgálatok: folyási határ megállapítása, szakítással szembeni ellenállás mérése, gördülési stabilitás mérése, a tixotrópia még nem érték el a szabványosítás szintjét, de az erre irányuló módszerek rohamosan fejlődnek. Végezetül néhány, a gyakorlatban szélesebb körben használatos kenőzsír, jellemző tulajdonságaival **1.1 táblázat** –ban.[9]

### 1.4. Szilárd kenőanyagok

Igen sok szilárd kenőanyag csökkenti az egymáson csúszó felületek súrlódását és kopását.

Legismertebbek ezek közül:

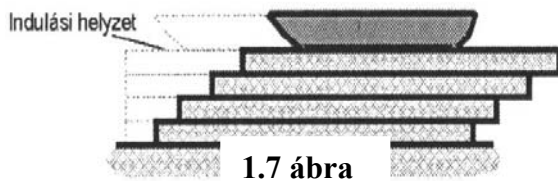
- **grafit**
- **molibdén-diszulfid**
- **PTFE** (politetrafluoretilén), ami a gyakorlatban **teflon** néven terjedt el.

Ezen kívül számos más anyag, pl. a csillám, talkum, wolfram-diszulfid kadmium-jodid, ólomkarbonát, ólomoxid, klór-trioxid és hasonlókat alkalmazását javasolják bizonyos esetekben.

Egyes szilárd kenőanyagok bizonyos tekintetben hasonló szerkezetűek, mások azonban igen erősen eltérőek. Mindenek előtt ki kell emelni, hogy majdnem minden szilárd kenőanyag folyási határa egyéb szilárd anyagokhoz viszonyítva igen alacsony, tehát a szilárd kenőanyagok plasztikusan könnyen deformálódhatnak.

A grafit, molibdén-diszulfid és csillám valamint néhány más anyag, a kenés szempontjából jellegzetes tulajdonsága, nagymértékű anizotrópiájuk. **(1.7.ábra)**[7]

<[eleje](#)



Ezeknek **rétegrácsuk** van, és így **lemezes szerkezetűek**. A legtöbb szilárd kenőanyag feltűnően jól tapad a fémfelületeken, de ezek közül kivételt képez a PTFE, amely anyag szinte semmi más felületen nem tapad.

A szilárd kenőanyagok hatásmechanizmusa ez idő szerint még nem kellően tisztázott. A grafit és  $\text{MoS}_2$  súrlódási tényezőjét igen gyakran ezen anyagok rétegszerkezetével hozzák kapcsolatba. Ezek a lemezekre merőlegesen ható nyomásnak nagymértékben ellenállnak, de a lemezekkel egy síkban ható nyomóerő hatására igen könnyen eltolódnak, deformálódnak. Érdekes az a megállapítás, hogy a grafitnak vákuumban igen nagy a súrlódása, mely csak akkor csökken, ha vízgőz nyomai vannak jelen, vagy bizonyos szerves anyagot adnak hozzá. Nyilvánvaló, hogy bizonyos adszorbeált idegen anyagok szükségesek ahhoz, hogy a súrlódás és a kopás alacsony értékű legyen. Ez is az adszorpciós rétegek nagy jelentőségét bizonyítja. Ezzel ellentétben a molibdén-diszulfid súrlódása vákuumban nem változik lényegesen. Tehát, bár mindkét anyagnak rétegrácsa van, a kenés mechanizmusa valószínűleg mégis eltérő. Rendszeres vizsgálatok során nagyszámú anorganikus vegyületet tanulmányoztak, melyeknek rétegrácsa van. Ezek közül azonban legtöbbnek nincs jelentős kenőhatása. Ezért mondhatjuk, hogy a rétegrács egymagában nem lehet alapvető oka a szilárd kenőanyagok kenőképességének.

Más magyarázatok abból indulnak ki, hogy a szilárd kenőanyagok plasztikus anyagok és ezért két súrlódó felület között úgy viselkednek, mint a folyadékok. Ennek megfelelően a kenés az áramlási kenéshez hasonló jelenségeken alapszik. Ez ellen szól az, hogy igen gyakran rendkívül kis anyagmennyiségek érzékelhető hatást fejtenek ki. A kenőhatást ezért ismét más elképzelések szerint egyszerűen a felületi jóság (minőség) javulásával magyarázzák. Ennek során feltételezik az igen apró finom szilárd részecskék polírozó hatását, vagy azt állítják, hogy e szilárd részecskék tapadó képessége a fémfelületen rendkívül nagy. Végezetül feltételezik azt is, hogy a szilárd kenőanyag kémiai reakcióba lép a fémfelülettel, pl.  $\text{MoS}_2$  esetén, annak vasfelületén vasszulfid képződik. Ezzel szemben a PTFE nem tapad, nem políroz és valószínűleg kémiailag sem reagál. Nagyon valószínű tehát; hogy különféle szilárd kenőanyagok esetén a fellépő kenőhatást különféle tulajdonságok javára kell írni.

A szilárd kenőanyagok erősen kell kapcsolódnuk a fémfelülethez. Egyes típusok pl. a grafit és  $\text{MoS}_2$  már egymagában jól tapad a legtöbb szerkezeti anyagon. Hatásuk annál jobb, minél egyenletesebben és minél erősebben tapadva oszlanak el a felületen. Igen sima és kemény felületeken a tapadás gyakran rossz.

Ezért előnyös, ha a felületeket foszfátosztatjuk, vagy valamely más előkezeléssel tesszük alkalmassá szilárd kenőanyagok felvitelére.

Az  $\text{MoS}_2$ -t általában valamilyen zsírban, olajdiszperzióban vagy pasztában alkalmazzák oxidáló légkörben a  $\text{MoS}_2$  alkalmazhatóságának felső határa  $399^\circ\text{C}$ .

A grafit  $399^\circ\text{C}$  hőmérséklet felett is megőrzi kenőképességét.

## 1.5 Szintetikus kenőanyagok

Számos szerveskémiai készítmény külsőre olajszerű, kenőolajokra emlékeztető viszkózus anyag, s ha kenésre is alkalmas, szintetikus kenőolajként használható.

A kenőolaj jellegű, szintetikus termékek száma rendkívül nagy, csak a legfontosabbakat soroljuk fel.

### Telítetlen szénhidrogének polimerizációs termékei

A propilén, butilén, pentilén telítetlen szénhidrogének polimerizációs termékei 80-140 viszkozitási indexű kenőolajszerű anyagok. A termékek tulajdonságai az alapanyagtól és polimerizáció fokától függenek. Hő és oxidációs stabilitásuk meglehetősen gyenge, már viszonylag alacsony hőmérsékleten depolimerizálódnak.

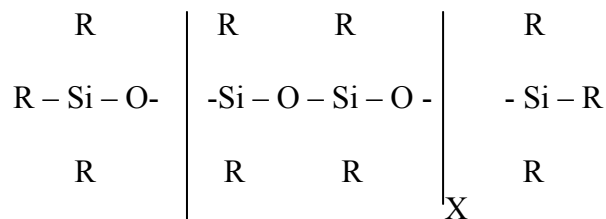
### Poli-alkil-glikolajok (Ucon olajok)

Telítetlen szénhidrogének oxidjainak és alkoholnak polimerizált reakciótermékei a poli-alkil-glikol olajok. Ezek igen alacsony dermedéspontú (-25) – (60°C) nagy viszkozitás indexű (135-150), viszonylag jó oxidációs és hőstabilitású olajok, depolimerizációs ellenállásuk inhibitorral (pl. aromás aminok) fokozható.

Számos célra, pl. motorolajként is előnyösek, különösen hideg üzemben, ahol kerülni kell a lerakódásokat. Előállításuk meglehetősen költséges, a mai technológia szerint többszöröse az ásványi kenőolajokénak, egyes különleges kenési feladatokra mégis használjuk őket.

### Szilikonolajok

A különböző alkil- (metil, etil, fenil)- sziloxánok polimerizációjával különböző viszkozitású, olajszerű folyadékok egész sora állítható elő, amelyeknek sok tulajdonsága az ásványi kenőolajokét messze felülmúlja. A



alapképletű (ahol R metil vagy etil, vagy fenil stb.) szilikon folyadékok viszkozitása a polimerizáció fokától függően, orsóolajtól hengerolajig terjedhet, viszkozitási indexük 150-220, dermedéspontjuk pedig -70 C° alatt is lehet. 200-250°C-ig igen jó az oxidációs és hőstabilitásuk. Mérsékelt terhelte berendezésekben kitűnően használhatók. Előállítási költségük sokszorosa az ásványi kenőolajokénak, de egyes különleges helyeken (pl. repülőgépek hidraulikus berendezéseiben) gyakran használják őket. Rendkívül alacsony ( $4 \times 10^{-8}$ ) gőznyomásuk miatt diffúziós szivattyúk kenésére kitűnően beváltak.

### Diészterolajok

[<eleje](#)

Elágazó láncú alkoholok és kétbázisos szerves savak reakció-termékei, amelyek viszonylag kis viszkozitású (orsóolajszerű), 120-155 V.I.-ü és -100 C° alatti dermedéspontú készítmények. Rendkívül alkalmasak - különleges alacsony hőmérsékletnek kitett berendezések, repülőgép szerkezetek, gázturbina csapágyak és hidraulikák kenésére.

### Fischer-Tropsch szintézissel előállított olajok

Fischer- Tropsch-féle kémiai reakció:



E reakció során ásványolajhoz hasonló terméket kapunk, amely megfelelő eljárásokkal szétválasztható és motorhajtóanyag és egyéb termékeken kívül kenőolajok előállítására is alkalmazható. Gyakori eljárás a Fischer- Tropsch szintézis során kapott gázok és könnyű frakciók kenőolajokká polimerizálása is. Ezek általában közepes V.I.-ü, közepesen alacsony dermedéspontú, közepes stabilitású olajok, amelyek megfelelő technológia szerint árban is versenyképesek lehetnek az ásványi kenőolajokkal.

### "Voltol" olajok

Ha az ásványi kenőolajokat hosszabb ideig csendes elektromos kisütéseknek (voltolizálás) tesznek ki, polimerizációs és kondenzációs reakciók játszódnak le benne, s az olaj viszkozitása és V.I-e rendkívül megnövekszik. Az így kapott termékeket nem is annyira önmagukban, hanem más, ásványi kenőolajok feljavítására adalékként használják, pl. valamely olaj V.I.-ét 10% Voltol olaj 50-ről 100-ra emeli. Ezen kívül az olajok oxidációs stabilitását és kenőképességét is javítja. A Voltol olajok széleskörű elterjedésének egyetlen akadálya az előállítás rendkívüli energiaigénye.

Napjainkban - fontosságára való tekintettel - a szintetikus kenőolajok előállítása rendkívül dinamikusan fejlődik.

## 1.6 Kenésállapotok, vizsgálati eljárások

### *A Kenőanyagok szerepe a tribológiában*

A súrlódó testek között jelenlévő "harmadik test" a kenőanyag nagymértékben csökkenti a kopás sebességét. A fémek felületén még ún. fémtiszta állapotban is jelen van bizonyos vastagságú "közbenső anyag" és oxidhártya. Ezt az adszorpciós fém felületén megkötött gáz, vízgőz, szerves vegyület, kenőanyag maradványok alkotják, vastagsága 10-100 Å<sup>0</sup>. Az oxidréteg vastagsága a fém tulajdonságaitól, állapotától függően 100 -1000 Å<sup>0</sup>. Így száraz súrlódásról csak előzetesen, vagy vákuumban (10<sup>-3</sup> - 10<sup>-4</sup> torr nyomáson) hosszú ideig hevített fémek esetében beszélhetünk.

**A kenés a súrlódási tényezőt, a kopást csökkentő anyag bevitele az egymáson elmozduló felületek közé.**

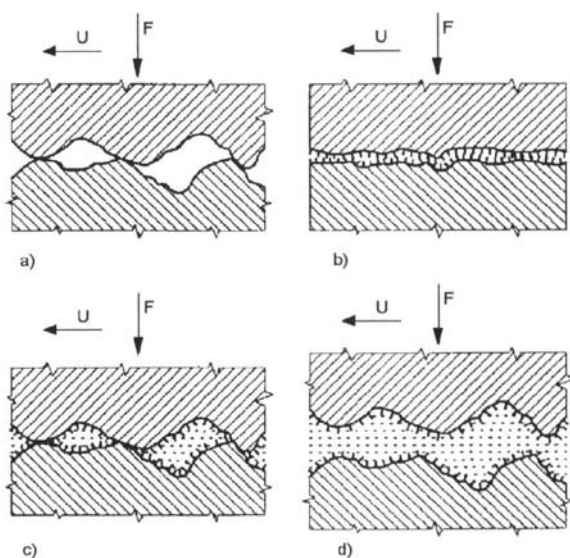
[<eleje](#)



A kenőanyagok különleges szerkezetű, poláros molekulákból felépített, jól adheráló, viszonylag kis belső súrlódású, kis viszkozitású anyagok.

### A kenőanyagok funkciói a következők:

1. az egymáson elmozduló gépkatrészek súrlódásának csökkentése azáltal, hogy a kenőanyag a súrlódópárok közé bejutva, megszünteti a fémes érintkezést.
2. a súrlódópárok korróziójának megakadályozása azáltal, hogy a kenőanyag meggátolja egymással, valamint a levegővel való érintkezést
3. a súrlódópárok hűtése,



1.8 ábra

4. gázokkal és folyadékokkal szembeni tömítés elősegítése,

5. a kopási termékek elszállítása a súrlódó felületek közül.

A kenőanyag rétegvastagságától, továbbá az igénybevétel módjától függően az alábbi **súrlódási állapotokat** különböztetjük meg (1.8. ábra)[9]

#### Tiszta folyadéksúrlódás

A kenőanyag vastagsága nagyobb mint a súrlódó felületek egyenetlenségei (1.8/d ábra) A súrlódási tényezőt a kenőanyag viszkozitása határozza meg. Ekkor beszélhetünk **hidrodinamikai kenésről**.

Folyadéksúrlódás esetén nincs kopás, kivéve, ha a súrlódó felületek közé abrazív anyagok kerülnek vagy ha a kenőanyagban ébredt hidrodinamikai feszültségek, nyomások olyan nagyok, hogy azokat a súrlódó elemek anyaga tartósan nem képes elviselni.

#### Részleges folyadéksúrlódás

Akkor következik be, amikor a fémfelületek már olyan közel jutnak egymáshoz, hogy egyes kiálló pontokon fémesen is érintkeznek, (1.8/c ábra) A tiszta **folyadéksúrlódás** csak meghatározott feltételek között tartható fenn. A gyakorlatban előforduló változatai az igénybevétel feltételeitől függően az alábbiak:

##### a) Könnyű, részleges folyadéksúrlódás

Ebben az esetben a folyadéksúrlódás hatása még jelentős. A kiálló csúcsok fémes érintkezése villanásszerű. A folytonos olajfilm csak a másodperc töredékére szakad meg. Az elmozdulás sebessége, a fajlagos nyomás kicsi. Ilyen súrlódási állapot következik be bő kenés esetén is indulás, leállítás vagy a sebességváltozás átmeneti szakaszában, ha a kenőanyag nem megfelelő viszkozitású.

## b) Nagyhőfokú részleges folyadéksúrlódás

A nagy súrlódási hő következménye. Nagy fordulatszámú csapoknál fordul elő, aránylag alacsony testhőmérséklet esetén. A villanásszerű érintkezés hőfoka a mérsékelt hűtőhatás folytán már igen nagy lehet, és helyi megolvadást is eredményezhet. Kiküszöbölhető nagy hőállékonyságú kenőanyagokkal, a felületi simaság fokozásával vagy pedig az egyik súrlódó elem keménységének csökkentésével (annak kisebb olvadáspontja a berágódást meggátolja).

## c) Nagynyomású részleges folyadéksúrlódás

A nagy fajlagos nyomás, kis elmozdulási sebesség esetén, görgős csapágókban, fogaskerekeken, lengő mozgást végző csapokon fordul elő. A fémes érintkezés állandó kialakulása meggátolható öblítő, hűtő kenéssel, nagy viszkozitású anyagok használatával.

## Határsúrlódás

Ez esetben a kenőanyag **filmvastagsága** néhány molekula rétegnyi. **(1.8/b ábra)** Ez a film azonban rendkívül erősen kötődik a fémek felületére, a fémes érintkezést kis vastagsága ellenére is meggátolja. Nagy nyomószilárdságú, mint valami kristályos anyag, képlékenyen alakul. Szétfeszítő, ékelő hatású, a súrlódó felületeket igyekszik eltávolítani egymástól. Poláros molekulái intenzíven kúsznak a felületen, így a felület fémes részeit igyekeznek befedni.

A kenőanyag viszkozitása itt már nem játszik szerepet, tehát a súrlódási tényező nagyságát az előbb említett tulajdonságok szabják meg határsúrlódás esetén.

Az átmenet a folyadéksúrlódásból a határsúrlódásba lassú és fokozatos. Ebben az esetben a kopás annál kisebb, minél kisebb a felület érdessége és minél jobb a kenőanyag tapadó képessége.

A határsúrlódás különleges esete az **extrém határsúrlódás**. **(1.8/a ábra)** Nagy helyi nyomás, tartós csuszás esetén áll be. Hűtéssel nem ellensúlyozható hőfejlődéssel jár. A fémes súrlódás a felület túlnyomó részére, az erős hőfejlődés pedig az egész felületre kiterjed. Ebben az esetben a kopás csak különleges kenéssel gátolható meg.

A fentiekben leírt határsúrlódás az esetek többségében még indításkor is fennáll. Abban az esetben, ha nem áll fenn, akkor száraz súrlódásról beszélünk. Ekkor az érdesség csúcsai úgy csúsznak el egymáson, hogy azokat nem választja el egymástól kenőanyag. Ekkor lép fel a legnagyobb kopás, ekkor fenyeget legjobban a berágódás veszélye.

## **Ha a terhelés igen nagy, akkor a szerves kenőrétegek hatástalanná válnak és fennáll az egymáson elmozduló felületek hegedésének a veszélye.**

Ennek a lényege, hogy a súrlódás során ütköző felületi csúcsok a hővillanások következtében annyira felizzanak, hogy összehegednek.

A hajtómű energiája elegendő ezen mikrohegedések elszakítására, de a szakadás rendszerint nem a hegedés helyén következik be, tehát azzal jár, hogy valamelyik felületrészből fémrészek szakadnak ki, különösen ott, ahol a felületi réteg hajszálrepedések miatt amúgy is laza.

E folyamat sorozatos ismétlődése a felület igen intenzív, egyenetlen lepusztulására vezet. Ha a terhelés az előzőnél is nagyobbra nő, akkor összefüggő felületelemek is összehegednek és a

mozgás megáll. Ha ilyen körülmények között a hajtómotor energiája elegendően nagy ahhoz, hogy ezt az ellenállást is leküzdje, akkor ez a gépelem töréséhez vezet.

E problémakör ezidáig ismert legjobb megoldása hogy nem hegeszthető felületeket hozunk létre. Ennek egyik útja elvben a nem hegeszthető szerkezeti anyagok párosítása, ami azonban többnyire vagy szilárdsági, vagy gazdaságossági okoknál fogva nem járható.

A másik út nem hegeszthető kemiszorpciós rétegek létrehozása. Erre a célra Cl-t, S-t, vagy P-t tartalmazó szerves adalékanyagokat adnak a kenőanyaghoz. Ilyenkor, ha a terhelés nő, a kenőanyagfilm megszakad és hővillanások lépnek fel az érintkező felületen. E hővillanások hatására a fent említett szerves vegyületek elbomlanak, s a bomlás termékei főleg HCl, H<sub>2</sub>S illetve H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> vagy analóg savak. Ezek a kopás folytán keletkező szűz fémfelülettel reagálnak és kemiszorbeált klorid szulfid, ill. foszfátréteget hoznak létre. E rétegek nem hegeszthetők és így a repedéses kopás megszűnik.

Mihelyt ez az állapot létrejön, a hővillanások száma csökken (egyúttal az átlagos felületi hőmérséklet is mérséklődik) és ezért a savak képződése is megszűnik mindaddig, míg a fémfelületen az egyenletes kemiszorbeált réteget az abrázio idővel lehordja, vagy az megsérül, ekkor a hővillanások száma ismét nő és az előbb ismertetett folyamatok addig ismétlődnek, amíg diszpozibilis adalékanyag van az olajban.

Ilyen módon az adalékok önszabályozó rendszert alkotnak Adott, ún. küszöbhőmérsékleten lépnek működésbe, illetve szűnik meg a hatásuk. Az adalékanyag összetételét úgy kell megválasztani, hogy a termikus bomlás küszöbértéke a gépelem átlagos felületi hőmérsékleti értékével egyezzen meg a normális (adalékolatlan) olaj filmszakadási állapotában.

A kísérletek azt bizonyítják, hogy megfelelő bomlási határhőmérsékletű szerves vegyületek kiválasztásával a hegedési határterheléseket az adalékolatlan olajokhoz viszonyítva 5...9-szeresére lehet növelni.

## 1.7 Mérési módszerek a tribológiában

A **tribológiai vizsgálatok** célja azoknak a törvényszerűségeknek, tribológiai tényezőknek a feltárása, melyek alapján egy adott gépszerkezet

- **üzembiztos működése** (sérülés, berágódás kizárása, stb. )
- **minimális energiavesztése** (kedvező súrlódást tényező) és
- **kellő élettartama** (kedvező kopási viszonyok) biztosítható.

A tribológiai vizsgálat előtt és után meg kell határozni a súrlódó elemek anyag-, geometriai- és felületi jellemzőit, mint pl. összetétel, metallográfiai szerkezet, mikro- és makro keménység, méret- és alak eltérések, felületi érdesség. Mivel a keménység egyéb szilárdsági jellemzőkkel van kapcsolatban, ezért mind a súrlódó felületen, mind az arra merőleges síkokban mért keménységi értékekből fontos következtetéseket lehet levonni a tribológiai folyamat alatt lejátszódó változásokra vonatkozólag.

A súrlódási folyamat során az alábbi **paraméterek** mérése szokásos:

- kopás,
- hőmérséklet,

[<eleje](#)



- súrlódó erő,
- villamos átmeneti ellenállás,
- olajfilm vastagság,
- hangnyomás és zajspektrum.

### A kopás mérése

A kopást, illetve a kopásintenzitás változást a gyakorlatban a következő módszerekkel mérik:

#### a) Hosszméréssel

Ennek során megfelelő pontosságú mérőműszerrel megméri az alkatrész méretét kopás előtt és után. A kopás így közvetlenül kifejezhető milliméterben vagy mikrométerben

b) **Súlyméréssel** a kopás okozta súlycsökkenést állapítják meg.

#### c) Olajminta elemzéssel.

A mérés alapja az, hogy az alkatrészek felületéről levált részecskék a kenőolajba kerülnek. Az olaj fémtartalmának időközönkénti meghatározásával kémiai elemzés útján szétszedés nélkül mérhető a kopás.

#### d) **Radioaktív izotópos vizsgálatokkal**

A kopásnak kitett alkatrészt aktiválják (neutron besugárással vagy sugárzó izotópok beépítésével). Az üzemeltetés során az olaj rádióaktivitásának nyomon követésével határozható meg a kopás intenzitása. Az izotópos módszer rendkívül érzékeny, a kopás sebessége folyamatosan megállapítható, és a kopások is viszonylag jól detektálhatók.

### Hőmérséklet mérése

(felületi hőmérséklet). Legtöbbször **termoelektromos** eljárások használatosak. Szemben az átlaghőmérséklet mérésével igen nagy problémát jelent a felületi hőmérséklet mérése, mert az érintkező felületi csúcson igen nagy hőmérsékleti gradiensek alakulhatnak ki. Egymástól eltérő anyagú fémes súrlódó felületek feszültséget hoznak létre, tehát **természetes termoelemként** működnek

A súrlódó felületeken keletkező különböző fizikai és kémiai állapotú rétegek járulékos termoelemként hatnak, ezért, különösen adalékolt kenőanyag használata esetén - nagyon nehéz a termofeszültség alapján a felületi hőmérséklet meghatározása. Legtöbbször a vizsgált anyagoktól független termoelemeket használnak, amelyeket a súrlódó felületek közelében helyeznek el, Több beépített termoelem segítségével következtetni lehet ugyan a hőmérséklet eloszlásra, de az általában ismeretlen hőmérsékleti gradiens miatt lehetetlen a felületi hőmérsékletnek, illetve az érdességi csúcson rövid idejű hőmérsékletváltozásának, a villanási hőmérsékletnek a meghatározása. Hasonló nehézségekkel találkozunk a kutató a pirometriás mérési módszer alkalmazásakor, mivel a tényleges, pillanatnyi érintkezési felületek a mérés számára hozzáférhetetlenek.

## 1.8 Kenőolaj diagnosztika

A kenőolajok funkcionális tulajdonságai üzemelés közben az őket érő hatások következtében hosszabb-rövidebb idő alatt megváltoznak. A kenőolajok elhasználódása rendszerint az alábbi két fő csoportba sorolható, egyidejűleg végbemenő folyamat eredménye:

- a **kenőolaj öregedése**: a levegő oxigénjének, nagy hőmérsékletnek, fémek katalitikus hatásának és víznek kitett kenőolaj kémiaiilag megváltozik. általában az olaj sötétedésének kíséretében,
- a kenőolaj **elszennyeződése szilárd** szennyezőkkel – pl. por, homok, rozsda, kopásrészeszkék, lakkdarabkák stb. -, idegen **folyadékokkal** - víz, üzemanyag, tisztítószer stb. - és **légnemű** anyagokkal - levegő, gáz stb. hátrányosan befolyásolja a kenőolaj kenési funkcióit, csökkenti a kenőfilm-szilárdságot és fokozza a kent gépelemek kopását

A kenőolajok elhasználódását előidéző alapfolyamatok egymástól elválaszthatatlanok és szoros kölcsönhatásban vannak egymással. A kenőolaj üzem közbeni változásának jellegét és mértékét befolyásoló tényezők az alábbiak:

### A konstrukció jellege

- Olajtöltet mennyisége
- Olaj és levegőszűrő berendezések hatékonysága
- Hőhátartás
- Égési folyamatok
- Nyitott /zárt rendszer
- Szerkezeti anyagok

### A berendezés műszaki állapota

- Karbantartási színvonal
- Elhelyezkedés az élettartamgörbén (kopási stádium)
- Az olajtartály tömítettsége
- A olajkör és a hűtőközeg tömítettsége

### Üzemi viszonyok

- Mechanikai, pl. terhelés
- Fordulatszám
- Hőmérséklet
- Nyomás

### Hajtóanyagok

- A beszívott levegő tisztasága
- Üzemanyag minősége
- Kenőolaj minősége
- Olajfogyasztás, utántöltött mennyiség
- Idegen anyag(ok) jelenléte (szennyeződés)

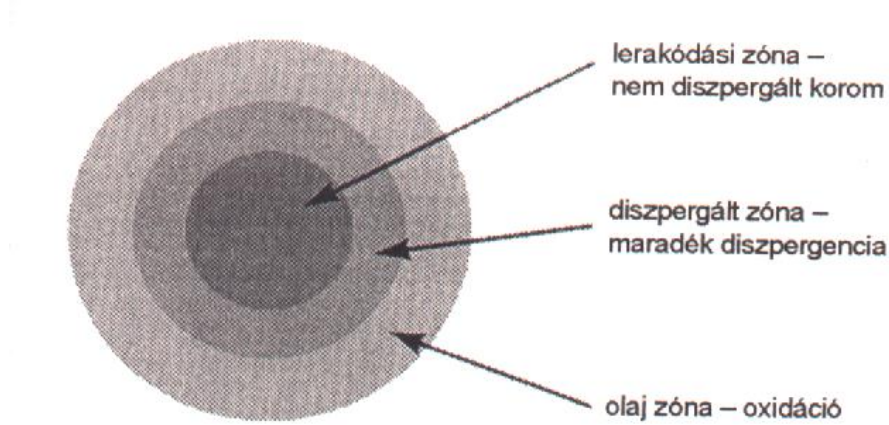
### 1.81 Használt kenőolaj szennyezettségi mérése:

[<eleje](#)

## Foltvizsgálat

(itatóspapír vizsgálat, diszpergencia vizsgálat)

A foltvizsgálat az oldhatatlan anyagok **koncentrációját** méri és a használt olaj **relatív diszpergens hatékonyságára** ad becslést. A papíron hagyott folt jellemzői alapján megállapítható, hogy az olaj rendelkezik-e még diszpergens erővel vagy az oldhatatlan anyagok kiválása az olajból megkezdődött. A folt átlátszóságának optikai értékelésével meghatározható a szennyezők mennyisége (1.9.ábra).[9]



1.9. ábra foltvizsgálat

## Gravimetriás vizsgálati módszer

A súly szerinti meghatározáson alapuló eljárások közös jellemzője, hogy az oldhatatlan anyag mennyiségét szénhidrogén oldószerrel kb. **40-szeres mennyiségűre hígított** olajból választják le és a leválasztott anyagot szárítás után visszamérik. Az elválasztás történhet **centrifugális úton**, **üvegszűrőn** vagy **membránszűrőn**. Az utóbbi pórusátmérője jellemzően 0.45-0,8  $\mu\text{m}$  és különös előnye, hogy a leszűrt olajoldhatatlan szennyezők **mikroszkóp** alatt tovább vizsgálhatóak. Alakjuk és méretük alapján származási helyükre lehet következtetni.

## PQ-index (Particle Quantifier Index)

Az eljárás segítségével a **mágnesezhető részecsketartalom** határozható meg. Az eredmény a részecskemérettől függetlenül a vasrészecskék mennyiségéről ad tájékoztatást. A módszer elve a következő: két, egymással egyensúlyban lévő mágneses mezőt létrehozó mágnesetekercs közé helyezük a mintát, melyet 20 percen át előzőleg ülepítettünk, hogy a vasrészecskék az edény aljára gyűljenek össze. A vasrészecskék zavarják a mágneses mezőt, így az egyensúly eltolódásának mértékéből kiszámítható a mennyiségükre jellemző, mértékegység nélküli indexszám.

## Részecskeszámlálás

A szennyező részecskék **méret szerinti megszámlálása** a legelterjedtebb tisztaságvizsgálati módszer ipari olajoknál. Mérése elsősorban hidraulikaolajok és turbinaolajok üzemi ellenőrzésekor szokásos. Ezen berendezéseknél a kis illesztési hézagok és az érzékeny

szabályozóelemek zavarmentes működéséhez a megfelelő tisztaság elengedhetetlen. A tisztaság kifejezésének az alapja az egységnyi (általában 1 ml) mintában megszámolható különböző mérettartományokba eső részecskék darabszáma. Az egyszerűbb értelmezhetőség érdekében kódrendszerek jöttek létre, melyek széles körben elfogadottá váltak.

ISO-kód (ISO 44066 1987) - a 2, az 5 és a 15-  $\mu\text{m}$ -nél nagyobb méretű részecskék darabszáma szerinti besorolás,

ISO-kód (ISO 4406 1999) - a 4. a 6 és a 14  $\mu\text{m}$ -nél nagyobb méretű részecskék darabszáma szerinti besorolás,

NAS-kód (NAS 1638) - az 5-15, 15-25, 25-50, 50—100, és a 100  $\mu\text{m}$ -nél nagyobb kódszámokból kiválasztjuk a legrosszabbat, és azt vesszük a minta NAS-kódjának.

A részecskék megszámlálására két módszer terjedt el, a **szűrés és mikroszkópos számlálás** rácsozott szűrőpapír segítségével, valamint az **optikai fényút blokkolás** elve alapján végzett mérés. Előbbi rendkívül fárasztó meghatározási módja a részecskeszámnak, ezért ritkán használják. A másik módszer szinte egyeduralgkodó; a mérési elv abban áll, hogy a mintát átvezetjük egy lézerténnel átvilágított optikai cellán, melyen áthaladó részecskék időlegesen útját állják a detektorba jutó fénynek. A blokkolás ideje és mértéke alapján kiszámítható a részecskék mérete és száma.

### **Micropatch eljárás (MPE)**

A mikroszkópos részecskeszámlálás származtatott vizsgálata, ahol a higított és  $5\mu\text{m}$  pórusátmérőjű membránon átszűrt mintából fennmaradó részecskéket morfológiai vizsgálatnak vetik alá. A részecske számlálás vagy összes szennyezőanyag-mennyiség meghatározása opcionális. A mikroszkóp alatti képet referencia-felvételekkel hasonlítják össze és ezek alapján következtetnek a kopás eredetére, típusára.

### **Ferrográfia**

A közvetlen leolvasású (direct reading, DR) ferrográfia segítségével az olajjal nedvesített vasfelületek **kopási folyamatait** figyelhetjük meg. Az eljárás lényege, hogy a kis mennyiségű oldószerrel higított olajmintából a ferromágneses részecskéket elkülönítjük úgy, hogy erős mágneses mezőben elhelyezett üveglapon (speciális tárgylemezen) átfolyatjuk. A mágnesezhető részecskék (a rozsdá nem) méret szerint elválnak. A kiértékelésnél fényforrás segítségével meghatározható a részecskesűrűség, mint a kopás intenzitásának általános jellemzője. Az analitikai ferrográfia az eljárást a részecskék **mikroszkópos megfigyelésével** egészíti ki. A részecskék morfológiája alapján a rendszerben előforduló kopási módok, károsodási mechanizmusok felderíthetők és a folyamatok mélyebb elemzése végezhető el.

A **kopásfémek spektroszkópiái (AAS, ICP, RDE) elemzése** az ismertett részecske szennyezettség-mérések fontos kiegészítője. Alkalmazhatóságukat azonban jelentősen behatárolja, hogy a módszer csak a legfeljebb  $10\mu\text{m}$  méretű részecskék érzékelésére képes és ezzel a kopásrészecskék mérettartományának csupán egy részét fedti le.

[<eleje](#)

## 2. A szereléstechológiával kapcsolatos fogalmak.

A következőkben a szerelés és kezeléstechnikával kapcsolatos néhány fogalmat értelmezzük részletesebben.

**SZERELÉSI FOLYAMAT.** Az alkatrészek meghatározott sorrendben és meghatározott követelmények szerinti egymáshoz rendelésére irányuló valamennyi művelet összessége, amelynek eredményeképpen adott funkciót kielégítő összetett termék jön létre.

**SZERELÉSI MŰVELET.** Valamely szerelési feladat végrehajtására irányuló, behatárolható összetett tevékenység, mint például a csavarozás, ragasztás, stb.

**SZERELÉSI MŰVELETELEM.** A szerelési művelet elemi része, például ilyen lehet csavarozásnál a bekapatás.

**ELŐSZERELÉS - RÉSZEGYSÉGSZERELÉS.** Olyan szerelési folyamat, melynek során az alkatrészeket adott előírásoknak megfelelően összetett részegységgé szerelik össze.

**VÉGSZERELÉS.** A szerelési folyamatnak az a szakasza, amelynek során az előre összeszerelt részegységeket és alkatrészeket az előírt műszaki és minőségi követelményeknek megfelelően gyártmánnyá egyesítik.

**SZÉTSZERELÉS.** Adott gyártmány vagy részegység elemi alkatrészekre való bontása adott követelményeknek megfelelően, például javítás céljából vagy selejtezés utáni újrahasznosítás céljából.

**GYÁRTMÁNY.** Az előzetesen meghatározott műszaki, minőségi, és kereskedelmi követelményeknek megfelelően részegységekből és alkatrészekből összeszerelt konstrukció.

**RÉSZEGYSÉG.** A gyártmány több alkatrészből álló konstrukciósan és szereléstechológiai szempontból is önállóan kezelhető része.

**ALKATRÉSZ.** A gyártmány vagy részegység tovább nem bontható elemi alkotórésze.

**BÁZISALKATRÉSZ.** A gyártmány vagy a részegység azon alkotóeleme, amely meghatározza a szerelési műveletben vagy folyamatban résztvevő alkatrészek helyzetét és befolyásolja a végrehajtás paramétereit és sorrendjét.

**SZERELÉSHELYES KONSTRUKCIÓ.** Olyan konstrukció, amely egyszerű felépítésű, és egyszerű műveletekkel, optimális idő alatt az előírt minőségnek megfelelően összeszerelhető.

**KEZELÉSHELYES KONSTRUKCIÓ.** Olyan konstrukció, amely a különböző gépesítésű és automatizálási szintű technológiai folyamat során egyszerűen tárolható, továbbítható és rendezhető.

**MÉRETLÁNC.** Olyan meghatározott sorrendben önmagába visszatérő méretsorozat, amely azoknak az alkatrészeknek a felületeit köti össze, amelyeknek kölcsönös helyzetét meg kell határozni.

Kapcsolódás szerint lehetnek:

- **párhuzamos méretlánc**, amelyben a kapcsolódó méretláncok egy vagy több tagja közös,
- **soros méretlánc**, amelyben minden következő méretlánc az előző szerelés során kapott bázisra épül,
- **vegyes méretlánc**.

Elhelyezkedésük szerint lehetnek:

- **síkbeli méretlánc**, amely lehet : lineáris (tagjai egymással párhuzamosak) és nemlineáris méretlánc, amelynek tagjai egymással nem párhuzamosak,
- **térbeli méretlánc**, amelynek tagjai a térben kapcsolódnak egymáshoz és így alkotnak zárt méretláncot, az eredő tagok tőrésének vektorösszege nulla, melyből következik, hogy a tagok X,Y,Z irányú vetületében is nulla a tőrések összege,
- **szög méretlánc**, melynek tagjai a közös csúcspan találkozó szögméretek.

**MÉRETLÁNCOS SZERELÉS.** A szerelési folyamat kialakítása a legmegfelelőbb méretlánc-megoldási mód alkalmazásával. A méretláncos szerelés változatai a következők:



- teljes cserélhetőség,
- részleges cserélhetőség,
- válogató párosítás,
- utólagos illesztés,
- mozgó beszabályozás.

**SZERELÉS TECHNOLÓGIAI TARTALMA.** Mindazon műveletek és a végrehajtásukhoz szükséges eszközök összessége, amelyek egy adott gyártmány vagy részegység előírt követelményeknek megfelelő összeszereléséhez szükségesek.

**ALKATRÉSZKAPCSOLAT LÉTESÍTÉS.** Egy vagy több alkatrész között adott követelmények alapján, adott célnak megfelelő kapcsolat létesítése. A kapcsolatok lehetnek: összeállítás és kötés.

- **Összeállítás:** mozgáselemekkel létrehozott kapcsolat
- **Kötés:** lehet alakzáró, erőzáró és anyagzáró

**ÁLLÓ SZERELÉS.** (vagy helyhez kötött szerelés) Olyan esetben, amikor a munkatárgy áll (méreteinél vagy súlyánál fogva) és a dolgozók mozognak vagy a munkát egy csoport végzi.

**MOZGÓ SZERELÉS.** (vagy szalagszerelés) A munkadarabot valamilyen anyagmozgató berendezés mozgatja és a dolgozók helyben maradnak.

**KÖTÖTT ÜTEMŰ SZERELÉS.** Olyan szerelési művelet, amelynek a kezdési és befejezési időpontja előre meghatározott, illetve időtartama adott.

**KÖTETLEN ÜTEMŰ SZERELÉS.** Olyan szerelési művelet, amelyet adott időn belül el kell végezni, de az időtartama nincs előre meghatározva, és a kezdési illetve befejezési időpontja nincs megadva.

**SZERELŐRENDSZER.** Adott termék szerelésére, előre meghatározott technológiai és szervezési követelményeknek megfelelően kiválasztott munkaerők, eszközök és eszközcsoportok egymáshoz rendelt és együttműködő összessége.

**RENDSZERELEM.** A szerelőrendszer olyan önálló művelet vagy műveletcsoport végrehajtására alkalmas egysége, amely bekapcsolható a szerelőrendszerbe a szerelési folyamat követelményeinek megfelelően, például egyedi szerelőmunkahely, vagy szerelőgép.

**TECHNOLÓGIAI ELEM.** A rendszerelem egy technológiai feladatra alkalmas egysége, például a körasztalos automatán a csavarozó pozíció lehet műveletvégző egység, stb.

**FUNKCIONÁLIS ELEM.** A technológiai elem azon egysége, amely egy feladat elvégzésére alkalmas, például egy körasztalos automatán a kezeléstechnikai pozícióban, a rezgősin továbbítási feladatot lát el.

**MUNKADARABBAL KAPCSOLÓDÓ ELEM.** A funkcionális elem munkadarabbal kapcsolódó része vagy eleme. Például a manipulátor megfogója, vagy a rezgősin alkatrészszel kapcsolódó elemei, stb.

**RUGALMAS SZERELÉS.** Olyan szerelési folyamat, amelynek során egyidejűleg többféle gyártmánytípus vagy részegység szerelése végezhető el. A rugalmasság lehet :

- funkció szempontjából,
- felépítés szempontjából,
- elrendezés szempontjából,
- működés szempontjából.

**SZERELŐ KISGÉP.** Olyan gépi eszköz, amellyel a dolgozó a munkahelyen a szerelési műveletet könnyebben, gyorsabban és nagyobb biztonsággal hajthatja végre.

**SZERELŐAUTOMATA.** Olyan automatikusan működő gépi berendezés, amely a dolgozó beavatkozása nélkül hajt végre egy vagy több szerelési műveletet.

**EGYEDI SZERELŐMUNKAHELY.** Technológiailag elkülöníthető munkahely, amelyen a dolgozó egy vagy több szerelési műveletet végez az előre megadott követelményeknek megfelelően.

**KEZELÉSTECHNIKA.** Az alkatrészek, szerszámok és segédanyagok tárolását, továbbítását és rendezését a munkatér közvetlen környezetében kezeléstechnikának nevezzük.

**PASSZIV RENDEZÉS:** melynek során a nem előírt helyzetű alkatrészeket visszavezetik a rendezetlen halmazba.

**AKTÍV RENDEZÉS:** melynek során a nem előírt helyzetben lévő alkatrészek helyzetét megváltoztatják.

### 3. A szerelэшelyes konstrukció.

Gyakran felvetődő kérdés a konstruktőr felelőssége a termékkel kapcsolatos költségek kapcsán. A tapasztalatok szerint a kedvező termékkialakítással a szerelési idő legkevesebb 10%-al csökkenthető. Ma a minőségiránti elkötelezettség jegyében megállapítható, hogy a konstrukció, a gyártás és a szereléstechológia egyaránt minőségbefolyásoló tényezők.

A szerelэшhelyességet két esetben kell és lehet vizsgálni:

- új konstrukció tervezésénél,
- egy már meglévő konstrukció javítása során.
- 

Az új konstrukció tervezésénél a szerelés szempontjából például különösen fontos a *méretláncok megfelelő kialakítása*, mivel szereléskor meghatározott méretű alkatrészeket helyeznek egymáshoz oly módon, hogy az alkatrészek között megfelelő helyzet, és távolság jöjjön létre. Az alkatrészek a közöttük lévő távolságokkal olyan méretláncot alkotnak, amely két vagy több gépelem egymáshoz viszonyított, előírt helyzetét meghatározza.

A méretláncok felvételénél különösen ügyelni kell, hogy a méretlánc tartalmazzon egy olyan eredő méretet, amely a gyártásnál kiadódik vagy a szerelésnél kompenzálódik. Összetettebb szerkezeteknél, ahol több eredő méret (zárótag) is előfordul, olyan méretláncokat kell felvenni, amelyek megoldása lehetővé teszi a zárótag meghatározását. Például hegesztett szerkezeteknél vagy beépülő részegységek szerelésénél zárótagnak kell tekinteni minden olyan méretet, amely az utolsónak behegesztett alkatrész vagy beépített részegység mérete.

Az alkatrészgyártás pontossága, továbbá a tűrések és méretláncok tervezése szerint a szerelés lehet:

- az alkatrészek cserélhetőségét lehetővé tevő szerelés,
- utólagos illesztéssel végzett szerelés,
- beszabályozással végzett szerelés kiegyenlítő alkatrésszel.

A *méretláncos szerelésnél* az egyik legfontosabb feladat a bázis helyes megválasztása, mert ez jelöli ki a munkadarab azon felületét, amelyből más elemek helyzete meghatározható. A bázis lehet valóságos (pl. egy gép vezetéke) vagy elméleti (pl. prizmás vezetéknél a prizma csúcspontja).

Például a bázis kiválasztásának szempontjait a gyártásnál a gyakorlat alakította ki, ezek kivonatosan a következők:

- a szerkesztési bázis lehetőleg legyen azonos a gyártási bázissal,
- ha a szerkesztési bázis nem használható gyártási bázisként, akkor a szerkesztési méretekről át kell térni a technológiai méretekre,
- a felfogási és mérési bázis lehetőleg essen egybe,
- megmunkálás közben kerüljük a bázisváltást,
- a felfekvés bázis a legterjedelmesebb felület legyen,
- nyersbázist csak egyszer, az első felfogásnál szabad használni,
- ha a természetes bázisok nem megfelelőek, akkor segédbázisról kell gondoskodni.

A fentieknek megfelelően a szerelésnél a bázisalkatrész megválasztása jelent alapos megfontolást. Itt első sorban az előírásoknak megfelelő technológiai sorrend betartása és a műveletek gazdaságos elvégzése a cél.

### A szerelési méretláncok

A szerelni kívánt gyártmány konstrukciós bírálatának egyik lényeges része a szerelési méretlánc vizsgálata. Ehhez azonban ismernünk kell a méretláncok általános törvényszerűségeit, csoportosítását és a megoldási módszereket.

### A méretláncok csoportosítása

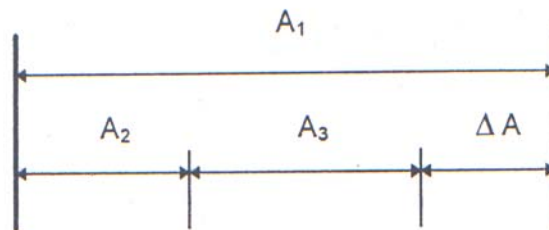
A méretláncokat fajtáik és egymás közötti kapcsolataik alapján lehet csoportosítani.

A méretláncok fajtái:

- síkbeli méretláncok
- térbeli méretláncok
- szög méretláncok

### A síkbeli méretláncok lehetnek:

- lineáris méretlánc: olyan síkbeli méretlánc, amelynek tagjai egymással párhuzamosak. Lásd **3.1. ábra**. [5]



**3.1. ábra.**

Az ábrán szereplő méretlánc tagjai: összetevő tagok ( $A_1, A_2, A_3$ ), eredő tag ( $\Delta A$ )

Az összetevő tagok lehetnek:

- növelő tagok ( $A_1$ ), melynek növelésével az eredő tag ( $\Delta A$ ) nő, csökkentésével pedig csökken,
  - csökkentő tagok ( $A_2, A_3$ ) amelyek csökkentésével a zárótag nő, növelésével pedig csökken, a többi tagot változtatlanul hagyva.

A méretlánc eredő tagjának névleges, maximális és minimális értékét az alábbi összefüggésekkel számíthatjuk, ahol:  $k$  = a növelő tagok száma, és  $n$  = a méretlánc tagjainak száma.

$$\Delta A_{\text{névl}} = \sum_{i=1}^k \Delta_{i\text{névl}} - \sum_{i=k+1}^{n-1} A_{i\text{névl}}$$

$$\Delta A_{\text{max}} = \sum_{i=1}^k \Delta_{i\text{max}} - \sum_{i=k+1}^{n-1} A_{i\text{min}}$$



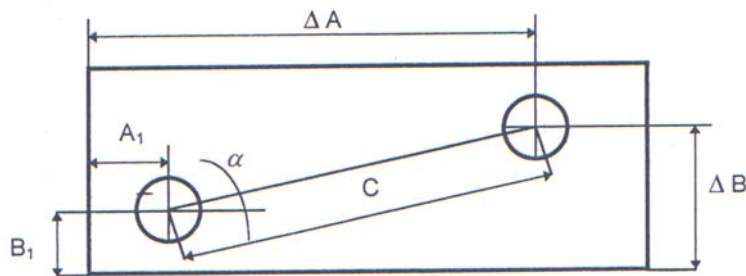
$$\Delta A_{\min} = \sum_{i=1}^k \Delta_{i\min} - \sum_{i=k+1}^{n-1} A_{i\min}$$

Az eredő tag tűrésmezejének szélességére felírható:

$$\Delta a = \sum_{i=1}^{n-1} |a_i|$$

összefüggés, amely azt fejezi ki, hogy az eredő tag tűrése egyenlő az összetevő tagok tűrésmező szélességének összegével.

- nemlineáris méretlánc: olyan síkbeli méretlánc, melynek tagjai nem párhuzamosak egymással. Lásd az **3.2.. ábrát. [5]**



**3.2. ábra.**

Az ábra jelöléseinek felhasználásával a zárótagok névleges, maximális és minimális értékére felírhatók az alábbi összefüggések:

$$\Delta A_{\text{névl}} = A_{1\text{névl}} + C_{\text{névl}} \cdot \cos \alpha$$

$$\Delta A_{\text{max}} = A_{1\text{max}} + C_{\text{max}} \cdot \cos \alpha$$

$$\Delta A_{\text{min}} = A_{1\text{min}} + C_{\text{min}} \cdot \cos \alpha$$

$$\Delta B_{\text{névl}} = B_{1\text{névl}} + C_{\text{névl}} \cdot \sin \alpha$$

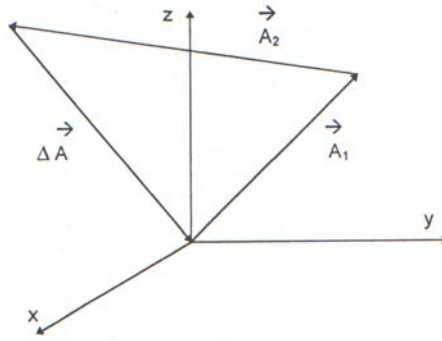
$$\Delta B_{\text{max}} = B_{1\text{max}} + C_{\text{max}} \cdot \sin \alpha$$

$$\Delta B_{\text{min}} = B_{1\text{min}} + C_{\text{min}} \cdot \sin \alpha$$

Az egyszerűsítés kedvéért az összefüggések felírásakor figyelmen kívül hagytuk, hogy az „ $\alpha$ ” szögnek is van egy „ $\Delta\alpha$ ” tűrése. További egyszerű trigonometriai összefüggések felhasználásával az összefüggések erre az esetre is felírhatók.

**A térbeli méretláncok** esetében a méretláncok tagjai térben kapcsolódnak egymáshoz és így alkotnak zárt méretláncot, melyet a **3.3.. ábra[5]** mutat.

[<eleje](#)



3.3.. ábra

Az ábra jelöléseivel az általános összefüggések alapján:

$$\text{azaz: } \sum_{i=1}^n \vec{A}_i = 0$$

$$\vec{A}_1 + \vec{A}_2 + \Delta \vec{A} = 0$$

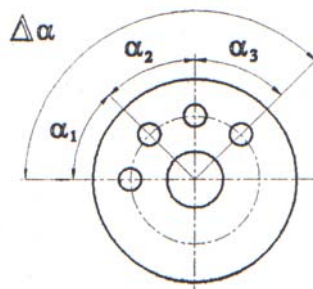
vetületi egyenletekkel:

$$A_{1x} + A_{2x} + A_x = 0$$

$$A_{1y} + A_{2y} + A_y = 0$$

$$A_{1z} + A_{2z} + A_z = 0$$

A szög-méretláncot a 3.4.[5] ábra mutatja. Tagjai szögméretek, amelyek közös csúcsban találkoznak. A korábbiakhoz hasonlóan a  $\Delta\alpha$  - zárótag névleges, maximális és minimális értékei egyszerűen számíthatók.



3.4.. ábra.

Az általános összefüggések:

$$\Delta\alpha_{\text{névl}} = \sum_{i=1}^k \alpha_{i\text{névl}} - \sum_{i=k+1}^{n-1} \alpha_{i\text{névl}}$$

k    növ    n-1    csökk

<[eleje](#)

$$\Delta\alpha_{\max} = \sum_{i=1} \alpha_{i\max} - \sum_{i=k+1} \alpha_{i\min}$$

$$\Delta\alpha_{\min} = \sum_{i=1}^k \alpha_{i\min} - \sum_{i=k+1}^{n-1} \alpha_{i\min}$$

k    növ    n-1    csökk

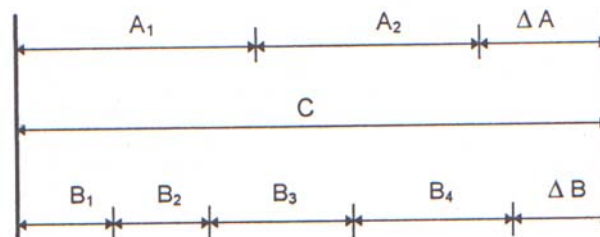
### 3.1. Méretláncok csatlakoztatása

A méretláncokat egymáshoz való csatlakozásuk alapján három csoportba oszthatjuk:

- párhuzamos csatlakozás,
- soros csatlakozás,
- vegyes csatlakozás.

#### Párhuzamos csatlakozás

A méretláncok akkor párhuzamos csatlakozásúak, ha egy vagy több közös tagjuk van. A **3.5. ábrán** [5] a méretláncok közös tagja C.



3.5. ábra

Célszerű a méretlánc szerkesztését úgy végezni, hogy a közös tag (C) egyik méretláncban se legyen eredő, mivel az eredő tag tűrésmezője a másik méretláncban az összetevő tag szélességeként jelentkezhet, ezáltal túlságosan megnövelheti a méretlánc eredőjének tűrésmezőjét. Az 8. ábrán a C mint közös tag sem az A, sem a B méretláncban nem eredő tag.

#### Soros csatlakozású méretlánc

Soros csatlakozású méretláncok esetében minden következő méretlánc az előző méretlánc felépítéséből adódó bázisból indul ki. Soros csatlakozású méretláncot mutat a **6. ábra**. [5]



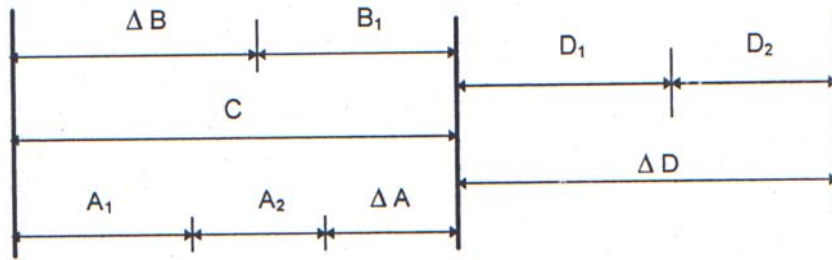
3.6. ábra.

Ilyen csatlakozás esetén bármelyik méretláncon belüli tag megváltozása (megváltoztatása) az összes ráépülő méretlánc kezdő és végpontját megváltoztatja.

#### Vegyes csatlakozású méretláncok

[<eleje](#)

Vegyes csatlakozású a méretlanc akkor, ha egyidejűleg sorosan és párhuzamosan is kapcsolódnak. Vegyes csatlakozású méretlanc a **3.7.. ábrán** [5]látható.



3.7.. ábra.

### 3.2. Méretlanc megoldási módszerek

A konstruktőrök által megalkotott több alkatrészből álló gépet, berendezést a különféle gyártási tűréssel elkészített alkatrészekből úgy kell összeszerelni, hogy a késztermék működőképes legyen. Ezért a szerelési méretlanc zárótagjának pontosságát biztosítani kell.

A szerelési méretlancok megoldásakor az elemzésnek két célja lehet:

- a tagok tűrésmező szélességének ismeretében a zárótag pontosságának meghatározása a:

$$\Delta a = \sum_{i=1}^{n-1} |a_i| \quad \text{összefüggés alapján,}$$

ahol:  $\Delta a$  = a zárótag tűrésmező szélessége,  
 $a_i$  = az  $i$ -edik összetevő tag tűrésmező szélessége,  
 $n$  = a méretlanc tagjainak száma.

- a zárótag pontosságának ismeretében valamelyik összetevő tag pontosságának meghatározása:

$$a_k = \Delta a - \sum_{i=1}^{n-2} |a_i| \quad \text{összefüggés alapján,}$$

ahol:  $a_k$  = a  $k$ -adik tag tűrésmező szélessége.

Az alkatrészgyártás pontossága valamint a tűrések és a méretlancok tervezése szerint a szerelés lehet:

- az alkatrészek cserélhetőségét biztosító szerelés
  - teljes cserélhetőség,
  - részleges cserélhetőség,
  - alkatrész párosításon alapuló cserélhetőség,
- utólagos illesztéssel végzett szerelés
- beszabályozással végzett szerelés, kiegyenlítő (kompenzáló) alkatrésszel.

#### 3.2.1.A teljes cserélhetőség módszere

[<eleje](#)

Teljes cserélhetőség esetében a szerelést az azonos megjelölésű alkatrészek bármelyikével el lehet végezni, vagyis a méretlánc egyes tagjaira olyan tűrést írunk elő, hogy azok minden válogatás, külön illesztés vagy beszabályozás nélkül minden esetben biztosítják a zárótag előírt pontosságát.

Ebben az esetben a zárótag tűrését az egyes összetevők tűrése között felosztjuk és az így megállapított tűréseket az alkatrészek gyártásakor kell biztosítanunk.

A szükséges számítások sorrendje:

- a méretlánc felállítása,
- a zárótag (zárótagok) kiválasztása,
- a tagok névleges méreteinek megállapítása,
- a zárótag megengedhető tűrésének meghatározása, a berendezés működési feltételeinek figyelembevételével,
- az összetevő tagok átlagos közepes tűrésének kiszámítása:

$$a_{\text{köz}} = \frac{\Delta a}{n-1}$$

a gyakorlatban az összetevő méretek nagyságrendje jelentősen különbözik, ezért nem helyes a nagyobb méretre ugyanolyan tűrésmező szélességet előírni, mint a kisebb méretekre, ezért

- a tagok gazdaságos megmunkálási pontosságának figyelembevételével az  $a_{\text{köz}}$  értékének növelése vagy csökkentése úgy, hogy teljesüljön

$$\Delta a = \sum_{i=1}^{n-1} |a_i|$$

- párhuzamos csatlakozású méretláncok esetén mindkét méretláncból először meghatározzuk a közös tag mérettűrését, majd a két érték közül a kisebb tűrésmező szélességét kell figyelembe venni. A nagyobb tűrésmező szélességet adó méretlánc tagjainak méreteit megnövelhetjük, azaz a megtakarított tűrést szétoszthatjuk a méretlánc tagjai között.

A teljes cserélhetőség előnyei:

- a szerelés egyszerű és gazdaságos, mivel minden illesztési munkát, válogatást, beszabályozást nélkülözve az alkatrészek összerakására korlátozódik,
- nincs szükség szakképzett munkaerőre, a szerelést betanított munkások végezhetik,
- a szerelésre szabatos műszaki normákat lehet megállapítani és könnyű a szerelés ütemezése
- a teljes cserélhetőség révén a gépek részegységeit egymástól függetlenül, akár több üzemben is külön végezhetik,
- az alkatrészgyártás kooperációban is végeztethető,
- lehetőséget nyújt a szerelés automatizálásához és a szerelési műveletek szalagszerűvé tehető,
- a teljes cserélhetőség miatt a tartalék alkatrészek gyártása és biztosítása a felhasználók részére egyszerű.

A módszer alkalmazásának hátrányai:

[<eleje](#)

- az alkatrészek megmunkálásától viszonylag nagy pontosságot kíván meg, és ez a pontosság gazdaságosan nem mindig érhető el,
- az alkatrészek megmunkálásához pontos, jó műszaki állapotú gépek szükségesek,
- a viszonylag kis gyártási tűréssel készülő alkatrészek megmunkálásánál nő a gyártási selejtveszély.

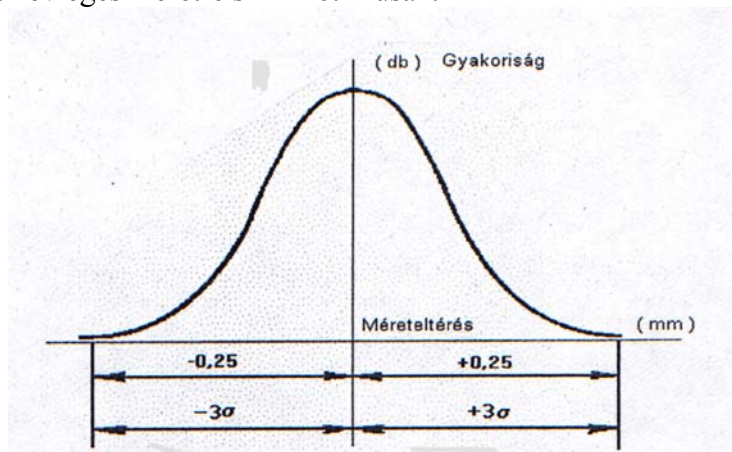
A teljes cserélhetőség módszere akkor gazdaságos, ha a tagok száma nagy, a megkövetelt pontosság kicsi vagy ha a tagok száma kicsi és a megkövetelt pontosság nagy, mivel az összetevő tagok tűréseinek csökkenése növeli a megmunkálási költségeket és a selejtveszélyt.

A teljes cserélhetőség módszerét gazdaságosan alkalmazzák a tömeggyártás területén, a hadiiparban, a repülőgépgyártásban, az autóiparban, a műszergyártásban, szerszámgyártásban.

### 3.2.2 A részleges cserélhetőség módszere

Az alkatrészek tűrésének szigorítása növeli az önköltséget. Ezért a pontossággal szemben támasztott követelményeket csak olyan mértékig szabad fokozni, amennyire azt a megkívánt szerelési pontosság szükségessé teszi.

A szerelés technológusok körében a méretláncok számításánál a teljes cserélhetőség esetére a legegyszerűbb módszerként az ún. maximum, minimum számítás terjedt el. Ez a számítás az összes méretlánc-elem tűrésének számtani összegzésén alapul. Gyakorlatilag azonban az összes tűrésérték ilyen összegződésének valószínűsége csekély, ezért ezt a bekövetkezési lehetőséget kizárhatjuk. Ezzel szemben célszerű egy gyártási sorozat tapasztalatait felhasználni és azt megvizsgálni, hogy bizonyos előírt tűrésekkel gyártott alkatrészeket összeszerelve milyen eredő méretet kapunk. Ha a statisztikai ellenőrzés módszereit alkalmazzuk és például bizonyos számú munkadarab hosszmereteit ellenőrizzük, majd az előfordulás gyakoriságát a méreteltérések függvényében ábrázoljuk, Gauss-görbét kapunk. A **3.8. ábrán**[5] látható Gauss-görbén a függvényértékek a névleges méretre szimmetrikusak.



3.8. ábra.

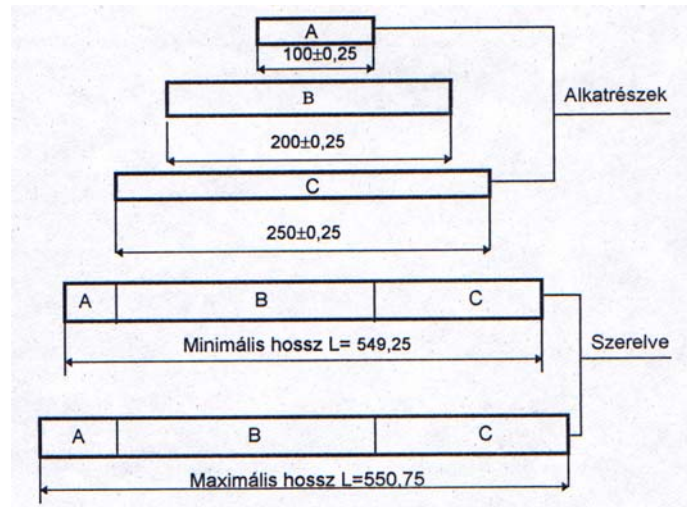
A tapasztalat azt mutatja, hogy a munkadarabok méretszórása normális eloszlású, vagyis ha az A alkatrész alapmérete 100mm és a megengedett tűrés  $\pm 0,25$ mm, úgy a gyártott A alkatrészekből a Gauss-féle eloszlási törvény szerint 99,73% a  $\pm 3\sigma$  összesen  $6\sigma$  érték közzé esik.  $\sigma$  alatt a méretszóródást értjük. Ebből következik, hogy a  $\sigma$  érték a teljes tűrés 1/6-od része lehet, vagyis:

$$\sigma = \frac{2 \cdot 0,25}{6} = 0,083 \text{ mm}$$

[<eleje](#)



Tételezzük fel, hogy az A, B, és C alkatrészekből összeszerelt egység a **3.9. ábra** [5]szerinti méretű és tűrésű.



**3.9. ábra.**

A valószínűség számítás alkalmazásával bizonyítható, hogy az A, B és C alkatrészekből összeszerelt gyártmány eredő méretszóródása az egyes méretszóródások négyzetes középértéke:

$$\sigma_T = \sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_B^2 + \sigma_C^2}$$

A példa értékeit behelyettesítve:

$$\sigma_T = \sqrt{0,083 + 0,083 + 0,083}$$

$$\sigma_T = \sqrt{3 \cdot 0,083}$$

$$\sigma_T = 0,144.$$

Ebből következik, hogy az A,B,C alkatrészekből összeszerelt gyártmány méretláncának közös tűrése 99.73% valószínűségű:

$$3 \sigma_T = \pm 3 \times 0,144 = \pm 0,432 ,$$

szemben a 12. ábrán feltételezett  $\pm 0,75$  milliméterrel.

Az előző gondolatmenet megfordításával a zárótag tűrésének ismeretében meghatározható az egyes összetevők tűrése. Az így kapott tűrésértékek nagyobbak mint a teljes cserélhetőség figyelembevételével számított értékek.

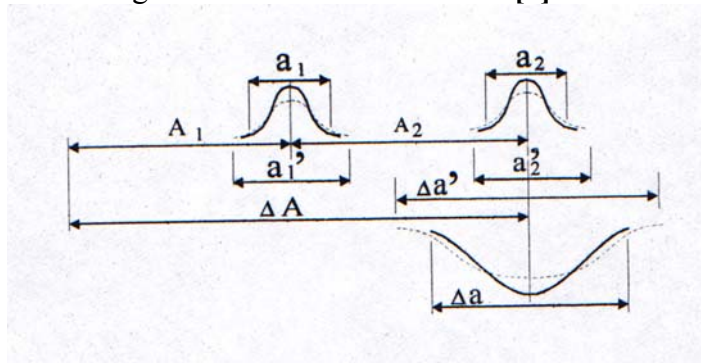
Ha a szereléskor bizonyos százaléku selejtet megengedünk, akkor az alkatrészek gyártási tűrései tovább növekedhetnek.

**A méretlánc részleges cserélhetőséggel való megoldásokor** a méretlánc összetevő tagjainak tűrését a teljes cserélhetőség módszerével kapott értékekhez képest megnöveljük. Ez egyben az eredő méret előírt tűrésmező szélességét is növeli. Így csökkentjük az alkatrészek megmunkálási költségeit, csökkentjük a gyártási selejtveszélyt, de növeljük a szerelési selejtveszélyt.

Az alkatrészek méreteit úgy kell minél nagyobbra növelni, hogy a szerelési selejt ne haladjon meg egy előre meghatározott százalékos értéket.

[<eleje](#)

Egy három tagú méretlánc megoldásának elve a **3.10. ábrán**[5] látható.



**3.10. ábra.**

A számítás menete:

- meghatározzuk az összetevő tagok közepes tűrésmező szélességét a teljes cserélhetőség elve alapján:

$$a_{\text{köz}} = \frac{\sum a_i}{n-1} = \frac{\Delta a}{n-1}$$

- megnöveljük a közepes tűrésmező szélesség értékét ( $a_{\text{köz}}$ )  $a'_{\text{köz}}$ -re, amely azt eredményezi, hogy az eredő tag tűrése is megnövekszik.  
A megnövelt közepes tűrésmező szélességét az:

$$a'_{\text{köz}} = \frac{\Delta a}{t \cdot \sqrt{\lambda \cdot (n-1)}} \quad \text{összefüggés alapján számíthatjuk.}$$

Az alkalmazott jelölések:

$\Delta a$  = a zárótag megkívánt tűrése,

$n$  = a méretlánc tagjainak száma,

$\lambda$  = az eloszlási görbe jellegétől függő együttható, amely a gyártás folyamán előforduló Gauss-görbével jellemezhető eloszlás esetén értéke 1/9, egyéb (esetleg ismeretlen) eloszlásnál 1/3,

$t$  = a zárótag tűrésének viszonya a zárótag szórásához, a 13. ábra jelölései szerint:

$$t = \frac{\Delta a}{\sigma \cdot \Delta A}$$

A bizonytalansági vagy tervezett selejtszázalék függvényében a “ $t$ ” értéke az **3.1. számú táblázatban** található.

[<eleje](#)

Bizonytalansági százalék	0.27	0.6	1	2	4	6	8	10	33
t	3	2.7	2.57	2.34	2.06	1.88	1.75	1.65	1

### 3.1. táblázat

Selejt vagy bizonytalansági százalékon a 13.ábra bevonalkázott területének arányát értjük az “eredeti”  $\Delta a$ -hoz tartozó eloszlási görbe alatti területekhez, vagyis a statisztikai számítások szerint ez a vonalkázott terület várhatóan a szerelési selejtes gyártmányok számával arányos.

- Az  $a_{köz}$  alapján az egyes alkatrészek gyárthatósági és gazdaságossági szempontokat figyelembe véve elosztjuk a tűréseket az összetevő tagok között. Azonban feltétlenül be kell tartani, hogy:

$$\frac{\Delta a^2}{t^2} = \sum_{i=1}^{n-1} \lambda \cdot a_i^2$$

összefüggés érvényes legyen.

A részleges cserélhetőség elvei alapján felépített méretlánc megoldások előnyei:

- viszonylag kis bizonytalansági százalék mellett 1.5 - 5-szörös tűrésmező növelést lehet elérni a teljes cserélhetőséget biztosító módszerhez képest,
- gazdaságosan alkalmazható több tagból álló méretlánc esetén is, amikor nagy eredő pontosságot kívánunk elérni.

A méretlánc megoldás hátrányai:

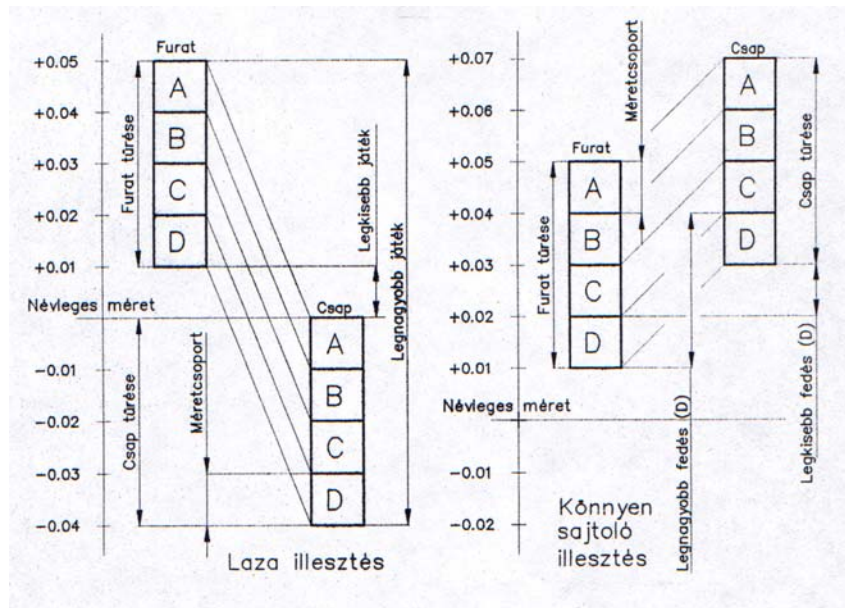
- mivel ki kell szűrni a megkívánt pontosságot nem teljesítő, selejtes gyártmányokat eredményező alkatrészeket ( és azokat külön megvizsgálva dönteni kell, hogy azon alkatrészek még javíthatók vagy esetleg már nem) ezért lényegesen nagyobb gyártásközi, minőségellenőrzési apparátust igényel,
- ha több kapcsolódó méretláncból áll a konstrukció, akkor a várható selejtszázalék a méretláncok számával növekszik.

A gyakorlatban megfelelő matematikai, statisztikai elemzések elveinek betartásával a módszer gazdaságosan alkalmazható a gépgyártás szinte valamennyi területén.

### 3.2.3. Az alkatrész párosításon alapuló cserélhetőség

Ezt a módszert még szokásos kiválasztásos vagy válogatásos módszernek is nevezni. Ezen módszer esetén a zárótag előírt tűrését úgy biztosítjuk, hogy az összetevő tagok “m”-szeresen megnövelt tűrését “m” csoportba osztjuk és az azonos csoportba tartozó elemeket az illeszkedés jellegének változatlanul hagyásával szereljük össze. Másként megközelítve a gyártott alkatrészeket a gazdaságosan biztosítható tűrésmező szélességgel készítjük és a tűrésmezőt “m” részre osztjuk a fenti feltételeket biztosítva.

A 14. ábrán egy laza és egy könnyen sajtolható illesztés furat és csap tűrése látható négy-négy csoportba osztva (az illesztés jellegének biztosításával!).



3.11. ábra

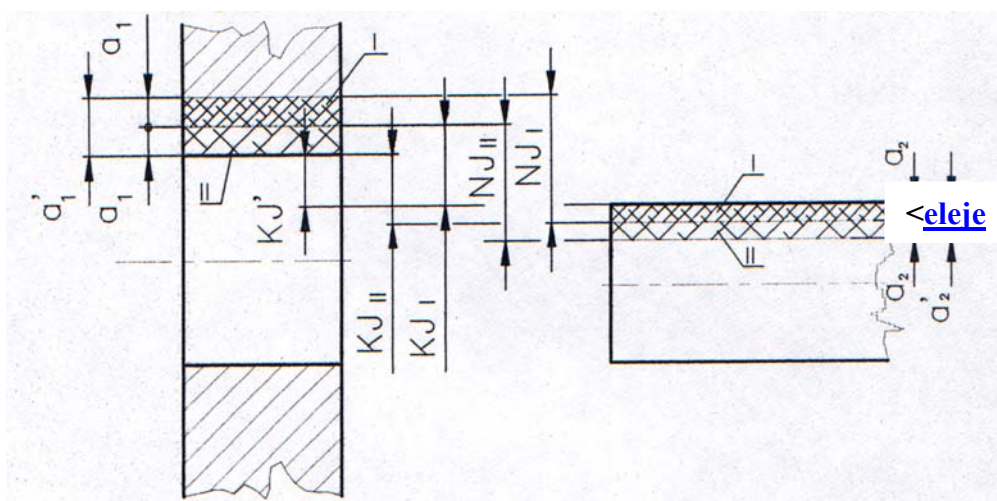
A **3.11. ábrán** [6] a csap tőrését  $\Delta c$ -vel jelölve, értéke:  $-0.00 - -0.04\text{mm}$ , míg a furat tőrését  $\Delta f$ -fel, és értéke  $+0.01 - +0.05\text{mm}$ , ha nem végezzük el a válogatást, akkor a laza illesztés esetén a legkisebb játék értéke:  $KJ = +0.01 - 0.00 = 0.01\text{mm}$  a legnagyobb játék:  $NJ = +0.05 - (-0.04) = 0.09\text{mm}$  vagyis a tőrésmező szélessége:  $0.09 - 0.01 = 0.08\text{mm}$ . A válogatást elvégezve és az azonos méretcsoportokat párosítva például az “A” csoportba tartozó alkatrészek esetén az értékek a következők:

$$KJ = +0.04 - 0.00 = 0.04\text{mm},$$

$$NJ = +0.05 - (-0.01) = 0.06\text{mm}.$$

A tőrésmező szélessége:  $0.06 - 0.04 = 0.02\text{mm}$  - re vagyis az eredeti tőrésmező szélesség értékének ( $0.008\text{ mm}$ ) negyedére csökkent.

Könnyen sajtolható illesztés esetén a “D” csoportba tartozó alkatrészek legkisebb és legnagyobb fedését szintén a 14. ábra mutatja. A KJ, NJ és tőrésmező szélesség számítása hasonló elven történik. A példában az egyszerűség kedvéért mind a furat, mind a csap tőrését azonosra vettük, így a párosított csoportok nagy játékai és kis játékai azonosak. Amennyiben a furat átmérőjének tőrése nagyobb mint a csapé, akkor a **3.12. ábra** [5] szerint változnak a játékok.



3.12. ábra

Az ábra alapján felírhatók a következő összefüggések:

$$NJ_I = 2a_1 + KJ' + a_2$$

$$NJ_{II} = a_1 + KJ' + 2a_2$$

amelyből figyelembe vehető, hogy  $a_1 > a_2$ , felírható:

$$NJ_I > NJ_{II}$$

$$KJ_I = a_1 + KJ'$$

$$KJ_{II} = a_2 + KJ'$$

A fentiekből következik, hogy:  $KJ_I > KJ_{II}$

Ez a módszer nem használható olyan esetekben amikor ugyanaz az alkatrész két vagy több méretlanc közös tagja, ugyanis a párhuzamos méretlancokat ugyanilyen csoportosításban kellene szerelni, így a tagok névleges méretei is változnak, ezért ez nem lehetséges. Az alkatrész párosítás gazdaságos alkalmazása a következő alapfeltételeket kívánja meg:

- csak az azonos csoportba sorolt alkatrészek csereszabatosak egymással,
- az alkatrészek tűrései lehetőleg azonosak legyenek,
- a gazdaságosan gyártható még elfogadható legkisebb gyártási tűréseket kell alkalmazni,
- a párosítandó alkatrészek gyártási méretmegoszlási görbéi a tűréshatárokon belül azonosak legyenek, vagyis a korábbi jelöléseink szerint mind a furat mind a csap

„A”, „B”, „C” illetve „D” méretcsoportba válogatott darabszámoknak azonosnak kell lenniük,

- az alkatrészek osztályozását, tárolását, szállítását és szerelését igen pontosan kell szervezni az esetleges csoportok közötti keveredések kizárása miatt,
- a csoportok mérettűrése és a megmunkálás alakműrése illetve felületi érdessége között az összhangot biztosítani kell, vagyis a csoportok tűrésmezéjét nem lehet tetszőlegesen kis értékre csökkenteni, bár
- a zárótag pontossága a csoportok számának növelésével növelhető,
- az alkatrész párosítást kis tagszámú méretlanc esetén nagy zárótag pontossággal lehet alkalmazni.

A kiválasztásos vagy válogatásos méretlanc megoldási módot a gyakorlatban elsősorban csapágyak, motorok és kompresszorok szerelésénél alkalmazzák.

Az alkatrész párosítással az alkatrészek gyártási tűrései növelhetők és így az alkatrészek megmunkálási költsége csökken, azonban jelentősen növekszik az ellenőrzési, válogatási idő és költség. Ezért a módszer bevezetése előtt gazdaságossági szempontból mérlegelni kell a kapott előnyöket és hátrányokat, vagyis konkrét gazdaságossági számításokat kell végezni.

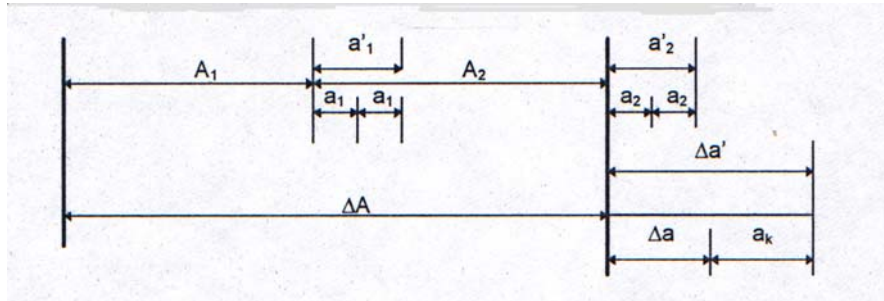
### 3.2.4. Méretlanc megoldás utólagos illesztéssel

Utólagos illesztéssel végzett szereléskor a kapcsolódás megkívánt pontosságát (a zárótag tűrését) úgy érjük el, hogy a méretlanc tagjainak mérettűréseit a gazdaságos megmunkálás szempontjait figyelembe véve állapítjuk meg és gyártjuk le, majd kiválasztunk egy tagot, melynek méretét a szereléskor úgy alakítjuk ki (többnyire forgácsolással), hogy ez a tag kompenzálja a tagok tűrésnövekedéséből adódó mérrethibát. Kiegyenlítő (kompenzáló) tagként



nem szabad olyan alkatrészt választani, amely párhuzamos méretláncok közös ágába tartozik, mert ebben az esetben a hibák az egyik méretláncból a másikba tevődnek át.

A kiegyenlítő tag gyártási tűrését úgy kell megválasztani, hogy a ráhagyás elég legyen a méreteltérés legnagyobb mértékének kiegyenlítésére. A **3.13. ábrán**[5] egy háromtagú méretlánc utólagos illesztéssel történő megoldásának elvi vázlata látható.



**3.13. ábra**

Az ábra jelöléseit figyelembe véve a számítás menete a következő:

- $\Delta a$  ismeretében meghatározzuk a közepes tűrésmező szélességet:

$$a_{\text{köz}} = \frac{\Delta a}{n-1}$$

- a méretlánc tagjainak tűrését  $a'_i$ -re növeljük,
- megállapítjuk a megnövelt  $a'_i$ -vel az eredő tag tűrését:

$$\Delta a' = \sum_{i=1}^{n-1} |a'_i|$$

- meghatározzuk az eltávolítandó anyagréteg vastagságát a:

$$a_k = \Delta a' - \Delta a$$

- a kompenzáló tag eredeti méretéből ( $A_k$ ) eltávolítjuk az  $a_k$  méretet.

A módszer alkalmazásának szempontjai:

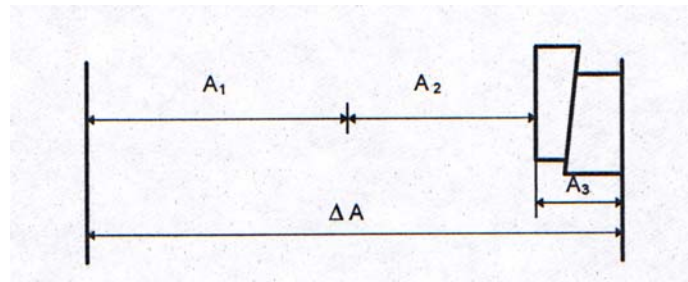
- az alkatrészek gyártási költségei alacsonyak a megnövelt tűrésérték miatt,
- a szerelésnél mindig helyszíni munkára és mérésre van szükség,
- szakképzett munkaerőt igényel,
- a kompenzálási művelet egyrészt megnöveli a szerelés időszükségletét, másrészt annak változó mértéke kizárja a kötött ütemű szerelés alkalmazását,
- egyedi és kissorozat gyártásban általában gazdaságos.

### 3.2.5. A beszabályozási módszer

A módszer másik szokásos megnevezése méretlánc megoldás mozgó kiegyenlítéssel. E módszer esetén a zárótag előírt pontosságát úgy biztosítjuk, hogy egy kiválasztott tag, melyet kompenzáló tagnak nevezünk, méretét alakítás nélkül (vagyis nem forgácsolással) változtatjuk meg. Kétféle kompenzátor használata terjedt el, az álló és mozgó kompenzátor.



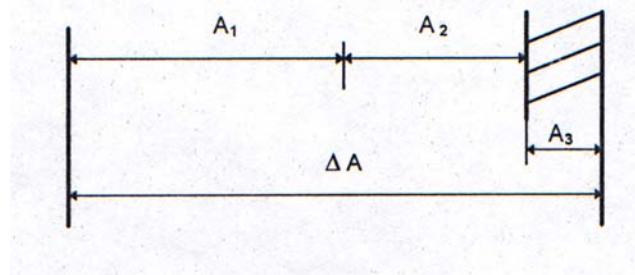
**3.2.6 A mozgó kiegyenlítő taggal** (kompenzátor) történő beszabályozásnál az eredő tag előírt pontosságát úgy biztosítjuk, hogy a kompenzáló tag elemeinek helyzetét változtatjuk, például: fordítással, eltolással stb. Egy eltolásos mozgó kompenzátorra mutat példát a **3.14. ábra**. [5]



**3.14. ábra.**

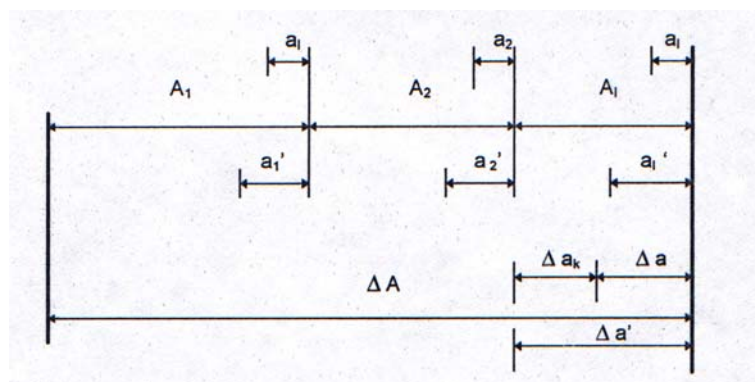
A méretláncban a kompenzáló tag az  $A_3$ . Az  $A_1$  és  $A_2$  méreteket a gazdaságos megmunkálási pontossággal készítjük és az  $A_3$  méretet eltolással úgy változtatjuk, hogy  $\Delta a$ . A az előírt méretűre adódják. A gyakorlatban az adott konstrukció kialakításától függ a kompenzálható mérettartomány.

**3.2.7. Az álló kompenzátoros megoldásnál** az eredő tag előírt pontosságát úgy biztosítjuk, hogy a méretláncba kompenzáló tagként különleges alkatrészt (alkatrészeket) építünk be. Rendszerint hézagoló lemezeket, betétgyűrűket, alátéteket, perselyeket azaz általában egyszerű alkatrészeket használunk kiegyenlítő tagként. Ezt az alkatrészt előre meghatározott méretfokokozatokban gyártják, és a szerelésnél a megfelelő méretű alkatrészt mérés után építjük be. A **3.15. ábrán** [5] a méretláncba épített kompenzáló tag az  $A_3$ . lemez.



**3.15. ábra**

Meg kell határozni, hogy egy adott méretláncban hány fokozatú lemezkészlet álljon rendelkezésre és milyen legyen a lemezek mérete. A kompenzációs tagok meghatározásának elvét mutatja a **3.16. ábra**. [5]



**3.16. ábra**

[<eleje](#)

A lemezfokozatok száma egyenlő:

$$N_l = \frac{a_n}{\Delta a}$$

az ábra jelöléseivel esetünkben:  $N_l = 1$ , mivel  $a_k = \Delta a$ , így a lemez mérete:  $A'_1 = A_1 + \Delta a$   
 Általánosan "N" lemezfokozat esetén a lemezméretetek:

1. fokozat  $A_1 + 1 \cdot \Delta a$
2. fokozat  $A_1 + 2 \cdot \Delta a$
- ..
- ..
- N fokozat  $A_1 + N_l \cdot \Delta a$

A beszabályozási módszer előnyei:

- a méretlánc zárótagjának tetszőleges pontossága elérhető valamennyi többi tag gazdaságos gyártási tűrési értéke mellett,
- szereléskor illesztési munkákra nincs szükség, ezért a szerelés ütemezése jobban beállítható,
- a zárótag eredeti pontosságát a kiegyenlítő tag időszakos cseréjével vagy állításával folyamatosan fenntarthatjuk vagy helyreállíthatjuk, azaz a méretlánc után szabályozható.

A méretlánc megoldás hátrányai:

- nő a méretlánc tagjainak száma,
- szerelés közben mérésre és kiválasztásra vagy beszabályozásra időt kell fordítani.

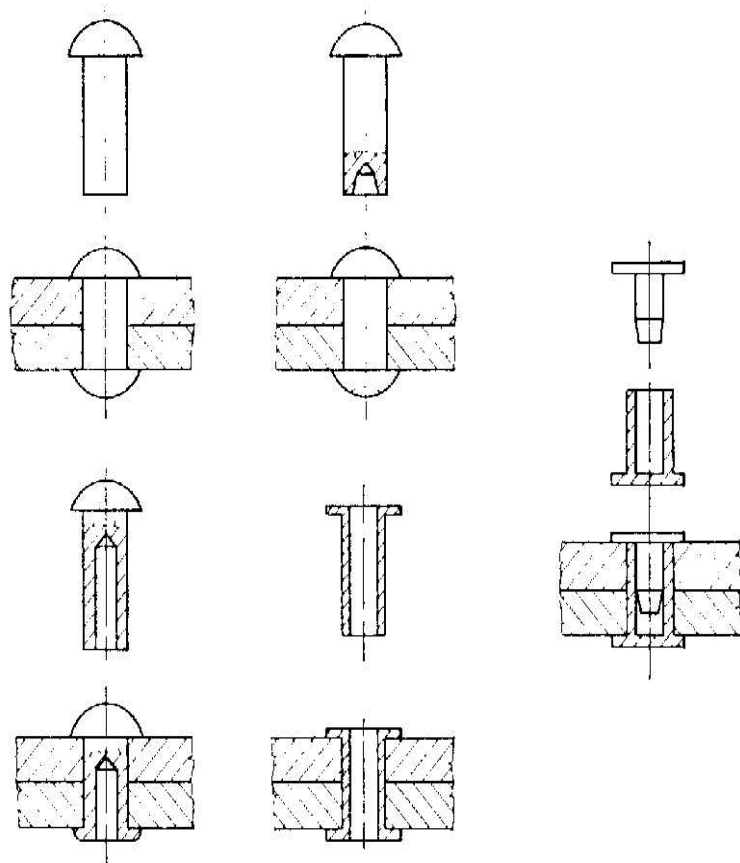
## 4. Alkatrészkapcsolat létesítése,- kötéstechika

### 4.1. Szegecselés

A szegecselés korábban a szerkezetépítés fő kötési módja volt, a korszerű hegesztési eljárások azonban fokozatosan kiszorították. A szegecselés ennek ellenére ma is széles körben használatos technológia, mert a nagyobb szerkezeti kötésekön kívül a gépekben nagyon sok olyan kötés van, amelyek a legcélszerűbben szegecseléssel valósíthatók meg. A hegesztésen és a ragasztáson kívül a szegecselésnek továbbra is jelentős szerep jut. A gépek javítása, során gyakran találkozunk olyan szegecseléssel összeerősített alkatrészekkel, amelyek kötése meglazult, s így további üzemben tartásuk nem lehetséges. A meglazult szegecseket eltávolítjuk, és új szegeccsel erősítjük össze az alkatrészeket.

#### A szegecsek fajtái

**Két oldalról szerelhető szegecsek.** Szereléskor a szegecs mindkét oldalához hozzá kell férni a szegecselőfejből és az ellentámaszból álló, hagyományos felépítésű szegecselőeszközökkel. A **4.1. ábrán** [4] látható ismert szegecstípusokon kívül ide tartoznak a lyukasztószegecsek, amelyek furatukat és az alakzáró fejet besajtolásuk közben alakítják ki. Az utóbbiaknak a szegecs szára végzi a lyukasztást és a fej kialakítását. Két ismert típusuk a cső alakú és a felhasított szárú lyukasztószegecs (**4.2. ábra**). A szegecselés során kialakuló alakzáró rész itt eltér a hagyományostól.

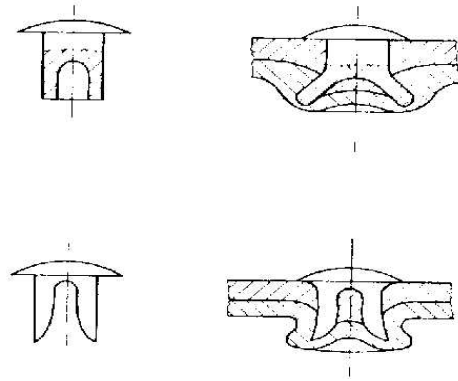


4.1.ábra

[<eleje](#)

**Egy oldalról szerelhető szegecsek.**

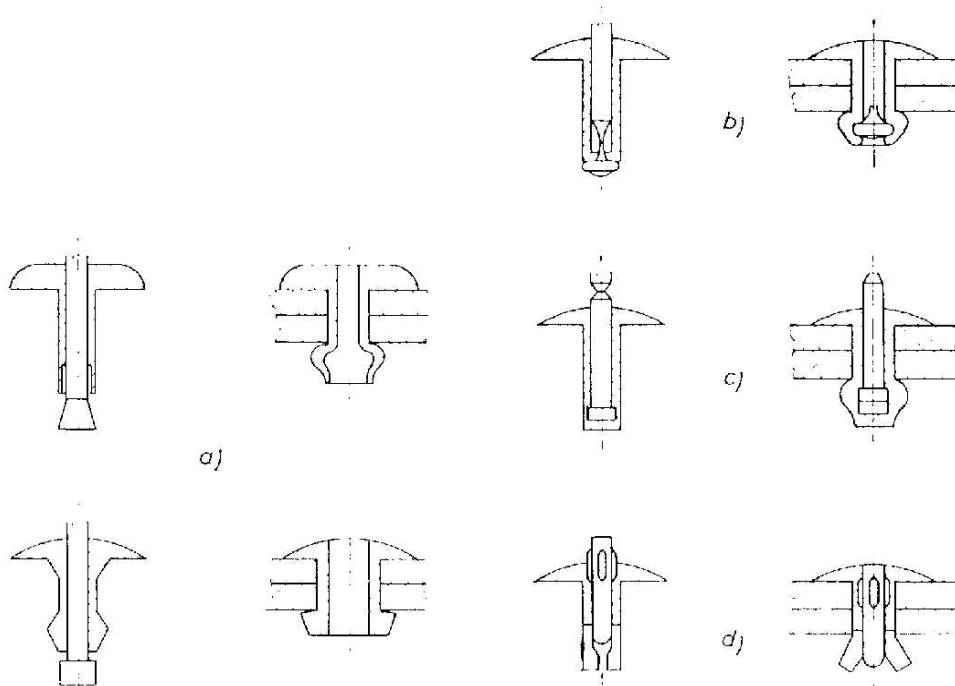
Gyakori, hogy a szegeccsel összekötendő darabok valamelyik oldala szűk vagy zárt helyen van. és a fejkialakítás vagy ellentámasztás megoldhatatlan. Ilyenkor a kötés csak egy oldalról szerelhető szegecsekkel oldható meg. Az egy oldalról szerelhető szegecsek szerelése viszonylag egyszerű, a kötés esztétikus, az összekötött darabok felülete könnyen megóvható a sérülésektől, ezért széles körben alkalmazzák olyan helyeken is, ahol a hozzáférhetőség nem okoz nehézséget.



4.2.ábra

Az egy oldalról szerelhető szegecsek két fő csoportra oszthatók: mechanikai és robbantásos fejkialakítású szegecsek.

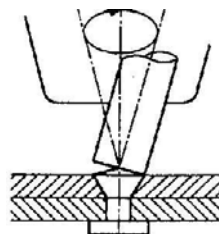
A mechanikai fejkialakítású szegecseknél az összefogott darabok mögötti zárórészt a szegecsszárbá épített túske alakítja ki, amelyet előlről működtetnek. (4.3 ábra)[4]



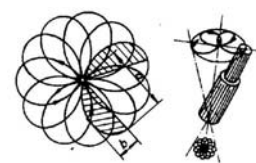
4.3.ábra

A szegecselés technológiája lehet:

- tengelyirányú sajtoló
- tengelyirányú kovácsoló
- körbekalapáló
- forgógörgővel alakító
- bolygó 4.3.1./a ábra[4]
- radiálszegecselés 4.3.1./b ábra



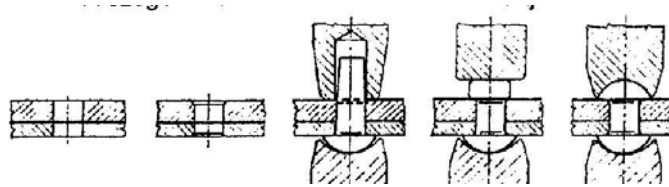
4.3.1./a ábra



4.3.1./b ábra

A szegecselési művelet szakaszait mutatja a 4.3.2. ábra

[<eleje](#)



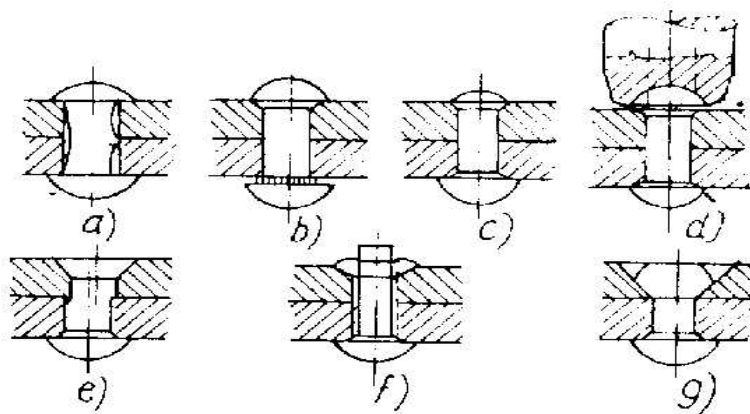
4.3.2. ábra

A szegecselés során előforduló jellegzetes hibák mérethibák vagy szegecselési hibák.

#### Gyakoribb mérethibák:

- a) Túlságosan nagy a furat, a szegecsszár elgörbül és nem tölti ki a furatot (4.4/a ábra),[4]
- b) A vastag szegecs megszorul a furatban és erőszakos heverés esetén a gyámfej alatt fel torlódott anyag megakadályozza a fej felfekvését (4.4/b. ábra. )
- c) Rövid a szegecsszár, a zárófej nem lesz teljes (4.4/c ábra),
- d) Hosszú a szegecsszár, a kötés lehet jó, de sok időbe telik a fej kialakítása, nagy a sorjaképződés (4.4/d ábra),
- e) Hibás a furattávolság, az összefűrés nem hagyható el, mert az eltolódott furatba vert szegecs eltorzul, részben elnyíródik és a keresztmetszet gyengül (4.4/e ábra),
- f) Süllyesztési hiba, a kicsi vagy túl nagy süllyesztés egyaránt káros, mert az első esetben a szegecsfej lesz a gyenge, a másodiknál pedig az anyagot gyengítjük el a túlzott süllyesztéssel (4.4/f és 4.4/g ábra).

A kismértékű süllyesztési, hiba kijavítható úgy, hogy a szegecs eltávolítása után a furatot megfelelő méretűre süllyesztjük és összeszegecseljük az alkatrészeket. A túlzott mértékű süllyesztés következtében az anyagban előálló szilárdságcsökkenést bizonyos mértékig mérsékelni tudjuk, ha a szegecsszárat annyival hagyjuk hosszabbra, hogy a kisüllyesztett részt teljesen kitöltse.



4.4.ábra

**Gyakoribb szegecselési hibák:**

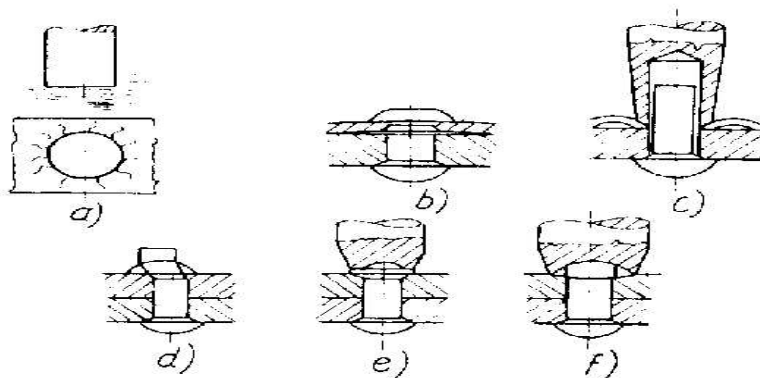
a) Lyukasztáskor a lyuk berepedezik, ez a tömítés romlását és a szilárdság csökkenését eredményezi, **(4.5/a ábra)** [4]ezért célszerű fúrással előkészíteni a lyukat.

b) Ha a szegecsbehúzás nem kielégítő, a szegecs zömítésekor a lemezek között gallér keletkezik, amely megakadályozza a lemezek zárását. Ilyen esetben a szegecsset ki kell ütni és a szegecselést meg kell ismételni, az előírásnak megfelelően **(4.5/b ábra)**.

c) A túlzott szegecshúzás következtében a szegecs körül megnyúlik a lemez, vetemedik és hézag marad a lemezek között. A szegecs kivétele és a lemez egyengetése után a furatot újra fúrjuk, és új szegecskötést készítünk **(4.5/c ábra)**.

d) A túlságosan nagy és ferde irányú ütések következtében a szegecs tengelye elferdül, és sem szilárdsága, sem zömítése nem kielégítő. A szegecs eltávolítása után a szegecselést meg kell ismételni **(4.5/d ábra)**,

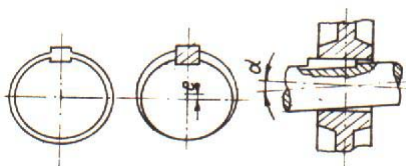
e) Kicsi vagy nagy szegecsfejet készíthetünk, ha nem megfelelő nagyságú szegecsfejezőt választunk **(4.5/e és 4.5/f ábra)**.



4.5.ábra

**4.2. Ékek és reteszek szerelése**

Az ék beverése következtében a tengely középvonala és az agyfurat középvonala a két elem közötti játéknak megfelelő mértékben mindig eltolódik, elferdül, ami a felékelt alkatrész külpontosságát eredményezi **(4.6.ábra)**[6].Ezért a két alkatrész közötti excentricitás csökkentése céljából az illeszkedési játékot a lehetőségek szerint kicsire kell venni.



4.6. ábra

Az éket úgy szereljük, a tengelyre helyezett agyba, hogy az ékhorony magasabb végéről betoljuk az éket, majd vörösréz vagy ólom kalapáccsal beütjük. A kiszerelés ezzel ellentétes művelet. Ha a beszerelt ék vékonyabb végéhez nem férünk hozzá, akkor orros éket használunk. Az orros ék kiszerelhető egy éknek



az orr és agy közé ütésével vagy kihúzókészülékkel .

Fészkes ékkötés szerelésekor először mindig az éket helyezük el a tengelyfészkekben és ezután sajtoljuk fel az agyat. Fészkes ékkötés szétbontását az agy lehúzásával kezdjük.

Reteszek szerelésekor minden esetben először a reteszt szereljük a tengelybe, majd azután húzzuk rá az agyat. Az agy felsajtolásához célszerű készüléket használni, hogy felhúzás közben a tárcsa ne fordulhasson el. Szétszereléskor először a tárcsát húzzuk le a tengelyről – a lehúzókészülékkel - azután a retesz kiemelhető a fészkekből úgy, hogy laposvágóval az egyik végét kissé bevágjuk és kiütögetjük a fészkekből. Az így kiszerelt reteszt kényesebb szerkezetbe nem célszerű visszaszerelni. A kis túlfedéssel illesztett éket és reteszt sajtológépen vagy rézkalapáccsal szerelik be a tengelyhoronyba. A tengelyt az elgörbülés megakadályozására a szerelés ideje alatt az ék alatti részen alá kell támasztani.

### 4.3. Csavarkötések szerelése

Gépszerkezeten a legtöbb csavarkötés váltakozó irányú, ismételt igénybevételnek van kitéve. Ezért szereléskor - az igénybevételtől függően - gondoskodni kell a csavarok biztosításáról. A csavarbiztosítási módok a gépelemek 2. c. tárgyából ismeretesek. Néhány, a szerelés szempontjából fontosabb kérdésre azonban ki kell térnünk. Az ászokcsavar azonos becsavarására háromféle lehetőség van. Az első esetben az ászokcsavarra beszúrt hornyot esztergálnak - a menetforgácsoló kés kifutása végett. Ez a váll szereléskor az ütköző szerepét tölti be, a horonyig ugyanis teljes mélységű a menet. A második esetben az ászokcsavaron nincs horony, a menet menetkifutással készül. Az első esetben a váll felfekvése után az ászokcsavar meghúzásával kellő feszítés érhető el. A második esetben a menetkifutásokon szorul be a csavar a furatba. A harmadik biztosítási módhoz a menetet szoros illesztéssel készítik.

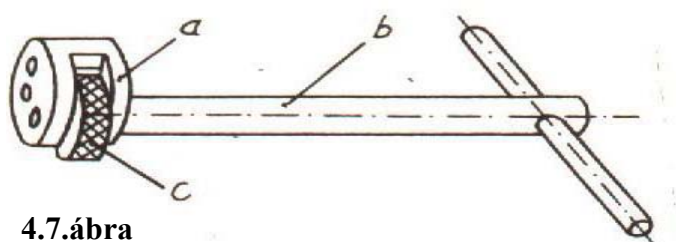
A tőcsavar menethosszúságát, becsavarási hosszát, az alkatrész anyagától függően kell megállapítani. Az anyagtól függő becsavarási hossz nagysága: acél és bronz esetében 1d, öntöttvas és réz esetében 1,3d, alumíniumnál 2d.

Az ászokcsavar beszerelésekor két követelményt kell kielégítenünk:

- Az ászokcsavart szorosan illesszük az alapalkatrészbe, hogy az erősen meghúzott anyalazítása esetén se csavarodjék ki a munkadarabból.
- Az ászokcsavar középvonala merőleges legyen a munkadarabnak arra a felületére, amelybe azt becsavarják.

A második követelmény teljesítése érdekében a furatot és a menetet is célszerű gépi megmunkálással készíteni. Csak végső esetben szabad a furatot fúróvezető sablon alkalmazásával kézzel készíteni.

Az ászokcsavarok legegyszerűbb módon úgy csavarhatók be, hogy két anyát helyezünk el a felső menetrészen. Ezeket előfeszítjük, így a felső anyaforgatásával behajtható a csavar.

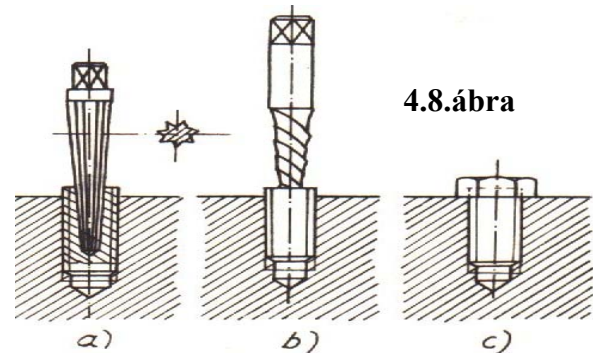


4.7.ábra

Tőcsavarok ki- és beszerelésére egyaránt használható a **4.7. ábrán** [6] látható tőcsavarkulcs. A szerszám olyan hasított kulcsfejből (**a**) áll, amelyen furatokat találunk. E furatok egyikét - ki vagy becsavarástól

függően - helyezzük a tőcsavarra. A forgatószár **(b)** végén egy excentrikusan elhelyezett recézett, edzett tárcsa kules **(c)** van. A forgatószár elfordítása következtében a tárcsa az ékhatás elvén az ászokcsavart megszorítja és így annak ki és beszerelése elvégezhető.

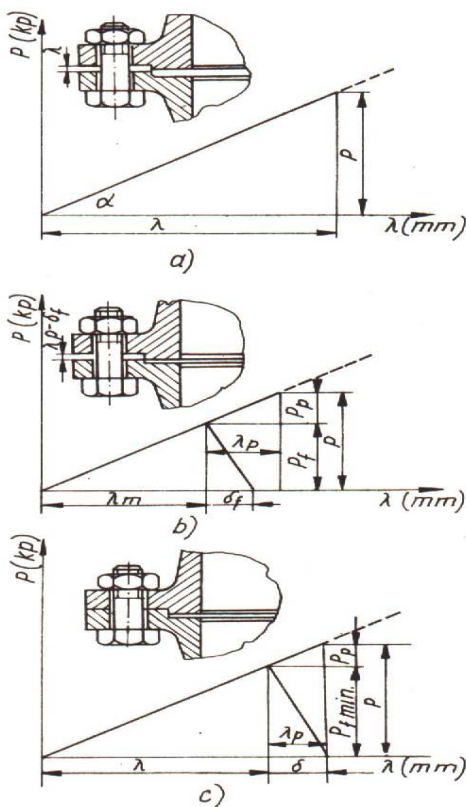
Az ászokcsavar két menetét esetenként különbözőre készítik, mégpedig az ászokcsavarnak arra a végére, amelyet az alapalkatrészbe csavarnak, nagyobb emelkedésű menetet váganak. Ez főleg akkor szükséges, amikor az alapalkatrész rideg anyagból készült, mert ha ebben az esetben a menetemelkedés kicsi, az ászokcsavar kiszakadhat az alapalkatrészből.



4.8. ábra

Szereléskor gyakran előfordul, hogy a csavar beszakad a furatba. A beszakadt csavar különböző módszerekkel távolítható el. Az egyik módszer szerint a csavarba lyukat fúrunk és abba vagy egy fogazott tüskét ütünk, vagy egy menetes szerszámot csavarunk, és így a beszakadt csavar eltávolítható **(4.8/a és 4.8/b ábra)**. [6] Menetes szerszám használata esetén ügyeljünk arra, hogy a szerszám menetemelkedése ellentétes legyen beszakadt csavar menetemelkedésével.

Egy másik módszer szerint a beszakadt csavar még hozzáférhető részére csavaranyát hegesztünk és villácskulccsal csavarjuk ki a csavart. **(4.8/c. ábra)**. Alumínium munkadarabokból savas maratással is eltávolíthatjuk a beszakadt csavarokat. Először furatot készítünk a beszakadt csavarba, majd salétromsavoldattal a csavart kioldjuk. Katalizátorként vashuzal darabkákat rakhatunk a savoldatba. A használt savat 5- 10 percenként pipettával eltávolítjuk a furatból és helyébe frisset öntünk. A maratási idő néhány órát vesz igénybe.



4.9. ábra

### 4.3.1 Csavarkötések előfeszítése

A csavarokat szerelhetjük előfeszítve és előfeszítés nélkül. A gépiparban általában a feszítéssel szerelt csavarkötéseket alkalmazzák. Az egyesített alkatrészek rendeltetéstől függően az előfeszítésnek nagy jelentősége lehet. Például a belsőégésű motorok hajtórúd-, nyugvócsapágy- és hengerfejszavarjainak meghatározott előfeszítése elengedhetetlenül szükséges ahhoz, hogy a váltakozó, ismételt igénybevételt az egyesített alkatrészek és a csavar is huzamosabb ideig bírja. Az előfeszítés mértékének olyannak kell lennie, hogy az egyesített alkatrészek a fellépő üzemi terhelés hatására se távolodjanak el egymástól. Abban az esetben, ha az alkatrészek eltávolodnak egymástól, megváltozik az illesztés jellege, ennek következtében zavarok állnak elő az alkatrész kenésében és a megnövekedett hézag következtében ütési igénybevétel is terheli az alkatrészeket, amelyek rohamosan tönkremennek. Fontos, hogy azokat a csavarokat, amelyek ismételt

igénybevételnek vannak kitéve, a gyár által előírt nyomatékkal húzzuk meg. Amennyiben a gyári előírások nem állnak rendelkezésünkre, az előfeszítés mértékét számítással is meghatározhatjuk. A csavarkötések előfeszítésének három jellegzetes esetét különböztetjük meg, amelyeket **4.9.ábrán[4]** mutatunk be.

Az első esetben (**4.9/a ábra**) a kötés nincs előfeszítve, az anyát csak addig csavarjuk, amíg az alkatrészsel érintkezésbe nem kerül. Ilyen szerelés esetén, az üzemi erő hatására a csavar - a Hooke- törvény értelmében meghatározott mértékben megnyúlik.

A megnyúlás mértéke:

$$\lambda = \frac{P}{E_{cs}} \sum \frac{l_i}{F_i}$$

ahol

**P** = a terhelőerő

**E<sub>cs</sub>** = a csavar anyagának rugalmassági modulusa,

$\sum \frac{l_i}{F_i}$  = a fej és az anya közötti csavarhossz változó keresztmetszeteinek ( $F_i$ ) és az ezekhez tartozó hosszúságok ( $l_i$ ) hányadosának az összege

Az összekötött alkatrészek a csavar nyúlása folyamán ugyanilyen  $\lambda$  értékkel távolodnak el egymástól, és az érintkezés helyén hézag keletkezik.

A második esetben (**4.9/b ábra**) kisméretű előfeszítést is alkalmaztunk, amely azt eredményezi, hogy az összekötött alkatrészek is rugalmas alakváltozást szenvednek.

Az összekötött alkatrészek rugalmas összenyomódása:

$$\delta_f = \frac{P_f}{E_k} \frac{l}{F_k}$$

ahol:

**P<sub>f</sub>** = az előfeszítő erő

**l** = az összekötött alkatrészek vastagsága

**E<sub>k</sub>** = az összekötött alkatrészek közepes rugalmassági modulusa

**F<sub>k</sub>** = redukált nyomott felület

Az üzemi erő hatására a csavar még tovább nyúlik  $\lambda_p$  értékkel, és az összekötött alkatrészek közötti hézag nagysága:  $\lambda_p - \delta_f$

A hézag nagysága az előfeszítő erő nagyságától függően kisebb mint az előző esetben.

A harmadik esetben **(4.9/c ábra)** a csavart annyira feszítjük elő, hogy az alkatrészek rugalmas összenyomása egyenlő legyen a csavarnak az üzemi erő ( $P_{f \min}$ ) okozta rugalmas megnyúlásával. A gyakorlatban sohasem a határesetnek megfelelő előfeszítő erővel ( $P_{f \min}$ ) szereljük a csavart, hanem biztonsági okokból ennél nagyobb erővel.

Csavarok meghatározott előfeszítéssel a gyakorlatban nyomatékkulccsal szerelhetők. Az előfeszítéshez ismernünk kell a meghúzáshoz szükséges nyomatékot, amelyet számítással és kísérlettel határozhatunk meg. A kísérleti nyomaték meghatározás pontosabb eredményekre vezet mivel a súrlódási tényező értékét a számítások alkalmával csak becsülni tudjuk. A csavar előfeszítéséhez szükséges nyomaték két komponensből tevődik össze:

egyrészt az anya és a csavar menetei között fellépő súrlódási nyomatékból ( $M_{cs}$ ), másrészt az anyavagy a csavarfej homlokfelülete és az alkatrész között fellépő súrlódási nyomatékból ( $M_a$ ).

A csavar meghúzásához szükséges nyomaték:

$$M = M_{cs} + M_a$$

Az  $M_a$  nyomaték, fényes csavarok esetében kb.  $0,5 M_{cs}$ -nek vehető.

Így a teljes nyomaték:

$$M_t = 1,5 M_{cs}$$

A csavar és az anya menetei között fellépő súrlódási nyomaték:

$$M_{cs} = P_f \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$$

ahol:

$P_f$	=	az előfeszítő erő.	[kP];
$d_2$	=	a csavar középátmérője,	[cm];
$\alpha$	=	a csavar menetemelkedési szöge;	
$\rho$	=	arc $\operatorname{tg}\mu'$	

A  $\mu'$  laposmenetű csavar esetében egyenlő -  $\mu$  vel, éles menetnél pedig:

$$\mu' = \frac{\mu}{\cos \frac{\beta}{2}}$$

[<eleje](#)

ahol

$\mu$  = az anya és a csavar menetei között fellépő súrlódási tényező,

$\beta$  = a menet szelvényyszöge.

A teljes nyomaték tehát:

$$M_t = 0,75d_2 V \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$$

### 4.3.2 A Csavarkötések egyenletes meghúzása

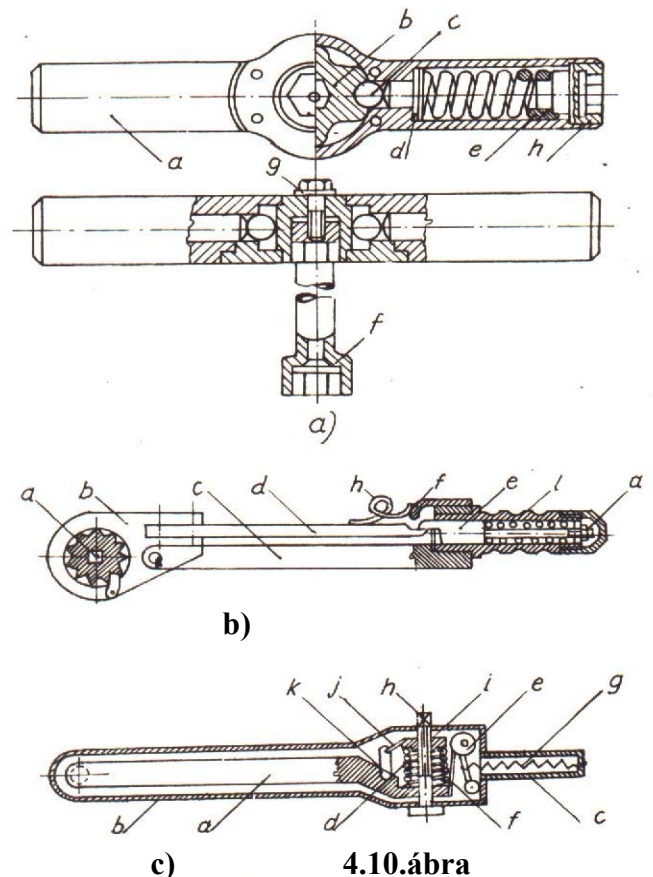
A váltakozó igénybevételnek kitett csavarokat meghatározott nyomatékkal kell meghúzni. Az anyák egyenlőtlen vagy nem megfelelő meghúzása az alkatrészek alakváltozását és változó terhelés esetén a kötés lazulását okozhatja. Az anyák meghúzásakor a forgatónyomaték szabályozásának legegyszerűbb módja a kulcsszár hosszának megfelelő megválasztása. Ebben az esetben, ha a szerelő munkás egyforma erőt fejt ki, a forgatónyomaték körülbelül azonos lesz. Munka közben azonban még ugyanazon szerelőmunkás kézi ereje is aránylag tág határok között változhat. A forgatónyomaték nagyságának szabályozása a kulcsszár hosszúságával csak akkor valósítható meg, amikor a munkás maximális erő kifejtése esetén kell a legnagyobb forgatónyomatékot korlátozni.

A nyomaték a következő módszerekkel korlátozható:

- nyomatékkulcsok alkalmazásával
- az anyákat előre megállapított szöggel forgatják el,
- a meghúzással egyidejűleg megmérjük a csavar nyúlását.

Az említettek közül legjobban a nyomatékkulcsok használata terjedt el. E kulcsoknak három fő csoportját különböztetjük meg:

- Nyomatékkorlátozó** kulcsok, amelyek önműködően kikapcsolnak a kívánt nyomatékértéken.
- Nyomatékjelző** kulcsok, amelyek az előre beállított nyomaték elérésekor hang- vagy fényjelzést adnak.



4.10.ábra

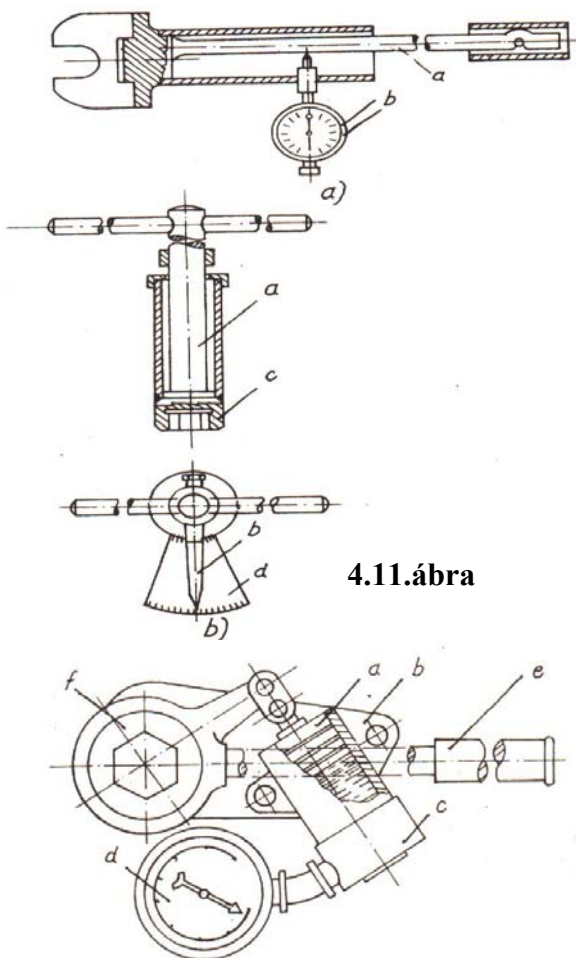


c) **Nyomatékmérő** kulcsok, amelyeket mutatószerkezettel látnak el és folyamatosan mutatják az anya meghúzásakor ébredő nyomaték nagyságát. Ha a munkás ilyen kulccsal dolgozik, állandóan figyelnie kell a műszer mutatóját, és akkor hagyja abba az anya (vagy fejes csavar) meghúzását, amikor a műszer mutatója a kívánt értéket eléri. Az első csoportba tartozó kulcsok szerkezeti megoldása bonyolultabb, mint a többieké.

A nyomatékkorlátozó kulcs szerkezeti megoldása a **4.10/a ábrán**[3] látható.

A kulcs testébe (a) - amely egyben forgatókar is - csillagot (b) szerelnek, amely a testtel a golyók (c) segítségével kapcsolódik. A csőkulcs szárát (f) a csillagba (b) szerelik, amelyet ott a csavar (g) rögzít. Ha az erő meghaladja az előre beállított értéket, akkor a golyó (c) legyőzve a rugóerőt elgördül az elforduló csillag profilján és ennek folytán a kulcs kikapcsol. A rugó (e) a kívánt nyomóerőre a csavar (b) segítségével beszabályozható.

**Nyomatékjelző kulcs** látható a **4.10/b ábrán**. A kilincsmű négyszögletes furatába (a) kell helyezni a megfelelő kulcsot a forgatószárral együtt. A kulcsfej (b) egy csuklócsappal csatlakozik a kulcsszárhoz (c). Ennek következtében a csavar meghúzása a laprugó (d) és a tüske (e) segítségével történik. A laprugó a csavar meghúzásához szükséges erőhatás következtében meghajlik és egy bizonyos nyomatékértéknél átugrik a tüske a lelapolt végén az ütközőhöz (f). A tüske végén lévő anya (g) segítségével állítható be a kívánt nyomaték értéke.



4.11.ábra

A rugó átugrása után - amelyet éles kattanó hang jelez - nem szabad a kulcsot tovább húzni. A rugó (h) szerepe az, hogy az átugrott laprugót alaphelyzetbe visszanyomja. A csavarrugó (i) pedig a tuskét állítja vissza eredeti helyzetébe. A kilincsmű lehetővé teszi, hogy a kulcsot nem kell körbe forgatni az anya meghúzásakor.

Egy más rendszerű nyomatékjelző kulcs látható a **4.10/c ábrán**. A kulcskar (a) és a kulcsház (b) elforgathatóan kapcsolódnak egymáshoz. A kulcskarhoz mereven kapcsolódik az anyához (csavarfejhez) csatlakozó, belső kulcsnyílású szár. A kulcsnyél (c) a kulcsházzal szilárd egységet alkot. A csavar meghúzása közben a rugó (d) összenyomódik, miközben a jelzőkalapácsot (e) a kulcskarra szerelt rugalmas elem (f) elfordítja. A kívánt nyomaték elérésekor annyira fordul el a jelzőkalapács, hogy a vállról lecsúszik a rugalmas elem és a kulcsnyélen lévő rugó (g) eredeti állásába húzza vissza. A jelzőkalapács a kulcsház falának ütődve éles hangot ad, amely jelzi azt, hogy a csavart tovább húzni nem szabad. A nyomaték nagyságát a négyszögvégű csavaron

4.12.ábra



(h) levő anya (i) segítségével állíthatjuk be. Az anyán levő mutató (j) jelzi a kulcsházra szerelt skálán (k) a beállított nyomaték nagyságát. A **nyomatékmérő kulcsokat** rendszerint rugalmas szárral készítik. Az ilyen kulcsban (4.11./a ábra)[3] a forgatókar maga a rugalmas szár (a), amely a reá ható terhelésnek megfelelő mértékben meghajlik. Mivel a mutatót (b) állandóan figyelni kell, a kulcs használata meglehetősen kényelmetlen. Hasonló elven működő nyomatékmérő kulcs látható a 4.11/b ábrán is. A különbség csak az, hogy a rugalmas szár (a) itt nem hajlításra, hanem csavarásra van igénybevéve. A rugalmas szárra erősített mutató (b) az anya meghúzásakor elmozdul a kulcsfejhez (c) erősített skálához (d) képest, amelyen s nyomaték közvetlenül leolvasható. Szerkezeti megoldás tekintetében megemlítendő még a pneumatikus és hidraulikus megoldású nyomatékmérő kulcsok is. Hidraulikus nyomatékmérő kulcs látható a 4.12. [3]ábrán.

Az anyára ható forgatónyomatékot a dugattyú (a) veszi át, amely a kulcs testéhez (b) erősített hengerben (c) mozog. Az anya meghúzásakor a dugattyú nyomást gyakorol a hengerben levő olajra, amelynek hatására a nyomásmérő (d) mutatója megfelelően elkészített skála esetében közvetlenül a kifejtett nyomatékot mutatja. A forgatószárhoz (e) erősített fej (f) csuklósan kapcsolódik a kulcs testéhez (b), így ahhoz képest elmozdulhat.

A csavarkötések előfeszítésének mértékét legpontosabban a csavar nyúlásának mérésével tudnánk meghatározni. A gyakorlatban ez a módszer nem tudott elterjedni, mivel a nyúlásmérés általában nehézségekbe ütközik, a két oldalról szükséges hozzáférés miatt.

Az anyának meghatározott szög elfordulásával korlátozott előfeszítése. pedig a bizonytalan fogásvétel (kiinduló-helyzet) miatt nem tudott széles körben elterjedni.

Használat előtt a nyomatékkulcsot be kell szabályozni. A kulcsot satuba fogott csavarra helyezük vízszintes helyzetben. Ezután a csavar középpontjából meghatározott távolságra súlyokat akasztunk a szárra. A terhelő súlynak és a kulcsnak a terhelő súlyok támadáspontjába redukált súlyának összege és a kar szorzata adja a csavarra ható nyomatékot.

#### **A csavarkötés létesítésének eszközei.**

Az eszközöket az alábbiak szerint lehet csoportosítani:

Működés szerint lehetnek:

forgatva csavarozó,  
impulzus csavarozó,  
ütvecsavarozó.

Az automatizálás foka szerint lehetnek:

kézi,  
gépi,  
félautomata,  
automata csavarozó.

A működtető energia szerint lehetnek:

kézi,  
pneumatikus,  
elektromos csavarozó.

A műveletvégző szerszámok száma szerint lehetnek:

egyorsós,  
többorsós csavarozó.

[<eleje](#)

A konstrukciós kialakítás szerint lehetnek:

kézi fogantyús  
asztali állványos,  
aggregát,  
adagolóval egybeépített.  
adagolóval összekapcsolt csavarozó.

A csavarozás iránya szerint lehetnek  
egy irányból,  
változtathatóan, több irányból csavarozó.

A fenti szempontokon túl további csoportosítási szempontok lehetnek még a forgási irány változtathatósága, a nyomatékhatárolás módja, a működtetés (kapcsolás). vagy a meghúzási nyomaték szórása is.

A csavarozógépek felépítése:

1. géptest, fogantyú
2. motor és hajtómű
3. nyomatékhatárolók és nyomatékszabályozók
4. fejrész a szerszámmal

Az összekapcsolandó alkatrészek sérülésmentes és tartós kötése szempontjából különös jelentőséggel bír a csavarok meghúzási sorrendje. Ennek javasolt módozatait szemlélteti a **4.13.ábra**.

#### **A szerelést nehezítő megoldások a csavarozásnál:**

- a gyártmányon és részegységein indokolatlanul nagyszámú eltérő csavarkötésfajta található,
- a gyártmányon és részegységein indokolatlanul sok eltérő méretű csavarkötés található,
- a csavarkötések nehezen hozzáférhetők
- a csavarkötések helyzetpontossági tűrései nagyon szorosak,
- a csavarkötéseket oldódás ellen külön kell biztosítani.

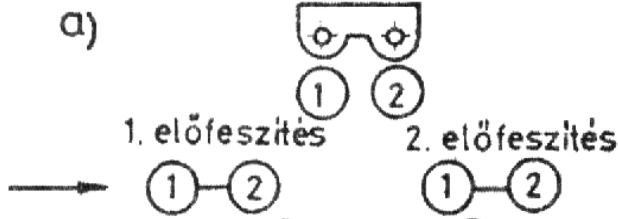
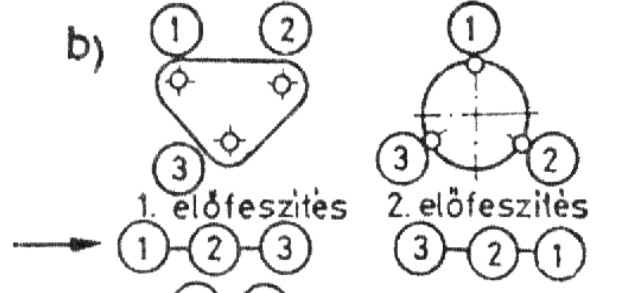
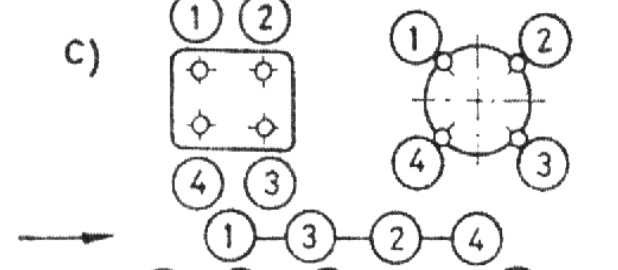
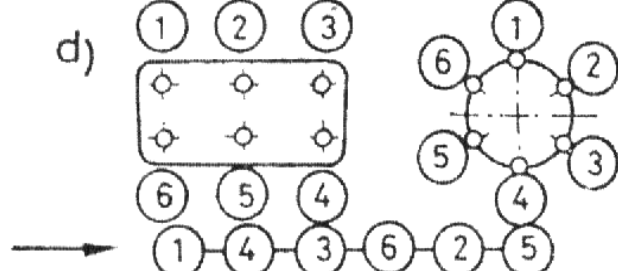
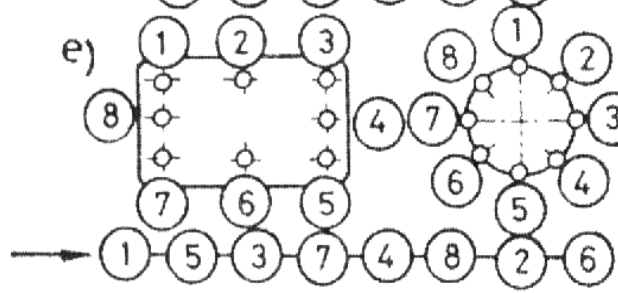
Előforduló hibák:

- menet hiánya, . menet sérült,
- menetbekezdés nincs,
- a menet nem elég hosszú,
- a menetes felületen nincs bekapatást segítő letörés,
- a kapcsolatba hozandó menetek eltérőek (pl.típus, stb.)
- a csavarkötés nem meghúzható,
- a csavarkötésben résztvevő elemek sorjásak, szennyezettek,
- a csavarkötésben résztvevő elemek helyzetpontossága eltérő,
- a csavarkötés elemeinek hőmérséklete az előírástól eltérő,
- a csavarkötésben résztvevő elemek szerszámmal kapcsolódó felületének a geometriája nem megfelelő,
- a csavarkötés nem hozzáférhető,

[<eleje](#)

- a csavarkötés nem oldható,
- a csavarkötés oldódás ellen nem biztosítható.

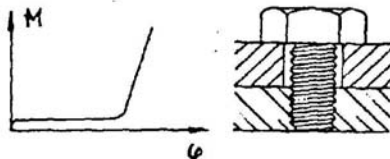
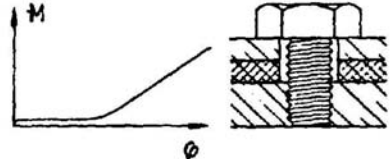
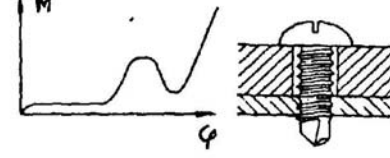
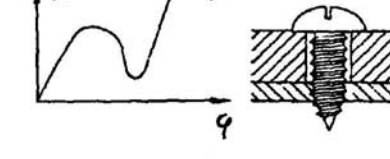
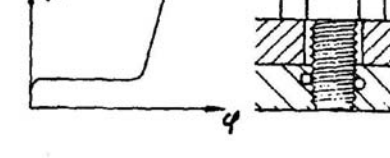
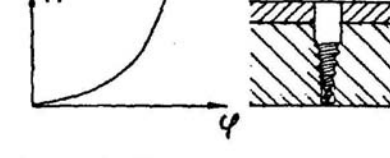
[<eleje](#)

A csavarok száma és elhelyezése	Meghúzási sorrend és előfeszítési módszer	Megjegyzés
<p>a)</p>  <p>1. előfeszítés      2. előfeszítés</p>	<p>a) Lépésenkénti és felváltott előfeszítés a meghúzás során (fél előfeszítő erő)</p>	<p>a) Kétszeri előfeszítés által előhúzó erővel a görbére húzás elkerülhető</p>
<p>b)</p>  <p>1. előfeszítés      2. előfeszítés</p>	<p>b) Lépésenkénti és felváltott előfeszítés a meghúzás során (fél előfeszítő erő)</p>	<p>b) Három csavar esetében is elkerülhető a görbére húzás, lépésenkénti és felváltott meghúzással</p>
<p>c)</p> 	<p>c) Meghúzás felváltva és keresztben teljes előfeszítő erővel</p>	<p>c) Négy vagy több csavar esetén teljes előfeszítő erővel lehet meghúzni</p>
<p>d)</p> 	<p>d) Meghúzás felváltva és keresztben teljes előfeszítő erővel</p>	<p>d) Egyoldalú meghúzás (1), (2), (3) stb. görbére húzást okoz</p>
<p>e)</p> 	<p>e) Meghúzás felváltva és keresztben teljes előfeszítő erővel</p>	<p>e) Tömítőkötés meghúzása esetén tömítőszerrel gyakran más meghúzási sorrendet választanak</p>

4.13.ábra

Néhány csavarozási példa látható a 4.13/1. ábrán [10]

[<eleje](#)

Csavarozási példák		
1	gépcsavar keménycsavarozással A csavar gyors becsavarozása a szokásos nyomatékpontossággal magas fordulatszámú szerszámot igényel, javasolt a lekapcsolós tengelykapcsoló alkalmazása	
2	gépcsavar lágy csavarozással alacsonyabb fordulatszámú szerszám szükséges, de hasonló tengelykapcsoló ajánlott	
3	menetvágó csavar 1000/min - nél nagyobb fordulatszám választandó, és a megcsúszó tengelykapcsoló alkalmazása javasolható	
4	menethengerlő csavar a csavarozási ellenállás nő a végéig, az ajánlott fordulatszám 800-1300/min, és a megcsúszó tengelykapcsoló ajánlható	
5	gépcsavar biztosítóelemmel a menetben relatív nagy csavarozási ellenállás, ezért az alacsonyabb fordulatszám tartományba eső nagyobb nyomatékkifejtésre alkalmas csavarozó ajánlható, csúszó kuplunggal	
6	facsarozás lassú csavarozó ajánlható 400-800/min fordulatszámmal és csúszókuplunggal	

4.13/1.ábra

[<eleje](#)

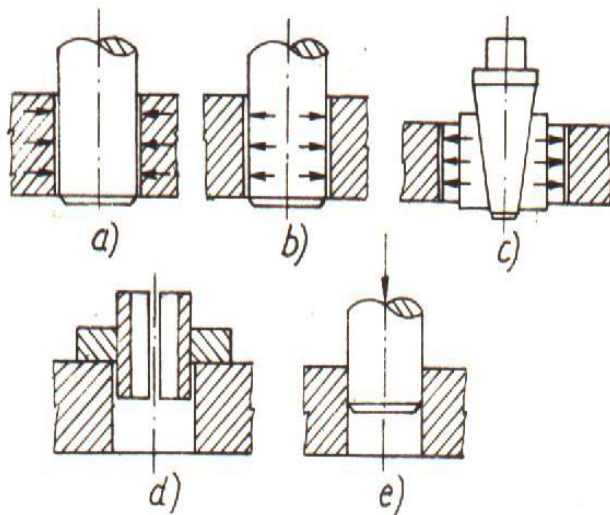


#### 4.4. Szilárd illesztésű alkatrészek szerelése

A kötőelemek nélküli erőátvitelre igen gyakran alkalmazzák a szilárd illesztésű (zsugor) kötéseket. A túlfedéssel illeszkedő elemek az alakváltozás során ébredő felületi nyomás és a felületek közötti súrlódás hatására, mind a csavarónyomaték, ill. tengelyirányú erő átadására alkalmasak. Az átvihető csavarónyomaték, ill. tengelyirányú erő a túlfedés nagyságától függ.

A szilárd illesztésű (zsugor) kötéseket szerelhetők sugárirányú és tengelyirányú sajtolással.

A sugárirányú sajtolt kötéseket kapcsolódó alkatrészei a felületekre merőlegesen közelednek egymáshoz. Ezeket a kötéseket a következő módon állítják elő: **(4.14. ábra)[3]**



4.14.ábra

a) a befogó alkatrészt szerelés előtt felmelegítik **(4.14/a ábra)**,

b) a befogott alkatrészt lehűtik **(4.14/b ábra)**

c) képlékeny alakváltoztatással, pl. tágítással, széthengerléssel **(4.14/c ábra)**, vagy a befogott alkatrész rugalmassá tételével **(4.14/d ábra)**.

A tengelyirányú sajtolt kötéseket a befogott alkatrészt fedéssel, tengelyirányban sajtolják a helyére **(4.14/e ábra)**

##### 4.4.1 Szerelés felmelegítéssel és hűtéssel

A felmelegítéssel, lehűtéssel, illetve a kettő kombinációjából létrehozott kötéseket olyan fedéssel készítik, amelyeknek átlagos értéke körülbelül kétszerese a sajtolt illesztések fedésének. Ezt a kötési módot nagy igénybevételnek kitett alkatrészek esetében és akkor alkalmazzák, amikor az alkatrészcsoporthoz az üzemeltetés alatt nagy hőmérsékletnek van kitéve és a befogó alkatrész hőtágulási együtthatója nagyobb, mint a befogott alkatrészé.

Az alkatrészek felmelegítését (lehűtését) aránylag kis fedések esetén is alkalmazzák olyan esetekben, amikor a felmelegítésnek csak az a rendeltetése, hogy megkönnyítse a szerelést és épségben tartsa a kapcsolódó alkatrészek felületét (pl. gördülőcsapágyak szerelésekor). Forgatónyomaték átvitelkor és azonos fedés esetén a melegillesztés körülbelül háromszor tartósabb a közönséges sajtolt hidegillesztésnél. Ez azzal magyarázható, hogy melegillesztéskor a kapcsolódó felületeket érdesebbre készítik, mint hidegsajtolás esetén. Az érdes és egyenetlen felületek pedig egymással jobban kapcsolódnak.



Azt a hőmérsékletet, amelyre a befoglaló alkatrészt fel kell melegíteni, illetve a befogott alkatrészt le kell hűteni, a hőtágulás ismert alapképletéből kiindulva határozhatjuk meg:

$$\lambda = \alpha (t_2 - t_1) l$$

Ahol:

$\lambda$  a hőmérséklet hatására bekövetkezett hosszváltozás, (mm)  
 $\alpha$  az alkatrész lineáris hőtágulási együtthatója, (1/°C)

$t_1$  az alkatrész hőmérséklete a vizsgálat előtt (°C)

$t_2$  az a hőmérséklet, amelyre az alkatrészt fel kell hevíteni, ill. le kell hűteni, (°C)

$l$  a munkadarab hossza  $t_1$  hőmérsékleten (mm).

A szükséges hevítési, illetve hűtési hőmérséklet:

$$t_a = t_c - \frac{T_{\max} + \delta}{\alpha_a d_1} \quad (^\circ\text{C})$$

$$t_c = t_a + \frac{T_{\max} + \delta}{\alpha_c d_1} \quad (^\circ\text{C})$$

ahol:

$t_a$  a befogó alkatrész (pl. hüvely, agy) felhevítési hőmérséklete (°C);

$t_c$  a befogott alkatrész (pl. csap) hőmérséklete (°C);

$T_{\max}$  a maximális túlfedés (mm);

$\delta$  (0,006 ... 0,0012)  $d_1$  a szereléshez szükséges hézag, (mm);

$\alpha_a$  a befogó alkatrész hőtágulási együtthatója (1/°C);

$\alpha_c$  a befogott alkatrész hőtágulási együtthatója (1/°C);

$d_1$  az összeszerelendő alkatrészek névleges átmérője (mm)

A túlfedés nem változik, ha az alkatrészek azonos mértékben melegszenek fel és a hőtágulási együtthatójuk is megegyezik.

[<eleje](#)

Biztonsági megfontolásokról azonban célszerű az alkatrészeket a számítottnál kb.  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  -kal nagyobb értékre hevíteni vagy kisebb hőfokra hűteni, hogy zavartalanabban szerelhesünk.

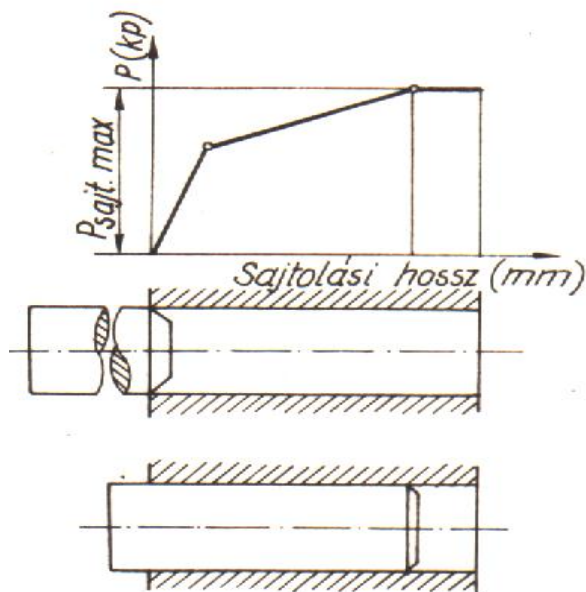
A befogó alkatrészt szerkezeti megoldásoktól függően gáztüzelésű vagy villamos-fűtésű kemencében, továbbá olajkádban melegítjük fel. Olyan esetekben, amikor az alkatrészek felmelegítési hőmérsékletét szűk határok között kell tartani, és fontos a felmelegítés egyenletessége (pl. gördülőcsapágyak felmelegítésekor), ajánlatos folyékony közegben melegíteni. Folyadéknak tiszta ásványolajat használhatunk.

Amennyiben a befogó alkatrész méretei nagyok, ajánlatos a szerelés megkönnyítése céljából a befogott alkatrészt lehűteni.  $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletig használhatunk hűtés céljára szilárd szénsavat vagy villamos hűtőkészüléket. A hűtés a szilárd szénsavval az alkatrész méreteitől és súlyától függően 15 perctől egy óráig tart.

#### 4.4.2 Tengelyirányú sajtolás

Szilárd illesztésű alkatrészeknek tengelyirányú sajtolással létrehozott kötésében a befogott alkatrész átmérője nagyobb, mint a befogó alkatrész furatátmérője, ezért az érintkező felületeken jelentékeny merőleges irányú nyomás keletkezik. Az ilyen módon összekötött alkatrészek között olyan nagy az ébredő súrlódóerő, hogy általában nincs szükség külön biztosításra.

A besajtolás folyamán a sajtolóerő - az érintkező felületek növekedésével - nullától egy bizonyos maximális értékig növekedik (4.15. ábra). Ez a sajtolóerő a túlfedés növekedésével még fokozódik.



4.15. ábra

A túlfedést rendszerint a felület mikrogeometriájának figyelmen kívül hagyásával, a névleges méretek alapján határozzák meg, a besajtolás pedig kisimítja a felületi egyenetlenségeket, és ezáltal a tényleges fedés kisebb lesz s így a valóban ébredő fajlagos nyomás is csökken.

#### 4.5. Kötőhegesztés.

Törött, repedt acél alkatrészek adott esetekben kötőhegesztéssel javíthatók. Mivel a különböző gépalkatrészek igen sokféle acélból készülhetnek, hőkezeléssel vagy anélkül, javítóhegesztés esetén első problémaként az alkatrész alapanyagának meghatározása, majd ennek alapján a hegeszthetőség elbírálásának kérdése vetődik fel. Ezek megoldása után

kerülhet sor a technológia meghatározására, amelyhez figyelembe kell venni a gépalkatrész üzemi igénybevételét is.

Régebben általános felfogás volt a javítóiparban, hogy a nagyobb igénybevételű, különösen élet- és vagyónbiztonság szempontjából veszélyesnek minőülő alkatrészeket hegesztéssel megfelelő minőségben javítani nem lehet. Ez a felfogás a nemzetközi szakirodalomban is sokat vitatott kérdés. A gyakorlat bebizonyította, hogy ha elemezzük az ilyen alkatrészeken fellépő erőhatásokat és konstruktív módosításokkal kiküszöböljük az alkatrész gyenge pontjait, kellő óvatossággal és szakértelemmel a hegesztéses felújítás esetenként eredményesen alkalmazható.

Egy kényesebb, nemesíthető acélból készült repedt vagy törött alkatrész kötőhegesztésének műveleti sorrendje a következő:

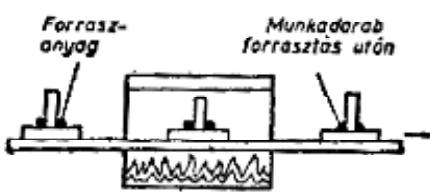
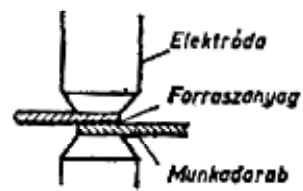
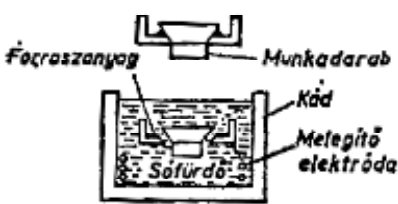
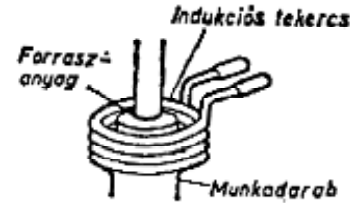
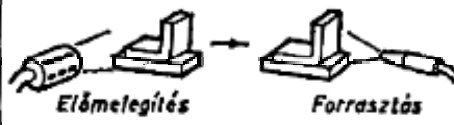
1. A repedés vagy törés terjedelmének meghatározása.
2. Az alkatrész lágyító hőkezelése.
3. A repedt vagy törött fémrész eltávolítása (kiköszörülés, kifűrészelés),
4. Hegesztés előtt az alkatrész előmelegítése kb. 400 °C-ra.
5. A repedés körül eltávolított fémrész betöltése lehetőleg az alapanyag szakítószilárdságának és szövetszerkezetének megfelelő varratanyaggal (törött darabok esetében a teljes keresztmetszet meghegesztése több varrattal). A hegesztés alatt az alkatrészt 300-400 °C-on kell tartani. A varratok gyökhibától, salak- és gázzárványoktól mentesek legyenek.
6. Amennyiben a behegesztett varratanyag szilárdsága az igénybevétel szempontjából nem elégséges - ami az esetek többségében fennáll - a hegeszteti rész tehermentesítése konstruktív módosítással oldandó meg.
7. A hegesztett alkatrész normalizálása.
8. A hegesztett alkatrész nemesítése az alapanyagra vonatkozó szabvány szerint.
9. Az alkatrész műszeres repedésvizsgálata.

A hibás alkatrészek hegesztéses javításáról le kell mondanunk, ha a fenti szempontok szerinti végrehajtás nem valósítható meg, és ha a felújított alkatrész szilárdsági szempontból az újjal nem azonos értékű.

Ismeretes, hogy az acélanyagok a húzó- és nyomó-igénybevételnek nagyjából egyformán ellenállnak, tehát ismételt nyomásra is éppúgy kifáradnak, mint ismételt húzásra. A fárasztó erőhatások elsősorban a maximális feszültség alatt álló kristályokat veszik igénybe. Az elcsúszási vonalak innen indulnak ki, majd átterjednek az ép anyagrészekre és végeredményben az egész keresztmetszet törését idézik elő.

A kifáradási törés mindig a legnagyobb feszültségek gyűjtőhelyén szokott létrejönni. Ilyen szempontokból vizsgáljuk meg konstruktív változtatás előtt a felújítandó alkatrészt. A különféle hegesztési eljárások vázlatos ismertetése látható a **4.16. ábrán**. [2]



<p><b>Forrasztás kemencében</b></p> <p>Felmelegítés gáz-, villamos vagy olajfűtésű kemencében. Az alkatrészek előre összeszerelve, forrasztóanyaggal konvektorra függesztve (kis felületen érintkezve) haladnak át a kemencében.</p>	
<p><b>Villamos felmelegítéssel (ellenállás)</b></p> <p>Hasonló az ellenállás-hegesztéshez. Az összeszorító erő kicsi. A forrasztóanyagot és a fészket előre kell elkészíteni.</p>	
<p><b>Mártóforrasztás</b></p> <p>Forrasztási hőmérsékletre melegített sófürdőbe mártják az előre összeszerelt, forrasztóanyaggal ellátott alkatrészeket. Kis alkatrészek kerámia- vagy grafitfészkekben tartópoharakba helyezhetők.</p>	
<p><b>Indukciós felmelegítéssel</b></p> <p>Villamos árammal, indukciós tekercs segítségével melegítik a forrasztóanyaggal előre összeszerelt alkatrészeket. A forrasztás csak egyenként, egymás után lehetséges.</p>	
<p><b>Forrasztás lánggal</b></p> <p>Kézzel, kisorozatokhoz használatos. Nagyszorozathoz több égőfej alkalmazása és gépesített anyagmozgatás célszerű.</p>	

4.1 táblázat

A következő 4.2. táblázatból [4]pedig kitűnnek az eljárás felhasználási lehetőségei:

[<eleje](#)



Előnyök	Műveleti sorrend	Anyag
Különböző anyagok egyesíthetők A vetemedés kismértékű	1. Az illeszkedést hézag és kiképzés szempontjából ellenőrzik	<i>Forrasztható anyagok:</i> – kis széntartalmú acél és öntvény
Több lépésben végezhető különböző forraszanyagokkal, fokozatosan alacsonyabb hőmérsékleten	2. Az érintkező felületeket olajtól, zsírtól, piszoktól megtisztítjuk	– alumíniumöntvény – nikkelötvözetek
Különböző vastagságú anyagok egyesíthetők	3. Az érintkező felületeket folyasztoanyaggal bevonják	– különleges ötvözetek – réz és ötvözetek
Öntött és hengerelt anyagok össze-forraszthatók	4. A forrasztandó felületeket összeillesztik (készülékben, sablonban, fészekben)	<i>Forraszanyagok:</i> – ezüst – réz, cink alapú ötvözetek
Fémes és nemfémes anyagok egyesíthetők, ha a nemfémes anyag fémes bevonatot kap	5. Az érintkező felületeket 600..800 °C-ra melegítik anyagvastagságtól, forrasz- és folyasztoanyagtól függően	
A bázisanyag fémtani szempontból nem károsodik	6. Megtisztítják a munkadarabot	
Az illesztések nem vagy csak kismértékben igényelnek megmunkálást		

4.2 táblázat

#### 4.7 Ragasztás

A ragasztóanyag összekötő hidat alkot az alkatrészek felületei között. Az alkatrészek lehetnek azonos, vagy különböző anyagúak.

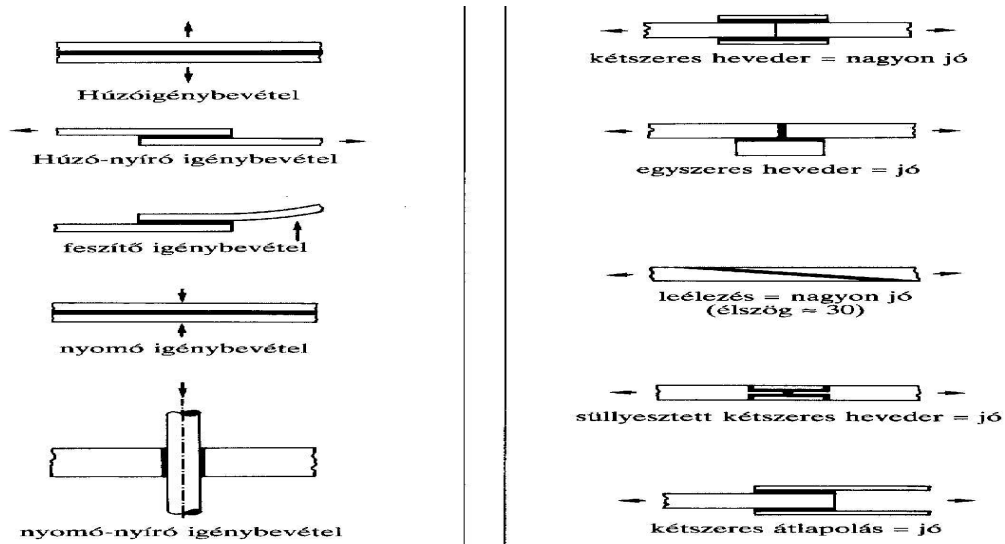
A kötés mechanizmusa függ:

- a ragasztónak a munkadarabhoz való tapadásától, tehát az adhéziótól valamint
- a ragasztó saját anyagán belüli szilárdságától

Már a konstrukciónál figyelembe kell venni a ragasztóanyagok tulajdonságait és lehetőségeit. A ragasztástechnikában az optimális eredmények elérése érdekében a ragasztott kötésre lehetőség szerint csak nyíró és/vagy nyomóerők hassanak. A lefejtő-erők kedvezőtlenek és a konstrukció megváltoztatásával kerülendők. Nagy erők átvitele esetén lehetőleg nagy ragasztási felületre kell törekedni. A 4.17 [4] és a 4.18 ábrákon [4] a különféle terhelésekre kialakított ragasztási módok láthatók.

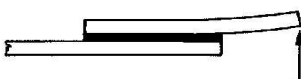
[<eleje](#)



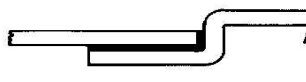


4.17. ábra

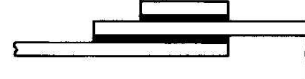
nyíróigénybevétel = rossz



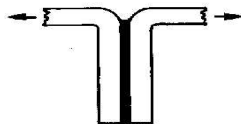
átalakítás húzó és nyomó igénybevételre = jó



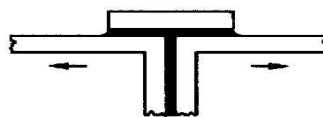
meztámasztás = jó



húzó-lefejtő igénybevétel = nagyon rossz



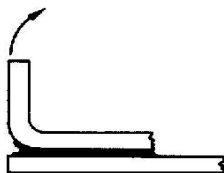
átalakítás húzó-nyíró igénybevételre = jó



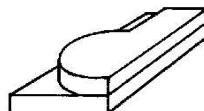
meztámasztás = jó



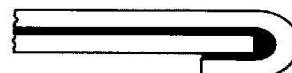
gördülő-lefejtő igénybevétel = nagyon rossz



ragasztási felület növelés, vagy



a végek visszahajtása



4.18. ábra

A ragasztott kötések előnyeit ill. hátrányait a 4.3. sz. táblázat[4] mutatja.

A ragasztás	
Előnyök	Hátrányok
A gyártási és szerelési költségek csökkenthetők az illeszkedő felületek finom megmunkálása nem szükséges	Nem vagy nehezen szerelhető szét
Esztétikus megjelenés érhető el; olyan esetekben is alkalmazható, amikor kötőelem alkalmazása vagy hegesztés, ill. forrasztás nem lehetséges	Előkészítés és száradás miatt a szerelés átfutási ideje hosszabb
Rezgéscsillapító hatása van	A kötés szilárdsága sok esetben kisebb mint a hegesztett kötésé
Vízmentesen, légmentesen zár	Általában csak $-50$ és $+250$ °C üzemi hőmérsékleten alkalmazható
Jó a hangtompító hatása	
A terhelés nagy felületen oszlik meg, nincs feszültségkoncentráció	
Korrózióknak jól ellenáll	
Különböző vastagságú és fajtájú rideg és porózus anyagok is egyesíthetők	
A műveleti idő rövid	
Sík felületek és kisméretű alkatrészek egyesítésére kiválóan alkalmas	
A hőtágulást jól követi	
Tömegcsökkentés érhető el vele	
A művelethez szükséges gépi berendezések és szerszámok költségei kicsik	

4.3. táblázat

## 5. A gépszerelés eszközei

[<eleje](#)

Abból adódóan, hogy a szerelés gépesítettsége még távolról sem érte el a megmunkáló technológiáékét, a szerelés eszközigényessége is kisebb. szerelés eszközeit a gyakorlat alapján az alábbiak szerint csoportosíthatjuk:

- szerelőszerszámok
- szerelőkészülékek és
- szerelőberendezések

### Szerelőszerszámok

A szerelés legegyszerűbb, nélkülözhetetlen eszközei a szerelőszerszámok. A használt energiaforrást tekintve megkülönböztetünk:

- kézi,
- elektromos és
- pneumatikus működtetésű szerelőszerszámokat.

#### 5.1. Kéziszerszámok

A karbantartás, javítás során , a szűken vett szerelésen kívül gyakran van szükség az alábbi műveletek elvégzésére is:

- mérés, jelölés, rajzolás
- vágás, darabolás, vésés
- fűrészelés, reszelés, köszörülés
- lyukasztás, fúrás
- kovácsolás, egyengetés
- ragasztás, forrasztás, hegesztés
- öntés, stb

Mindezek ellenére, a leggyakrabban használatos szerszámok a csavarkulcsok Legjellemzőbb típusaik az **5/1 és 5/2 ábrákon** láthatók

A kulcsnyílások méreteit szabványosították.

Az általános gépacélból készült villáskulcsok (egyre kevésbé használatosak) nyílásainak méretei milliméterben a következők\_

3,5 - 4, 4,5 – 5, 6 – 7, 8 – 9, 10 – 11, 12 – 14, 17 – 19, 22 – 24, 27 – 32, 36 – 41, 46 – 50,

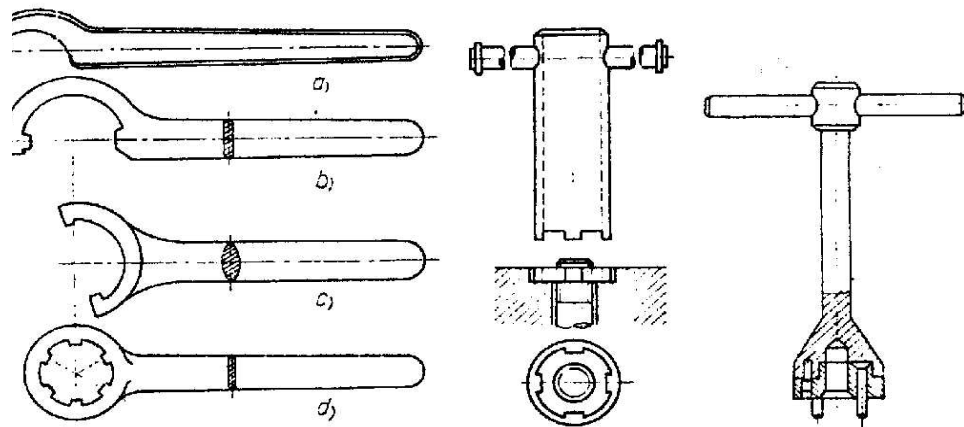
Az ötvöztött acélból készült szerelőkulcsok szabványos nyílásméretei az alábbiak:

6 – 7, 8 – 9, 10 – 11, 12 – 13, 14 – 15, 17 – 19, 22 – 24, 27 – 30, 32 – 36, 41 – 46.

[<eleje](#)

Mindkét változat sülylesztékes kovácsolással készül, a fejrészen megcsiszolva, utóbbiak gyakran krómbevonattal.

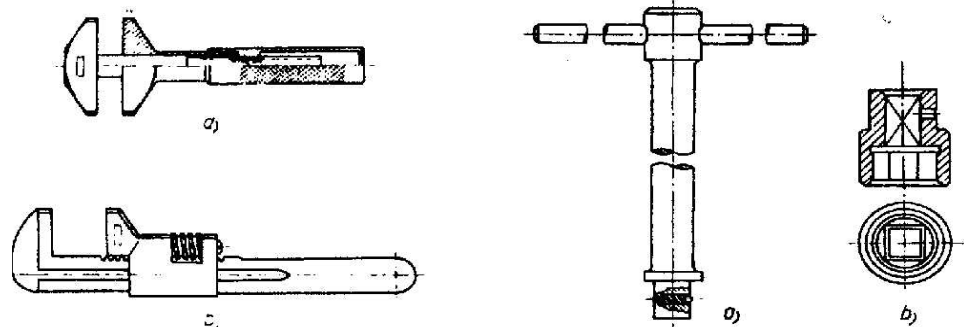
A villáskulcsok nyílása 10 mm-ig C11, afelett C12 tűréssel készül.



**Körmös kulcsok**  
 a) és b) egykörmös;  
 kétkörmös; d) rátűzhető  
 íbbkörmös

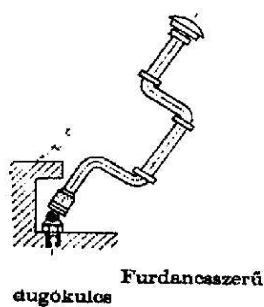
**Dugókulcs**  
 négy hasítékú süly-  
 lyesztett anya meg-  
 húzására

**Csaposkulcs**



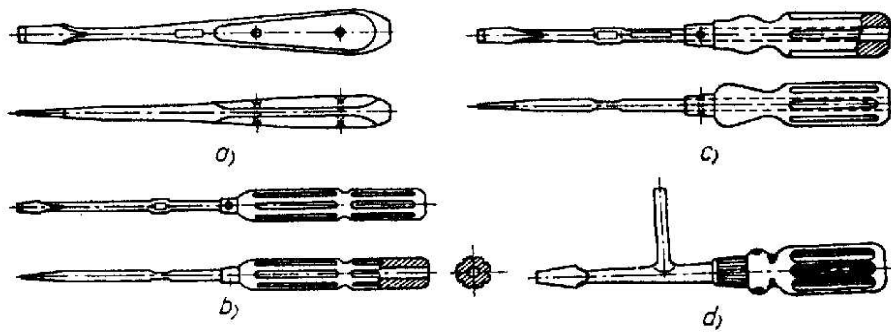
**Állítható csavarkulcsok**  
 a) franciakulcs; b) egyszerű svédkulcs;  
 c) görgős csavarkulcs; d) önműködő  
 yorsbeállítású csavarkulcs

**Dugókulcs**

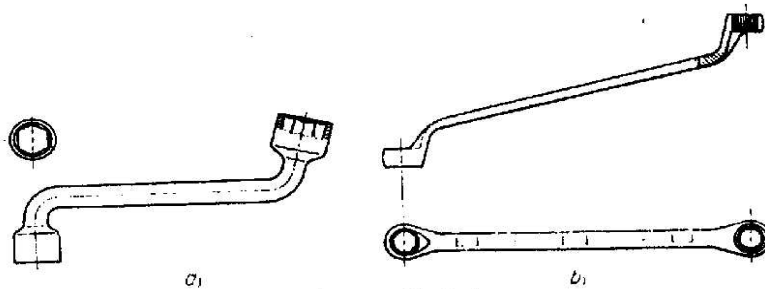


**5.1.ábra**

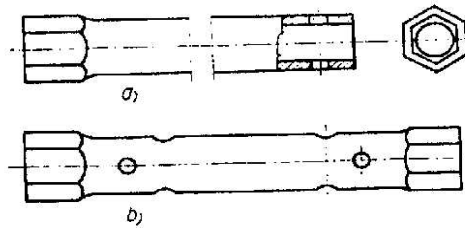
[<eleje](#)



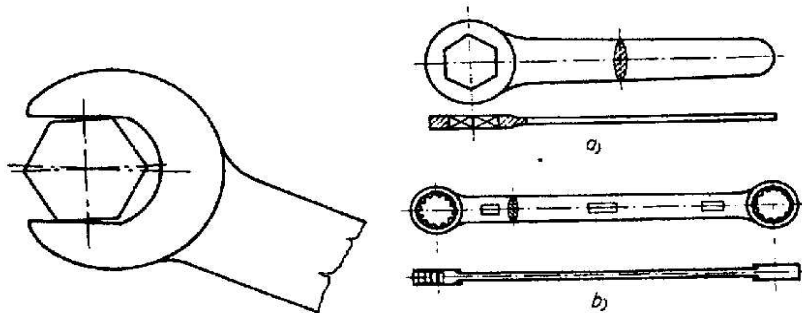
Csavarhúzó  
 a) általános; b) gépi; c) nehézgépi; d) forgatókaros



a) pipakulcs; b) hajlított csillagkulcs



a) egyszerű, b) kettős csőkulcs



Csavaró nyomaték hatása villáskulcs használatakor

Rátűző csavar kulcsok  
 a) hatszögű; b) csillagkulcs

5.2.ábra

Pneumatikus ill. villamos hajtású szerszámokat a karbantartás szinte minden területén használunk, leggyakoribbak a fűrő, ütvefűrő, csavarozó, szegecselőszerszámok, valamint a különféle furat és sarokköszörűk.

A hajtásmód kiválasztásánál a következőket célszerű szem előtt tartani:

- a szereléstehnológiai követelmények teljesítése

[<eleje](#)

- beruházási, üzemeltetési és karbantartási költségek,
- méret, tömeg, hordozhatóság,
- biztonság.

A pneumatikus gépek levegőhálózat kiépítését igénylik, mert ez nincs meg minden üzemben, szemben a villamos vezetékkel, amelyek rendszerint minden műhelyben megtalálható. Ahol van levegőhálózat, rendszerint ott is bővíteni kell, további szabályozókat, szűrőket stb. kell beépíteni. A villamos hajtású szerszámokkal kapcsolatos beruházási költségek növekednek, ha a hálózatétól eltérő feszültségre vagy frekvenciára van szükség.

Az átalakítás (kompresszor, motor) és a levegővezeték veszteségei miatt a pneumatikus hajtás hatásfoka rossz. Ugyanakkora leadott motorteljesítményhez kb. háromszor annyi energiát igényel, mint a villamos hajtás, amelynek hatásfoka a pneumatikus hajtás 10...20 %-ával szemben 50...60 %.

A pneumatikus rendszerek hatásfoka függ attól is, hogy hány kisgép van a rendszerbe kapcsolva. Minél több gép van a rendszerben, annál jobb a hatásfok. Ha csak egy-két gépet üzemeltetnek, s azt is ritkán használják, a hatásfok 10%-nál is kisebb lehet. A villamos motorok mechanikai és villamos rendszere egyaránt karbantartást igényel. A villamos eredetű hibák javítása bonyolult lehet. A korszerű motorok karbantartása azonban már lényegesen egyszerűbb.

A pneumatikus motorok egyszerű felépítésűek, karbantartásuk legtöbbször csupán a tisztításból és az egyszerű alkatrészek cseréjéből áll. A pneumatikus motorokba a levegővel óhatatlanul szennyeződés és nedvesség jut, még inkább a kompresszorba és a csővezetékbe, ezért az egyszerű karbantartási munkákat sokkal sűrűbben kell végezni, mint a villamos motorok karbantartását. Rendelkezésre állnak ugyan korszerű, hatásos levegőtisztító berendezések, ezek azonban többletköltséget jelentenek és külön karbantartást igényelnek.

A kisgépek mérete, tömege és hordozhatósága igen fontos szempont. Kisebb méretű géppel jobban hozzá lehet férni a szűk helyeken levő csavarokhoz, kisebb tömegű gépet könnyebb kézben tartani, így a szerelő kevésbé fárad el. A pneumatikus kisgépek sokkal kisebb méretűek és tömegűek, mint az 50 Hz-es váltakozóáramúak. Előfordul, hogy egy pneumatikus kisgép kisebb, mint egy feleakkora teljesítményű és kétszeres tömegű villamos kisgép. Nagyobb frekvenciájú váltakozóáram használata azonban megváltoztatja a viszonyokat: a nagyfrekvenciás kisgépek adott teljesítményhez tartozó mérete és tömege elérheti a pneumatikus kisgépekét is. Hathatós törekvések tapasztalhatók az 50 Hz-es villamos kisgépek tömegének csökkentésére is. A fémtestet egyre inkább a sokkal könnyebb szálerősítésű műanyagból készült test váltja fel. Tovább csökkentik a tömeget műanyag fogaskerekek és egyéb műanyagból készült alkatrészek alkalmazásával.

A villamos motorok veszélyforrásai az áramütés és a szikraképződés. A szikra miatt robbanásveszélyes helyeken a villamos gépek közül csak különleges, kifejezetten e célra készült típusok használhatók. Az áramütés veszélyét megfelelő gondossággal ki kell küszöbölni. Az előírásoknak megfelelő szerelés, a földelt vagy kettős szigetelésű motorok alkalmazása, a csatlakozó vezetékek rongálódásának megelőzése, a rendszeres ellenőrzés és karbantartás biztonságossá teszi a villamos kisgépeket is. Fokozott biztonsági követelmény esetén törpefeszültségű motort célszerű alkalmazni.

Pneumatikus motorok használata esetén nincs sem áramütési, sem szikraveszély, vannak azonban más veszélyforrások. A sűrített levegő nagy erőkifejtésre képes közeg, a tömlő szakadása, a csatlakozás szétválása balesetet okozhat. A kipufogó levegő nagy sebességű fémrészecskéket sodorhat magával a motorból, és ez szintén balesetet okozhat.

[<eleje](#)



## 5.2. Szerelőkészülékek

A szerelőkészülékek olyan, főleg kézi működtetésű szerelő eszközök, amelyek a szerelő kézi erejének áttételezésére illetve a munkadarab szabadságfokainak elvételére szolgálnak és ennek érdekében külön erőfejlesztő elemmel látták el (csavarorsó, hidraulikus vagy pneumatikus munkahenger).

A szerelőkészülékeket többféle szempontból lehet csoportosítani:

- szerelési műveletek szerint (szorító, lehúzó, felsajtoló, befogó stb.),
- felhasználási terület szerint (egyetemes, különleges, egyedi stb.),
- működés szerint (kézi, gépi),
- rendeltetés szerint (szétszerelő vagy összeszerelő).

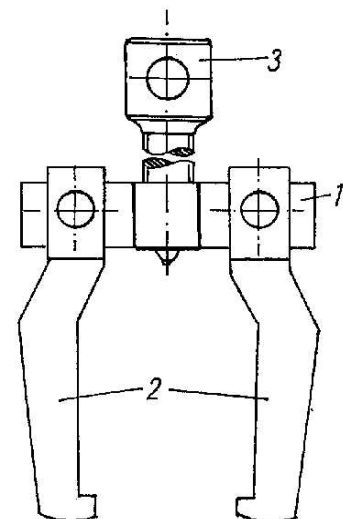
A szerelőkészülékek jellegzetes képviselői a körmös lehúzó. Általános felépítésük a következő (5.3. ábra):[1]

A **készüléktest** (1) feladata a készülékelemek összefogása és az erőhatások közvetítése az elemek között.

A **rögzítőelemek** (2) a készüléktest és a munkadarabok közötti kapcsolat létesítését végzik.

Az **erőfejlesztő elemek** (3) a szereléshez szükséges erő áttételezésére vagy létrehozására szolgálnak.

A különféle körmös lehúzó részletes ismertetésére a csapágszerelés fejezetben térünk ki.



5.3. ábra

A szerelőkészülékek tervezésekor vagy kiválasztásánál is az erők ismeretéből indulunk ki. Meg kell határozni a szükséges lehúzó-vagy felsajtoló erőt, illetőleg a szerelendő alkatrész alakját és méreteit.

A szerelőkészülék helyes működésének előfeltétele, hogy a készüléktest vagy a rögzítőelemek megfelelően tájolják az erőfejlesztő elemet. Ez a gyakorlatban az erőfejlesztő elem és a munkadarab egytengelyűsége esetén valósul meg. Különösen fontos ennek biztosítása a nagy le- vagy felsajtoló erők ébredése esetén, az alkatrész ill. a készülék rongálódásának elkerülése érdekében. Fontos kialakítási szempont az erőátadó elemek (csavarvégek) helyes kialakítása. Nyomósaruk, puha fémbetétek alkalmazásával elkerülhető a szerelt alkatrész és a készülék erőfejlesztő elemének sérülése.

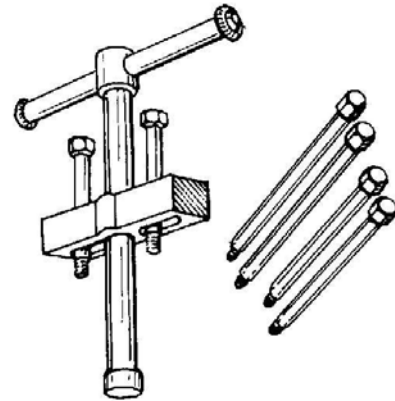
<[eleje](#)

A szerelőkészülékekkel szemben támasztott követelmények:

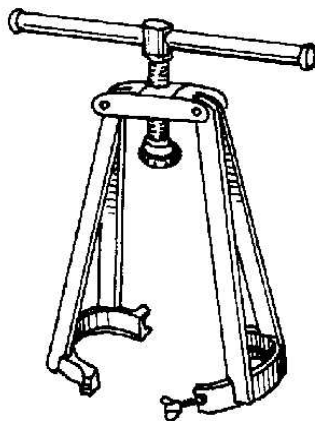
- tegyék lehetővé az alkatrész szakszerű, pontos szerelését,
- ne rongálják meg a szerelendő alkatrészt,
- könnyen kezelhetők és gyorsan működtethetők legyenek,
- tegyék lehetővé a többcélú felhasználást,
- elégítsék ki a munkavédelmi követelményeket.

### Egyéb lehúzóeszközök:

A **lehúzóhíd (5.4. ábra)**[1] fő eleme a keretes készüléktest, amelynek közepén forgatókaros menetes orsó található. Végét forgó nyomószarúval látják el, amely megvédi a szerelendő alkatrészt az esetleges sérülésektől. A lehúzócsavarokat a készüléktest kulisszafuratain átfűzve csavarjuk a lehúzendó alkatrész menetes furataiba. Ezt követően az orsót - nyomószarújával - a tengelyvéghez ütköztetjük, így a forgatókar behajtásával az alkatrész tengelyéről lehúzható. Ügyeljünk a készülék központos felszerelésére, különben a rögzítőcsavarok elgörbülnek. A készüléktest kulisszái különböző átmérőjű munkadarabok lehúzását teszik lehetővé.

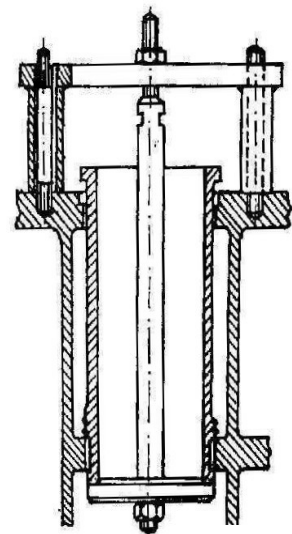


5.4. ábra



5.5. ábra

**Szétnyitható peremes karos lehúzóhíd (5.5. ábra)**, amellyel nemcsak a tengely végéről, hanem a közepén rögzített alkatrészek is lehúzhatók. A készüléktest egy menetes orsóval ellátott lehúzóhíd, amelyet négy



5.6. ábra

szétnyitható kar köt össze a szárnyas anyával összekapcsolható peremes gyűrűvel.

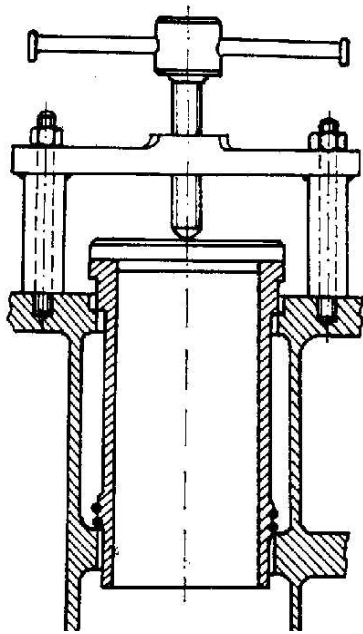
A motorok hengerhüvelyeit **hüvelykihúzó** készülékkel (5.6. ábra) szerelhetjük ki a motortömbből. A készüléktest csőlabas támasztóasztal, amelynek közepébe a menetes orsó átmérőjénél nagyobb furatot készítenek. A hüvely kiserelésakor a csőlabákat a hengerfejcsvavarokra fűzzük, majd a hengerhüvelyt rögzítjük a vállas tárcsával, amelyet a hüvely alsó végébe ültetünk. A tárcsát menetes orsó köti össze a támasztóasztallal. Segítségével a hengerhüvely kihúzható fészkből.

A csavarorsón lelapolás is található, amelyre villáskulcsot tűzhetünk. Ezzel - kihúzás közben - megakadályozható a csavar elfordulása.

<[eleje](#)

## Felsajtoló készülékek

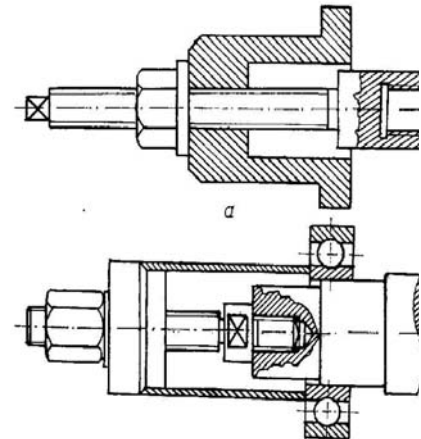
Összeszereléskor gyakori feladat, hogy tengelyre kell



5.8. ábra

szerelnünk a szoros illesztésű alkatrészt. Ha az kisebb méretű és a hőre sem érzékeny, furata előmelegítéssel, kitágítható, és így a szerelést sajtolás nélkül is megoldhatjuk. A nagyobb méretű alkatrészek

felmelegítése azonban körülményes. A hőre érzékeny alkatrészek nem is melegíthetők. Ilyenkor a felsajtoló készülék könnyíti meg a szerelést. A művelet célszerűen úgy hajtható végre, hogy a készüléket a tengely végéhez rögzítjük, és segítségével felsajtoljuk a munkadarabot. A tengelyvéghez rögzítés nem okoz különösebb gondot, ha a tengely végén menetes csapot vagy menetes furatot találunk. (5.7./a-b ábra)[2]



5.7. ábra

Támasztótárcsás hüvelybesajtoló készüléket használunk a hengerhüvelyek sérülésmentes furatba sajtolásához. (5.8. ábra)

### 5.3. Asztali szerelősajtók

A gépiparban széles körben alkalmazzák a különböző, viszonylag kis teljesítményű, 2000...50 000 N nyomóerőt kifejtő sajtókat.

Jellegzetes alkalmazási területük a gördülőcsapágy-szerelés, a csapágyak és perselyek szerelése, zsugorkötésű szerkezeti elemek szerelése, és a peremezési, hajlítási stb. munkák.

Több szempont szerint (méret, teljesítmény, felhasznált energia, szerkezeti felépítés, automatizáltsági szint, stb.) csoportosíthatók.

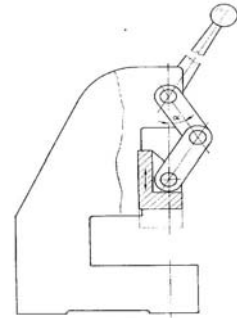
[<eleje](#)

Szerkezeti felépítés szerint három alapvető csoportba sorolhatók:

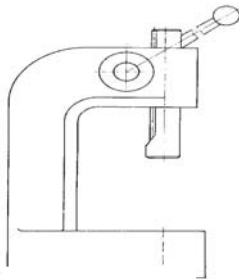
- [mechanikai működésű](#),
- pneumatikus,
- hidraulikus sajtók.

### 5.3.1. Mechanikai működtetésű asztali szerelősajtók

[Könyökös](#) asztali szerelősajtó (5.9. ábra) rendkívül egyszerű berendezés állványzata többnyire lemezből készül, használatával kapcsolatban megjegyzendő, hogy a kifejthető erő az elmozdulás során változik.



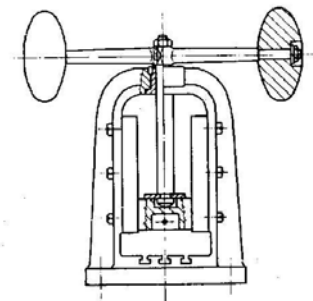
5.9.ábra



5.10.ábra

Fogaskerék –fogasléc áttételű sajtó. (5.10. ábra) Állványzata jellemzően öntött, de lehet hegesztett is, a löket során a sajtolóerő állandó.

Kézi orsós ill. golyóssajtó (5.11. ábra) A szükséges nyomóerőt csavarorsón keresztül fejt ki. Felépítésük egyszerű, az áttétel és az erő a löket mentén állandó és viszonylag nagy.

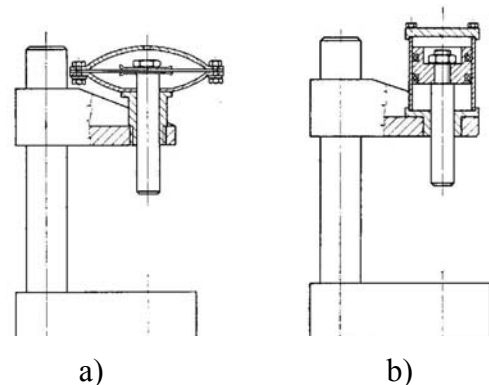


5.11.ábra

### 5.3.2 Pneumatikus asztali szerelősajtók

Pneumatikus sajtóval  $F_a = 1000 \dots 10\,000$  N sajtolóerő fejthető ki. Legnagyobb előnye, hogy míg a karos sajtók lényegében csak áttételt adnak a kézi erőhöz, addig a pneumatikus sajtók kezelése csak az indító szelepek működtetését igényli, tehát jelentős fizikai munka alól mentesíti a dolgozót.

A [pneumatikus sajtók](#) szerkezete egyszerű, megbízható és könnyen javítható. Számos jó tulajdonságuk folytán több változatuk is kialakult, amelyeket az üzemekben eredményesen használnak. A pneumatikus sajtóknak két csoportja van:



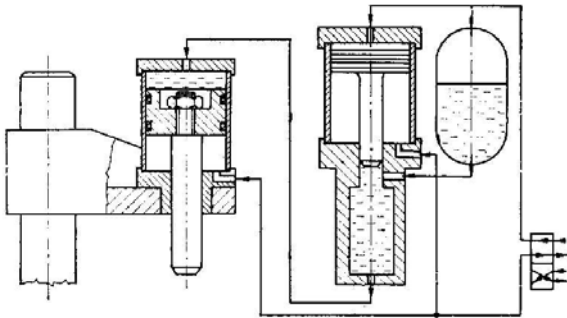
5.12.ábra

- membrános pneumatikus sajtók, (5.12./a ábra)
- dugattyús pneumatikus sajtók, (5.12./b ábra)

A dugattyús sajtók további változatait az egyoldali vagy kétoldali működésű szerelősajtók, a két-dugattyús szerelősajtók, a vibrációs sajtók és az ütvesajtók alkotják.

[<eleje](#)

5.13.ábra



### 5.3.3 Hidraulikus asztali szerelősajtók

A hidraulikus sajtó állványból, dugattyúból és vezérlőszelepből áll. Működési elve hasonló a pneumatikus sajtók működési elvéhez. **(5.13.ábra)**[4] A két rendszer között az a különbség, hogy a 0,5...0,6 MPa nyomású sűrített levegővel szemben hidraulikus működtetés esetén nem ritka a 15...20 MPa nyomás sem. Ezért viszont sokkal jobban záró

tömítéseket kell alkalmazni, és az egész berendezés tervezése, gyártása és karbantartása körültekintőbb munkát igényel, mint a pneumatikus sajtóké. A többletráfordítások árán azonban sokkal kisebb szerkezeti méretek mellett sokkal nagyobb teljesítményű a sajtó, a mozgások pontosan vezérelhetők.

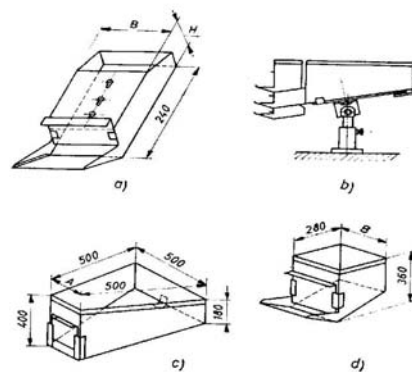
Bár a kis szerkezeti méretek bizonyos mértékig kiegyenlítik a szerkezet kialakításából adódó többletköltséget, a hidraulikus sajtók beszerzési és üzemeltetési költségei jóval nagyobbak, mint a pneumatikus sajtóké, így alkalmazásuk csak különleges feladatok esetén indokolt.

### 5.4. Tárolóeszközök

A szerelőmunkahelyeken az alkatrészek tárolását sokféle követelmény határozza meg, így az alkatrészek geometriai- és anyagjellemzői, az adott munkahelyen összeszerelendő alkatrészek száma, a rendelkezésre álló hely, a műveletvégzés jellege és automatizálási szintje (műveleti sebesség), továbbá számos ergonomiai szempont. **(5.14. ábra)**[4]

E követelményeknek megfelelően a szakemberek világszerte törekedtek a feladatok széles körét kielégítő tárolóeszközök kifejlesztésére. A feladatokat figyelembe véve, a kisméretű alkatrészek szerelése területén a tárolóeszközök többféle szempont szerint csoportosíthatók.

A tárolóban elhelyezkedő alkatrészek rendezettsége szerint megkülönböztetünk rendezetlen tárolásra (tartályok) és rendezett tárolásra (tárak) alkalmas eszközöket. A tárolók alkalmazásának kiszélesítését és a tárolási hely jobb kihasználását segíti elő a tárolóeszköz mozgathatósága. Eszerint megkülönböztetünk valamely adott helyzetben rögzített vagy beállítható, ill. mozgatható tárolóeszközöket. A mozgatható lehet kézi (pl.

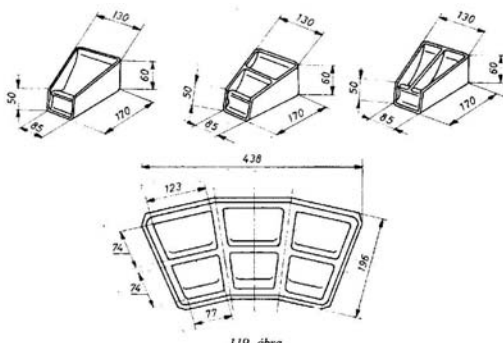


5.14.ábra

forgatható rekeszes tálcák) vagy gépi (pl. páternoszter rendszerű tárolók). A mozgás lefolyása szerint lehetnek folyamatosan mozgó, ill. szakaszosan mozgó tárolóeszközök.

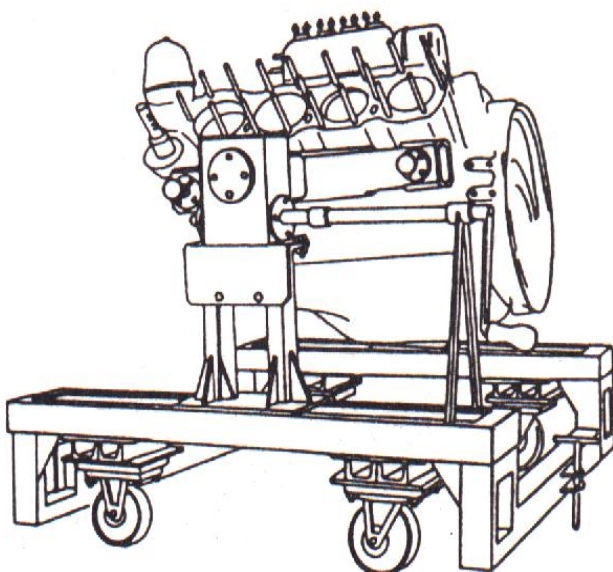
A gépi mozgatható tárolóeszközöket a legegyszerűbb esetben lábkapcsolóval (pl. páternoszter esetében) vagy térkapcsolóval indítják de gyakori a programvezérlés is. Az utóbbi alkalmazása elsősorban a nyomtatott áramkörű lapok szereléséhez terjedt el, hogy a nyomtatott áramkörű lapok sokféle változatára rugalmasan állítható (beültető) szerelő munkahelyeket lehessen kialakítani.





5.15.ábra

A tárolók kialakítása során a szakemberek törekedtek a tartályok és a rekeszek célszerű összekapcsolási lehetőségének kialakítására. (5.15. ábra)[4] Az itt alkalmazott építőszekrény elv lehetővé teszi az adott feladathoz célszerűen illeszthető, ergonómiailag helyes, a 3M (külföldi szakirodalom MTM) módszer figyelembevételével kialakítható munkahelyek létesítését. A tárolóeszközök készülhetnek műanyagokból fröccsöntéssel, lemezből hajlítással, sajtolással és forrasztással.



5.16.ábra

Nagyméretű, súlyos szerkezetek szerelésekor szerelőállvány használata ajánlott.

Ez biztosítja a részegység stabil alátámasztását, megfelelő rögzítését és a szerelési helyzetet. Az utóbbi egy billentő-forgató szerkezet beépítésével biztosítható. A felfogó elemek elrendezése szerint megkülönböztetünk:

- konzolos függesztőszerkezettel kialakított szerelőállványt,
- kétoldali megfogású szerelőállványt.

Mindkét megoldás lehet stabil vagy mozgatható kivitelű.

Közepes tömegű motorok szerelése és mozgatása végezhető a forgatható és gördíthető motorszerelő állvány alkalmazásával. A motor szerelési helyzetbe állítása egy kézi működtetésű csigahajtómű segítségével történik. (5.16. ábra)[6]

[<eleje](#)



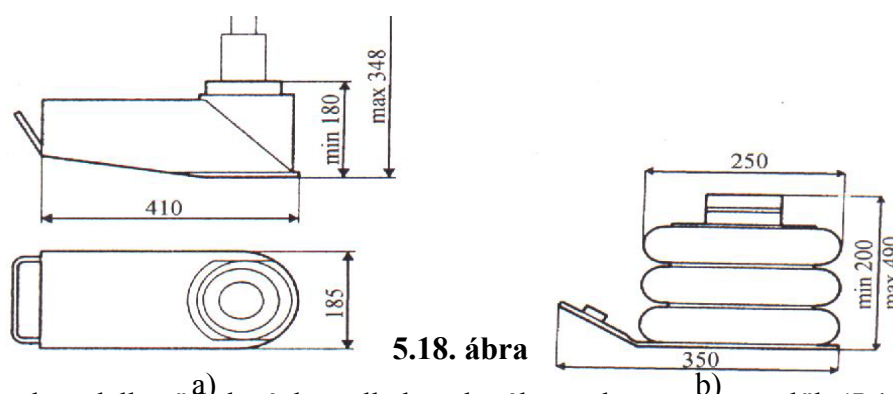
## 5.5. Anyagmozgató berendezések

A gépfenntartási munkálatok során végzett szerelési tevékenység több, olyan feladatot is tartalmaz, amely a szerelő szerszámokon és készülékeken kívül más eszközöket, berendezéseket igényel. A teljesség igénye nélkül a továbbiakban a nagyobb tömegű alkatrészek, részegységek és gépek emelésére, tárolására és rövidtávú mozgására alkalmas berendezések néhány változatát ismertetjük. Nem térünk ki a gépipari sorozatgyártás szerelési berendezéseire (pl. raktározás, gumiszerelés, automatikus és robotszerelés stb.), amelyek nem tipikus eszközei a gépfenntartás egyedi szerelési tevékenységének.

### Emelő berendezések

A gépjárművek fenntartási munkálatainak jelentős hányada a javítás. Ennek keretében gyakori feladat, különösen járószerkezettel kapcsolatos munkáknál, a jármű részleges felemelése. Ezt a feladatot a krokodil garázsemelők (**5.17. ábra**) segítségével lehet hatékonyan megvalósítani. A krokodil emelők több típusa ismert és többféle teherbírású változatban (500 - 12000 kg) kapható. Emelési magasság (160 - 720 mm) tekintetében is nagy a választék. Működését egy kézi vezérlésű, hidraulikus munkahenger biztosítja, valamint a kerekek segítségével pontos és gyors helyzetbe állás valósítható meg vele.

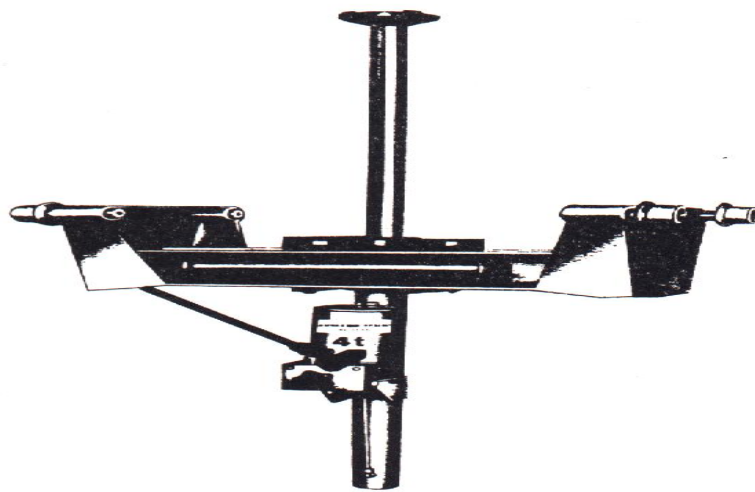
Pneumatikus működtetésű emelő. (**5.18. ábra**) [6] Különösen levegőhálózattal rendelkező helyiségekben lehet előnyösen alkalmazni. Működtetéséhez 8 - 10 bar nyomású levegőre van szükség. Az **a** változat teherbírása 10000 kg, a **b** változaté 2000 kg.



5.18. ábra

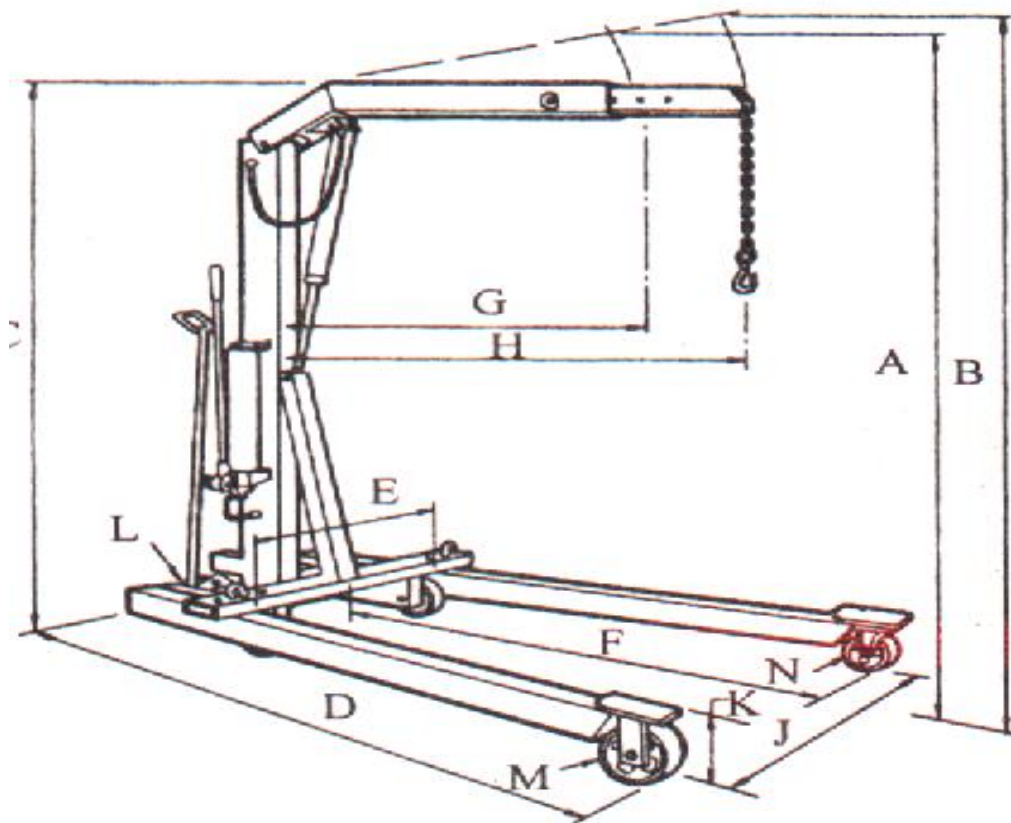
Szerelőaknával rendelkező helyiségben alkalmazhatók az aknaperelem emelők (**5.19. ábra**) [6], melyek az akna peremén kiképzett sínen az akna teljes hosszában elmozdíthatók. Kézi működtetésű, hidraulikus és pneumatikus változatai léteznek, 4 - 13 tonna teherbírással.

[<eleje](#)



5.19. ábra

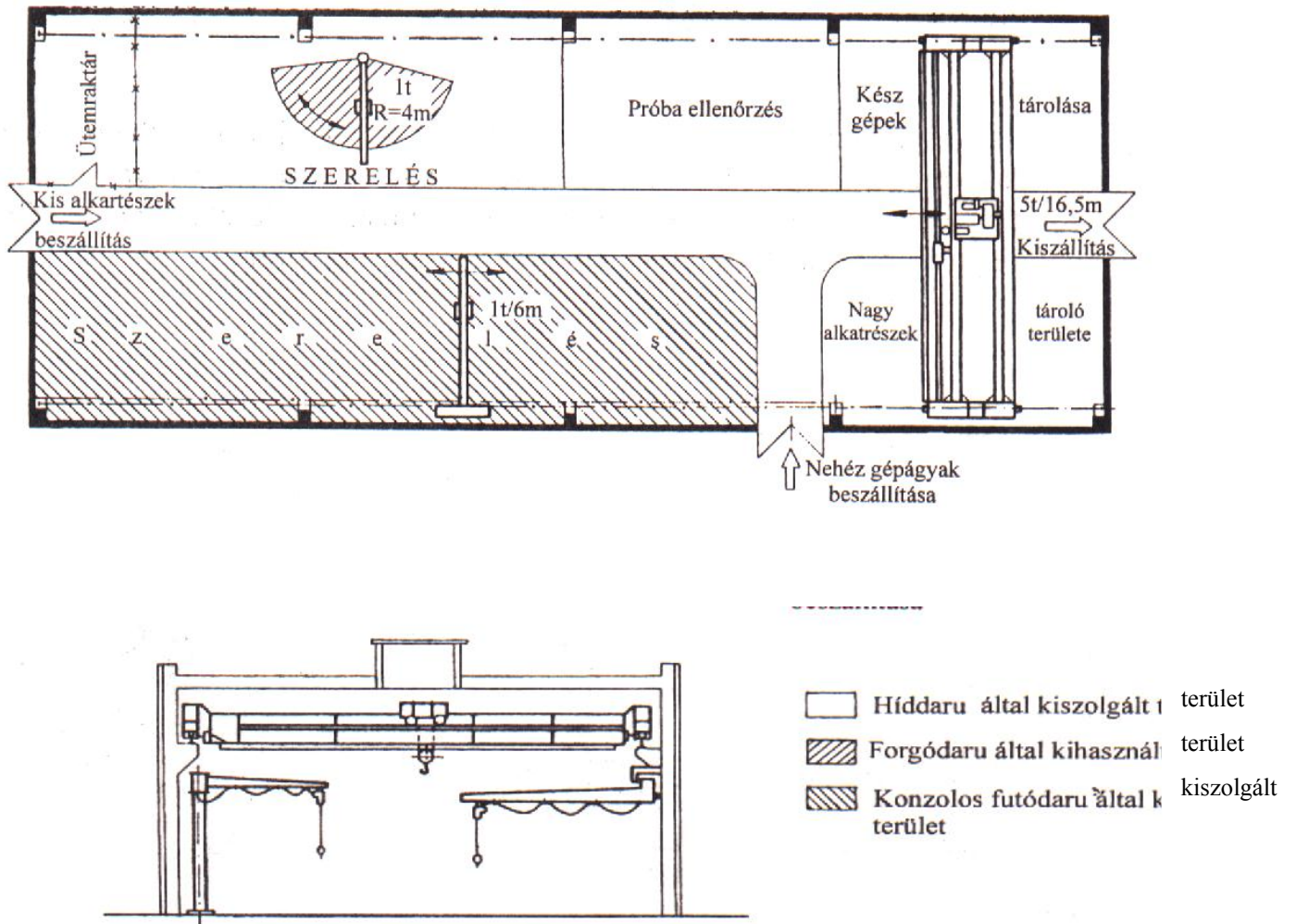
Szerelőműhelyekben, szervizekben előszeretettel alkalmazzák a zsiráf típusú motorkiemelő berendezéseket, 500-2000 kg terhelhetőséggel (5.20. ábra)[3]



5.20. ábra

[<eleje](#)

Szerelőműhely egy lehetséges elrendezését és a „bedaruzás” módját szemlélteti az 5.21.ábra.



## 6. Gördülőcsapágyak szerelése

Az egyik vezető csapágyártó statisztikája szerint a meghibásodások a következő százalékos megoszlást mutatják:

- Helytelen szerelésből adódó 16%
- Nem megfelelő kenés miatt 36%
- Szennyeződés következtében 14%
- Kifáradás 34%

[<eleje](#)

Annak ellenére tehát, hogy a gépek gördülőcsapágái elég védetteknek tekinthetők elhasználódásuk számos esetben rendellenes kopás következtében áll elő. A szennyeződés, ami a rendellenes kopást előidézi, a következő helyeken és alkalmakkor juthat be a gépbe:

- a) olajcserekor;
- b) az olaj utántöltésekor;
- c) az égéshez szükséges levegővel (kétütemű motorok);
- d) a kimenő tengelyvégek csapágyazásánál,
- e) a különböző kapcsolórudak és karok beszerelési helyeinél,
- f) ha a használt olaj leeresztését (olajcsere után) nem követte a munkatér kimosása,
- g) a javítások, magasabb fokú karbantartások alkalmával, ha a munkatér nem volt letakarva,
- h) a csapágyat szennyezetten szerelik be.

### 6.1 A gördülőcsapágyak szerelésének általános szabályai

A gépek és berendezések számos, különböző kialakítású gördülőcsapágy alkalmazását teszik szükségessé. Ezek gyakrabban alkalmazott típusainak meghatározó jellemzőit a csapágykatalógusok tartalmazzák. A gördülőcsapágyak többsége külső és belső csapágygyűrűkből, a közöttük elhelyezkedő gördülőtestekből és egyes típusoknál a gördülőtestek pozícióját meghatározó kosárból, valamint védőlemezből és esetleg tömítőtárcsából áll. Attól függően hogy a csapágy milyen irányú és nagyságú erők felvételére alkalmas, különböző típusú és szabványos méretű csapágyak állnak rendelkezésre. A gördülőcsapágyak szerelésénél szükség van a radiális rögzítés (sugárirányú) megvalósítására. A forgási viszonyoktól függően vagy a belső vagy a külső csapágygyűrűt, vagy mindkettőt szorosan kell illeszteni a helyére. A tengelyen való rögzítése, illetve a ki-és beszerelés szempontjából megkülönböztetünk:

- hengeres csapágyüléket,
- kúpos csapágyüléket,
- szorítóhüvellyel szerelt,
- és lehúzóhüvellyel szerelt csapágyakat.

A túlfedés mértékét a gyártóművek üzemi csapágykatalógusaikban adják meg. Ezen előírások betartása mellett a csapágyak helyes működése és élettartamának biztosítása érdekében az alábbi szempontokat célszerű szem előtt tartani:

- A hengeres furatú gördülőcsapágyak esetén a csapággal érintkező alkatrészek gyártási mérete határozza meg a csapágygyűrűk méretét és ez a későbbiekben már nem módosítható.

- A kúpos furatú gördülőcsapágyaknál a szereléskor kell beállítani a csapágyhézagot és ezzel egyidejűleg biztosítani a csapágy radiális rögzítését is. Ezeknél a csapágyaknál a belső gyűrű illesztését, így a rögzítés mértékét is a kúpos tengelyen vagy hüvelyen az axiális elmozdítás mértéke határozza meg. Csak a csapágyat gyártó cég beépítési méretekre vonatkozó előírásainak betartása biztosítja a csapágy zavarmentes működését és szavatolt élettartamát.

A csapágyrögzítés kivitelezését további üzemi viszonyok is befolyásolják pl.:

- Üzemi fordulatszám
- a terhelés mértéke és dinamizmusa
- az átlagosnál magasabb csapágyhőmérséklet,
- az elvárt futáspontossági követelmény,
- a csapágygyűrűkkel érintkező alkatrészek anyaga és kialakítása,
- a szerelés megkönnyítését elősegítő szerkezetek,
- az úszócsapágy elmozdulása.

A csapágygyűrűk axiális helyzetének biztosítására nem elegendő csupán a radiális illesztés előírás szerinti betartása. Vezető csapágyak esetén általában a külső és a belső gyűrűt is rögzíteni kell tengelyirányban, a rendszer többi csapágyánál viszont a túlhatározottság elkerülése érdekében csak a szorosan illesztett csapágygyűrűt kell axiálisan rögzíteni.

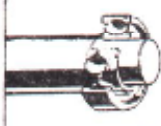







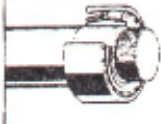









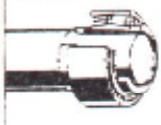

















#### **6.1.1 A gördülőcsapágyak szerelésének általános szabályai közül a legfontosabbak:**

- A szerelés végrehajtásához szükséges erőt minden esetben a szorosan illesztett gyűrűn keresztül kell közölni.
- A csapágy a csapágyhellyel egytengelyű legyen a szerelés kezdetén és közben.
- A csapágy síkja merőleges legyen a csapágyhely tengelyére.
- A szereléshez alkalmazott erő lehetőleg folyamatosan (statikusan) hasson.
- Az erő lehetőleg egyenletesen hasson a csapágygyűrű teljes kerületén.
- A szereléshez használt eszközök ne okozzanak sérülést sem a csapágyban sem a csapágyhelyeken.
- A szerelés során gondosan óvni kell a csapágyakat a szennyeződésektől.

A gördülőcsapágyak szerelése során az előzőekben ismertetett elvárásokat megfelelő eszközök alkalmazásával lehet biztosítani.

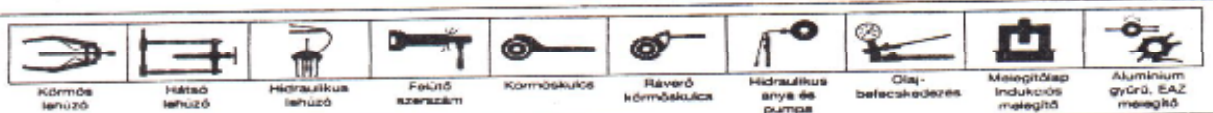
[<eleje](#)



Csapágyazás		Beszerelő szerszámok				Kiszerező szerszámok			
		Mechanikus	Hidraulikus	Olajnyomásos	Mélegítés	Mechanikus	Hidraulikus	Olajnyomásos	Mélegítés
<b>Hengeres űlék</b>  Kisméretű csapágy Közepes méretű csapágy Nagyméretű csapágy Hengergörgős csapágyak NU, NJ, NUP sorozat									
									
									
									
<b>Kúpos űlék</b>  Kisméretű csapágy Közepes méretű csapágy Nagyméretű csapágy									
									
									
									
<b>Szorítóhüvely</b>  Kisméretű csapágy Közepes méretű csapágy Nagyméretű csapágy									
									
									
									
<b>Lehúzóhüvely</b>  Kisméretű csapágy Közepes méretű csapágy Nagyméretű csapágy									
									
									
									

Kisméretű csapágyak: Furatátmérő < 80 mm • Közepes méretű csapágyak: Furatátmérő 80 - 200 mm • Nagyméretű csapágyak: Furatátmérő > 200 mm; \* Csak önbeálló golyóscsapágyakhoz.

Jelentés



6.1 táblázat

A különböző beépítési módok ill.. méretek által megkívánt eszközök összerendelése látható a 6.1 táblázatban.

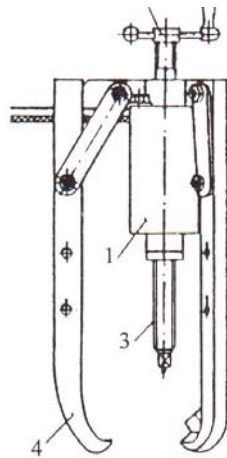
A táblázatból kitűnik, hogy a gyakorlatban gyakran alkalmazott hengeres furatú és a kisméretű, kúpos csatlakozású csapágyak esetében a körmos, kézi működtetésű szerelőkészülékek megfelelnek a követelményeknek. A szerelés szakszerűségét és a dolgozó erőfeszítésének csökkentését szolgálják a hidraulikus működtetésű szerelőkészülékek. A körmos készülékek többféleképpen csoportosíthatók. Megkülönböztetünk 2 - 3 körömmel rendelkező, illetve ki-vagy befelé álló körömmel kialakított változatokat. Kisebb méretű csapágygyűrűk esetén, ha a névleges csapágy méret  $d < 80$  mm, alkalmazható univerzális, ki- és befelé álló körömmel rendelkező készülék is. A kétkörmos kialakítású 140 mm-es külső csapágy méretig alkalmazható biztonsággal.

Nagyobb csapágyak ki-vagy leszereléséhez célszerűbb a három lehúzó karral rendelkező változatot alkalmazni, amely egyenletesebben osztja el a lehúzó erőt és a központi helyzete is jobban biztosítható. A kézi működtetésű, csavarorsós változat 300mm-es csapágyak szerelését is lehetővé teszi.

[<eleje](#)



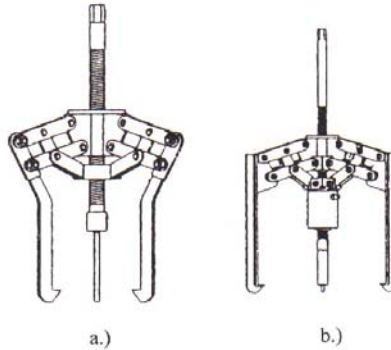
Nagyobb méretű gördülőcsapágyak szereléséhez nagy erők szükségesek. Ezek létrehozására alkalmasabbak a hidraulikus működtetésű készülékek illetve a szerelést nagynyomású olajjal



6.1. ábra

(1) munkahenger; (2) kézi hajtókar  
(3) csavarorsó; (4) lehúzókar

6.2. ábra



a.) kézi működtetésű; b.) hidraulikus

segítő szerkezetek. Az 6.1 ábrán látható készülék erőkifejtő eleme a hidraulikus munkahenger (1) amelybe nagynyomású olajat juttatnak kézi vagy gépi működtetésű szivattyú segítségével. A munkahenger tengelyében elhelyezkedő csavarorsó (3) csak a szerelés alaphelyzetének gyors megvalósítását hivatott biztosítani, a kézi hajtókar (2) segítségével. Az 6.2 ábra két változatban tünteti fel a

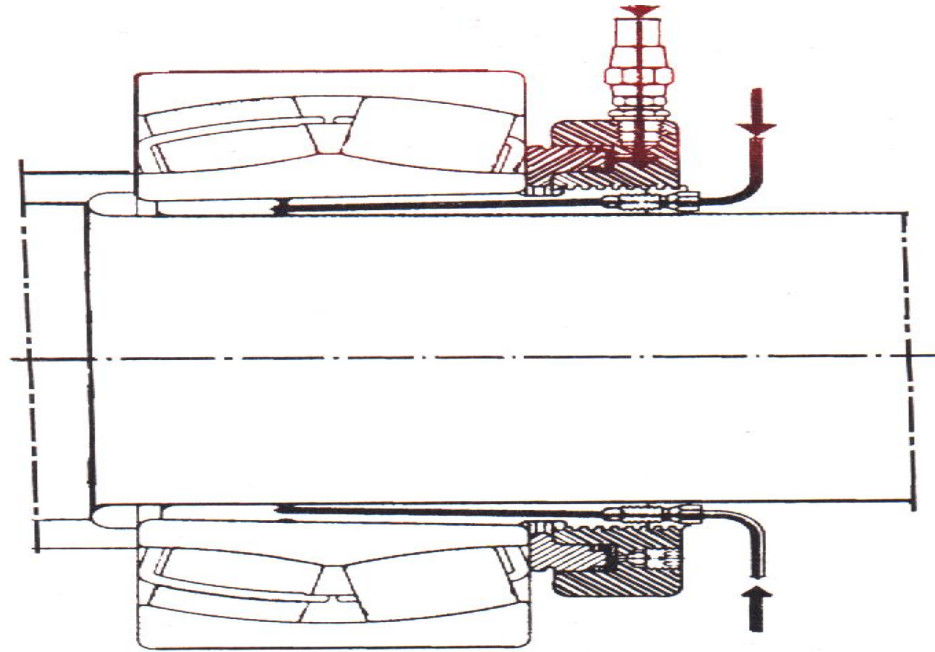
gyorsabb működésű karokkal kialakított körmös lehúzó készüléket. Az a változat kézi csavarorsós, a b változat hidraulikus munkahengerrel rendelkezik. Kúpos furatú csapágyak leszereléséhez kis elmozdítás és nagy erőhatás szükséges. Ezek szereléséhez a hidraulikus anyák alkalmazása az egyik általánosan használt eszköz, amelyeket a csapágygyárak szabványos méretlépcsőben forgalmaznak és a csapágykatalógusokban megtalálhatók.

A kúpos hüvellyel szerelt csapágyak leszerelésekor használható az ún. hidraulikus anya. Az anyát a hüvely menetére csavarozzák, a csapágy belső gyűrűjéhez történő ütközésig. A hidraulikus anyába juttatott nagynyomású olaj hatására az anya dugattyúja tengely irányában elmozdul és szétválasztja a hüvely és a belső gyűrű közti kapcsolatot..

A nagyméretű csapágyak tengelyről történő leszerelését az olajnyomásos elven működő módszer segítségével szakszerűen lehet elvégezni. Az eljárás alkalmazhatóságához a csapággal érintkező tengelyszakaszt el kell látni olajelosztó horonnyal a csapágszélesség egyharmadának megfelelő távolságban. A tengelyvég felől olajsatornán keresztül nagynyomású olajat kell eljuttatni a csapágygyűrű és a csap közé, amely egyrészt szétfeszíti a belső gyűrűt és megszünteti kapcsolatát a tengellyel, másrészt lecsökkenti a súrlódási tényezőt és lehetővé teszi a csapágy kis erővel történő tengelyirányú elmozdítását. Az olajnyomás működtetése előtt a csapágyanyát meg kell lazítani.

Az előző két módszer együttes alkalmazására is szükség lehet a nagyméretű, nagy szerelési erőt igénylő gördülőcsapágyak esetén. Ezt a megoldást szemlélteti az 6.3 ábra. Ennél a megoldásnál külön kell olajat vezetni a hidraulikus anyába és az olajjárattal ellátott lehúzó-hüvelybe is.

<[eleje](#)

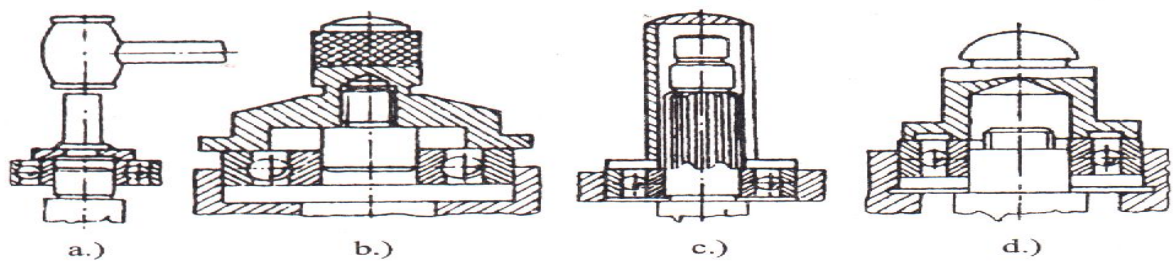


**6.2. A gördülőcsapágyak fel-és leszerelésének eszközei**

**6.3 ábra**

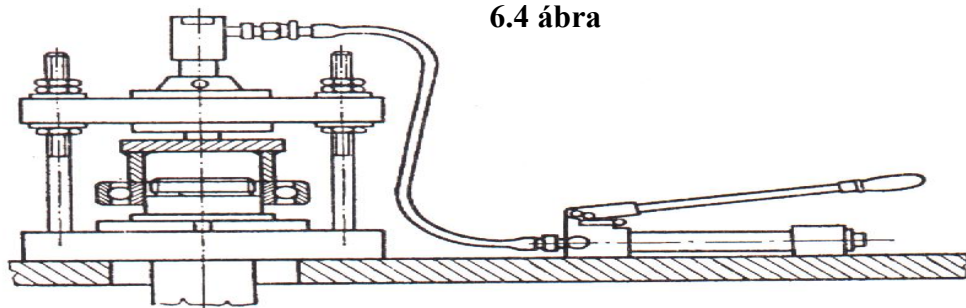
Gépjavítás , karbantartás során gyakori feladat új, vagy bontott csapágyak történő beszerelése. Ennek szakszerű végrehajtása nagymértékben meghatározza a csapágy helyes működését és élettartamát. Az alapvető szerelési szabályok figyelembevételével kell kivitelezni a csapágybeszerelést is. A csapágybeépítési módok és méretek igyelembevételével a **6.1 táblázat** szemlélteti a szakszerű szerelést biztosító eszközök és módszerek választékát.

Az **6.4 ábrán** néhány a kisméretű, hengeresfuratú golyós, vagy hengergörgős csapágyak szerelésénél használatos egyszerű eszköz látható, melyek akár saját kivitelezésben is elkészíthetők.



a.) tengelyre b.) házba c.), d.) egyidejűleg tengelyre és házba

**6.4 ábra**



Házi kivitelezésnél az alábbi szempontokat kell figyelembe venni:

- A beszerelő túske vagy hüvely mindig a szilárd illesztésű csapágygyűrűre támaszkodjon..
- A szerszám anyaga ne okozhasson sérülést a csapágyon.
- A szerszámról ne válhasson le szilánk, mely bekerülhet a csapágyba.
- Ha a csapágy mindkét gyűrűje szoros illesztésű, a szerszámnak mindkettőre fel kell támaszkodnia.
- Védőlemezzel vagy tömítő tárcsával ellátott csapágyaknál a szerelőszerszám ne okozhasson sérülést a csapágy ezen szerkezetében.

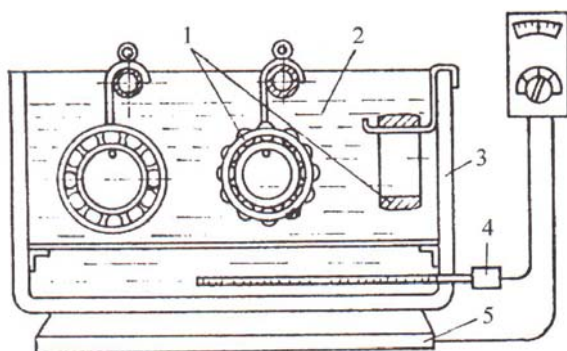
Kúpos furatú, valamint szorítóhüvellyel rendelkező kis- és közepes méretű csapágyak szerelését legegyszerűbben csapágyanyák segítségével lehet megvalósítani. melyek az esetek többségében gyári megoldásként részei a szerelt szerkezeti egységnek. Ha módosítás szükséges a szerelés kivitelezésének érdekében, a csapágyakat gyártó cégek csapágykatalógusai tartalmazzák a beépítendő méretek figyelembevételével a megfelelő, szabványos tengelyanyák és a lehúzó hüvelyek választékát. A kúpos csapágyülés, illetve a szorítóhüvellyel vagy lehúzó hüvellyel szerelendő csapágyak esetén a szerelés szakszerűségének növelését és a dolgozó munkájának könnyítését hidraulikus anya alkalmazásával lehet elősegíteni. Használatának feltétele a megfelelő csatlakoztatási lehetőség kialakítása és a kézi vagy gépi működtetésű hidraulikus szivattyú megléte.

Kúpos csapágyülés és a lehúzóhüvellyel szerelt nagyméretű csapágyak esetében a hidraulikus csapágyanya mellett célszerű a szétszerelésnél ismertetett olajnyomásos módszer egyidejű alkalmazása is.

A hengeres furatú gördülőcsapágyak tengelyre szerelését a csapágy kellő hőfokra történő felmelegítésével is elősegíthetjük. Melegítéskor az alábbi szabályokat kell betartani:

- A csapágy felmelegítését nem szabad gyorsan és koncentrált hővel végezni.
- A felmelegítés hőfoka ne haladja meg a 125° C-t.
- Zsírral töltött és tömített csapágyakat nem szabad felhevítéssel szerelni.
- A hevítéshez jól szabályozható hőmérsékletű, túlhevítés ellen biztosított melegítőeszközöket célszerű alkalmazni.

A csapágy felmelegítésére legegyszerűbb módszer az ellenőrzött hőfokú olajfürdő alkalmazása (6.5 ábra).[3] A csapágyak felmelegítését a csapágygyártó cégek által kifejlesztett és forgalmazott melegítő berendezésekkel lehet szakszerűbben elvégezni. A közepes és nagyméretű nyitott csapágyak minden beépítési mód esetén szakszerűen szerelhetők megfelelő hőmérsékletre történő felmelegítéssel, a már említett szerelési szabályok betartása mellett. A nagyobb méretű csapágyak szakszerű szerelésének korszerű

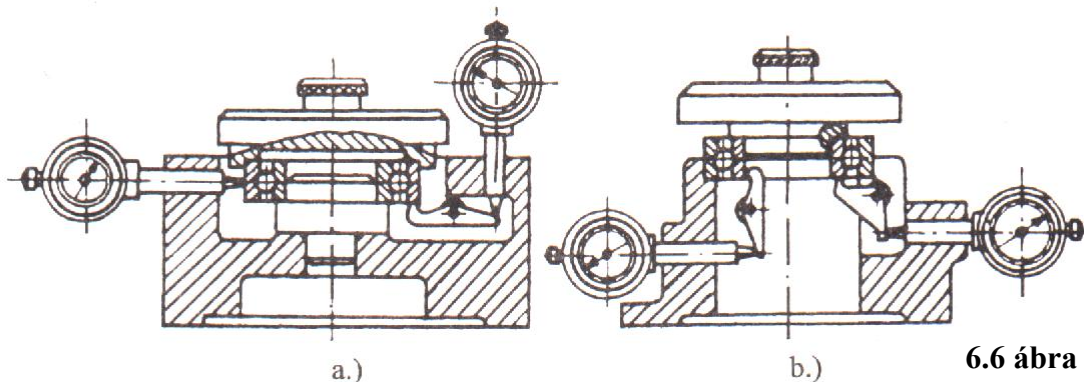


eszközei a különböző melegítő készülékek). Közvetlen hőátadással vagy indukciós elven működnek és a csapágy méretének függvényében választhatók.

A szakszerű csapágybeszerelés korszerű eszközeiként szolgál a szerelőhüvely-készlet, mely elsősorban a kisebb méretű, beütőtűskével szerelhető csapágyaknál

6.5 ábra

alkalmazható. A készlet különleges műanyagból készült hüvelysorozatot és egy ólomsöréttel töltött kalapácsot tartalmaz. Külön említést érdemel a hidraulikus elven történő szerelés eszközeként szolgáló, különböző kialakítású, kézi működtetésű hidraulikus pumpák választéka.



A keveset futott gördülőcsapágyakat visszaszerelés előtt meg kell vizsgálni a használhatóság szempontjából. Ha a megtisztított csapágyon nem látható kifáradás, kopás, korrózió, vagy egyéb sérülés, meg kell mérni a külső és belső gyűrűk radiális és axiális játékát, pl az **6.6.** [6]ábrán látható készülékek segítségével.

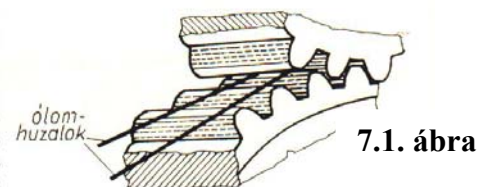
A csapágyak gyártási hézagait a csapágykatalógusok tartalmazzák. Amennyiben nem ismert az adott típusú csapágy megengedett játéka, tájékoztató adatként egy általános rendeltetésű gördülőcsapágy esetén a megengedhető csapágyhézag  $0,1 - 1 \mu\text{m}$  a csapágy belső gyűrűjének minden milliméterére vonatkoztatva.

## 7. Fogaskerek hibalehetőségei

A rendeltetészerű üzemeltetés folyamán a fogaskerék fogai és egyéb súrlódó felületei kopnak. A fogak kopása fogvastagságmérő tolómérővel vagy fogmérő mikrométerrel a már korábban ismertetett módon mérhető. **Gyakori a fogláb alapsíkjánál keletkező kifáradási törés és a fogprofilok felületi kifáradása.** Üzemszerű körülmények között ugyanis a fogakra ható terhelés periodikusan változik a nulla és a maximális érték között. A fogak hajlítófárasztó igénybevétele miatt, a kifáradásos töréshez vezető kezdő repedés a láb körön jelentkezik, a húzásnak kitett oldalon.

**Rendellenes üzemeltetés** miatt is bekövetkezhet a fogtörés. Leggyakrabban a túlterhelés, a helytelen kapcsolás, a fogak közé szorult idegen anyag (pl. csavar, törött csapágygolyó stb.) okozza. Előidézheti továbbá **anyaghiba** vagy hőkezelésből származó repedés. A cementált fogaskereknek jellegzetes hibája a **pikkelyesedés**. Oka lehet pl. az olajjal a fogak közé jutott szennyeződés (apró fémforgács stb.). Következésképpen, hogy ugrásszerűen megnő a fajlagos nyomás, és a kemény kéreg - a jéghez hasonlóan - beszakad és a fogprofilon éles sarkú kráterek keletkeznek. Az átdezett fogak felületén is találunk hasonló okból származó sérüléseket, de ezek bemaródás jellegűek. A forgás közben kapcsolt fogaskerek fogainak oldalfelületei - a helytelen kapcsolás miatt - kitöredeznek.

**Kifáradás miatt hámlik a fogprofilok felülete.** Az érintkező felületeken ébredő feszültség nagysága a profil kialakításától, a fogprofil-kapcsolódás geometriájától és az átvitt nyomatéktól függ.





A fogaskerekek meghibásodását okozza a **golyóscsapágyak túlzott kopása** is. Ez bizonyos határon túl ugyanis oda vezet, hogy meglazul a tengelyek ágyazása, ami kihat a velük szerkezeti összefüggésben álló fogaskerekre is. **Amennyire hibás lehet egy kopott és egy új alkatrész együttműködtetése, annyira hibás és hibákat okozhat az új gördülőcsapágyakkal ágyazott, de már összekopott fogaskerekek további használata.** A csapágyhézag kopás miatti növekedését az együttműködő fogaskerekek is követik, és ennek megfelelően kopnak össze. Előfordulhat, hogy - az erőhatásoktól, illetőleg a kapcsolókerekek állásától függően - az egyik fogaskerékpár tengelytávolsága csökken, míg a másiké növekszik. Ha ezek után csapágyat cserélünk, a tengelyek és velük a fogaskerekek is visszakerülnek kopás előtti helyzetükbe. Ennek következtében megváltozik a fogprofil-kapcsolódás geometriája. A fogpárok közötti erőátadás ugyanis nem vonalnyomással, hanem pontnyomással valósul meg, ami a helyi feszültségek ugrásszerű megnövekedésével jár, és ezáltal **pikkelyesedés vagy fogtörés** lép fel. Ezzel magyarázható, hogy **csapágycsere után sokszor zajosabban járnak a hajtóművek fogaskerekei**, vagy a bejáratás alatt eltörnek. Mindezek elkerülhetők, ha a fogaskerékhajtások csapágyait időben cseréljük, és az összekopott fogaskerekeket javításkor nem cseréljük össze.

Kérdésként merülhet fel szereléskor, hogy a nagyobb igénybevételű kopott fogaskerekek összeépíthetők-e az új fogaskerékekkel. Ilyen esetben az a legbiztonságosabb, ha **7.1. ábra a fogaskerekeket párosan cseréljük**. Mivel ez a módszer viszonylag költséges, ezért vizsgálunk, hogy az új és a régi fogaskerék együttműködési feltételét megszabó fog- és fejhézag, valamint fogirányhiba megfelelő-e. Erről a legegyszerűbben úgy győződhetünk meg, hogy az ellenőrzendő fogaskerekek fogai közé vékony ólomhuzalokat helyezünk (**7.1 ábra**). Az egyenként és óvatosan kiemelt huzalok deformációjából közvetlenül meghatározhatjuk a fej- és foghézag, továbbá, ha a két huzalon azonos helyen mért értékeket összehasonlítjuk, a fogirányhiba is.

Az ólomhuzal deformációját mikrométerrel kell mérnünk. Amennyiben ezek az értékek megfelelnek a szabványban előírtaknak, vagy csak kismértékben térnek el azoktól, a régi és az új fogaskerék összeépíthető. Bizonyos idejű, kíméletes üzem után a fogaskerekek összejáródnak.

Általános érvényű tapasztalat; hogy a zajosan járó, használt fogaskerékpár vagy a felcserélt, kopott fogaskerekek összejáratására kevés a remény, ezek műszaki állapota az üzemelés során csak romlik.

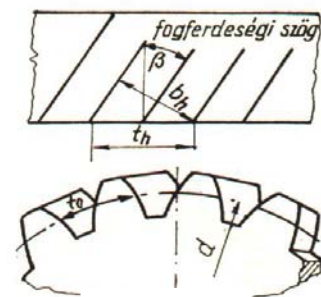
## 7.1 A hengeres kerekek szerelése

E fogaskerekek vagy egyenes, vagy ferde fogazásúak. Az egyenes fogazású kerekek fogai párhuzamosak, ferde fogazás esetén szöget zárnak be a kerék forgástengelyével. A fogferdeség lehet jobbos vagy balos emelkedésű. A ferde fogazású hengeres kerekek fogosztása és fogszélessége nem azonos az egyenes fogazásúakéval, mivel a fogak meghatározott szögben futnak ki az oldalfelületre (**7.2 ábra**). Az itt mérhető homlokosztás ( $t_h$ ) nagyobb, mint a furatra merőleges normál osztás ( $t_o$ ). A fogferdeség szögétől. ( $\beta$ ) függ a két osztás közötti különbség. Ezért a ferde fogazású hengeres kerekek osztókörátmérőjét a fogszám és a homlokmodul szorzata adja:

$$d_o = z * m_h \text{ [mm]}$$

ahol:  $d_o$  = osztókör átmérő

[<eleje](#)



7.2 ábra

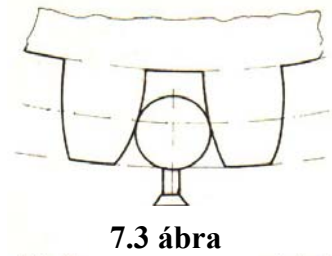
$z$  = fogszám  
 $m_h$  = homlokmodul

Az előbbiekből az is következik, hogy a fogferdeség hajlásszöge befolyásolja az osztókörátmérőt. Nagyobb fordulatszámokon előnyösebb a ferde fogazás, mivel a fogak kapcsolódása és a nyomatékátvitel nem lökészerűen - egyszerre terhelve a teljes fogszélességet - hanem több fog egyidejű kapcsolódása révén, fokozatosan valósul meg. **A fogferdeség azonban mindig ébreszt tengelyirányú erőt is, ezért az ilyen kerekek axiális csapágyazást is igényelnek.**

A fogvastagság tűrésére a h, g, f, e, c, a és b csaptűrésmezőket használjuk, a fogaskerék pontossági osztályától függő IT minőséggel. Bár a fejkör átmérőjének szerepe a működés szempontjából alárendelt tűrésezésére a szabvány h9, h10 és h11 tűrésmezőt ír elő, mivel a fogvastagságmérő műszereket ráütköztetjük, és így befolyásolja a fogvastagság mérésének pontosságát.

## 7.2 A fogaskerekek helyes kapcsolódásának feltételei

Egyik alapfeltétel a **központos futás**. Amelyet a fogazás, a tengely és a csapágyazás központossága együttesen határozza meg. A fogazás központosságának méréséhez a fogaskereket mérőállványra fogjuk, és golyós mérőcsúccsal felszerelt indikátorórával minden fogárkot körbetapintunk (**7.3. ábra**). A mérés eredménye a tényleges excentricitáson kívül az osztási hibát és a fogvastagság eltérését is magában foglalja.

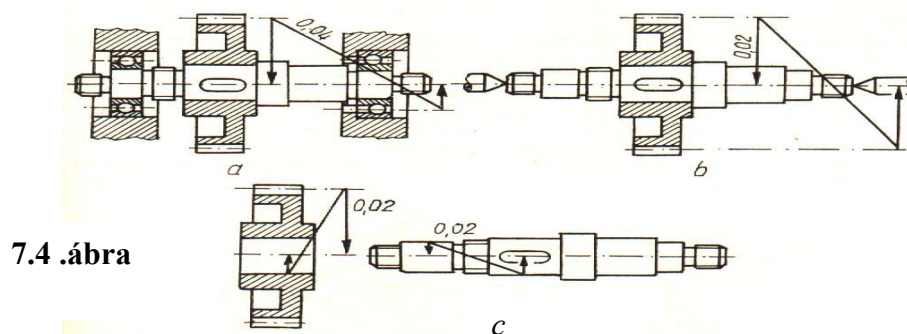


7.3 ábra

Ha pl. egy fogaskerékpárt a szabvány szerint IT- 10 pontossággal gyártottak, a beszerelt kerék radiális ütése 0,1 mm-nél nagyobb nem lehet. Mivel ez több méreteltérés eredménye, az eredő (0,1 mm) tűrést összetevőire bonthatjuk:

- a tengely központosságára (**7.4/c ábra**) 0,02 mm-t,
- a fogazás központosságára (**7.4/c ábra**) 0,02 mm-t,
- a fogaskerék és a tengely kapcsolatára (**7.4/b ábra**) 0,02 mm-t,
- a csapágyazás központosságára (**7.4/a ábra**) 0,04 mm-t

engedünk meg.



7.4. ábra

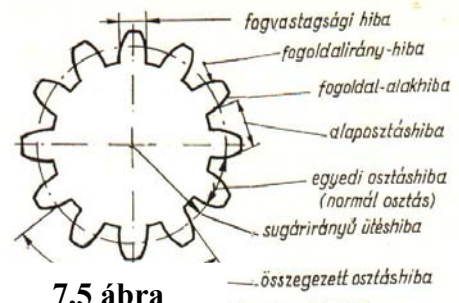
[<eleje](#)



A **7.5 ábrán** összefoglalva szemléltethető a lehetséges gyártási pontatlanságból származó fogazási hibák, amelyek a csatlakozó tengellyel és a csapágyazással együttesen megszabják a kerék működési feltételeit.

A tengely- és a csapágyhiba lehet excentricitás vagy tengelytávolság eltérés. Az excentricitás a helytelen szerelésből is adódhat, ha a fogaskerék és a tengely kapcsolata, a retesz, illetve -ék illesztése nem megfelelő. Ezért ajánlatos a fogaskerék tengelyre szerelésekor a következő sorrendet betartani:

1. szereljük és illesztjük kerekek és a tengelyek hengeres felületeit;
2. szereljük és illesztjük a menesztőelemeket;
3. tengelyirányban beállítjuk a kerekeket;
4. szükség esetén rögzítjük a kereket a tengelyen.

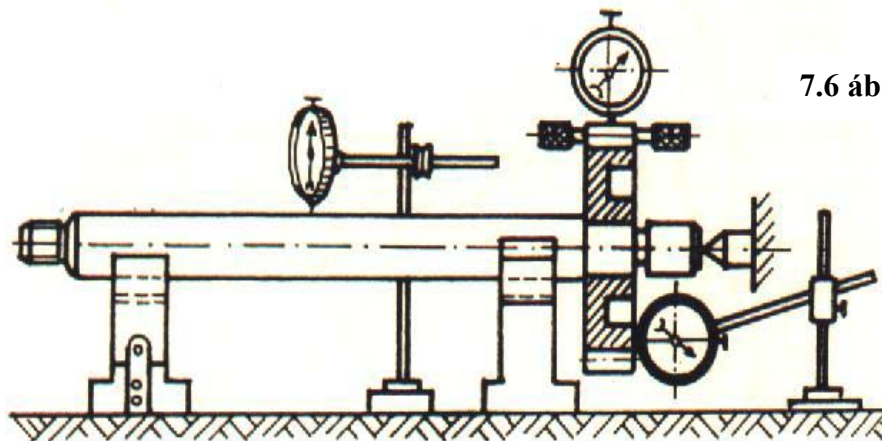


7.5 ábra

Ezekkel a műveletekkel kapcsolatban két jellegzetes hiba, az **ékelődés** vagy **túl laza illeszkedés** fordulhat elő.

**Beszerelés előtt tengelyével együtt ellenőriznünk kell a**

**hengeres kereket (7.6 ábra).**[6] Ebből a célból vagy mérőállványon két csúcson közé fogjuk a tengelyt, vagy az ábrán látható módon prizmás készülékre helyezük. Az egyik prizma



7.6 ábra

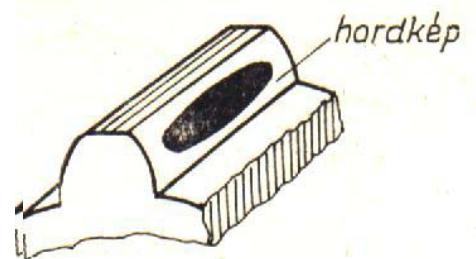
magassága állítható, így párhuzamos helyzetbe hozhatjuk a tengelyt az ellenőrzőlap pontosan megmunkált síkjával. A készülékkel a tengely központossága, a fogak közé helyezett idomszer és mérőóra segítségével pedig a fogazás központossága és a fogaskerék oldalirányú ütése is ellenőrizhető.

A sérült vagy hegesztéssel javított fogaskerékszekrényeken – **beszerelés előtt** - a fészekfuratok megméréseivel ellenőriznünk kell a tengelytávolságot. **Beszerelés után** a foghézagot és fogirányhibát, az előzőekben részletezett ólomhuzalos módszerrel ellenőrizzük.

Beállításkor hordképellenőrzéssel vizsgálható a fogak kapcsolódása. Ebből a célból a vizsgálandó fogaskerékpár egyikének fogait vékonyan bekenjük jelzőfestéssel, ezután a kereket körbeforgatjuk. Ha a kapcsolódás helyes, a fogprofil magasságának legalább 60%-a a másik fogaskeréken is festékes lesz. **(7.7 ábra).**[3]

Különböző pontossággal illesztett fogaskerekek hordképe eltérő módon alakul.

Az alapkövetelmény, hogy az



7.7 ábra

- |   |   |                          |
|---|---|--------------------------|
| A | osztályú fogaskerekek fogprofiljának legalább | 75 % -a                  |
| B | osztályúak legalább                           | 65 %-a,                  |
| C | osztályúak legalább                           | 50 %- a festékes legyen. |

A D osztályú fogaskerekeken azzal is megelégszünk, ha minden fog csak foltokban festékeződik.

A hordkép ellenőrzés pontossága nagymértékben függ a jelzőfesték vastagságától és a terhelés alatt némileg változik a hordkép.

[<eleje](#)

## 8. Tömítőkötések szerelése

A tömítőkötések és tömítőelemek a szerkezetek zárt tereit határolják úgy, hogy megakadályozzák szilárd, folyékony vagy gáz halmazállapotú anyagok távozását vagy behatolását, túlnyomás vagy vákuum esetén. A tömítőkötéseket többféle módon csoportosíthatjuk. A szerelés szempontjából megkülönböztetünk :

- tömítőelem nélküli vagy tömítőelemes tömítőkötést.
- álló vagy mozgó tömítőkötést,
- veszteséges és veszteség nélküli tömítőkötést.

A tömítőkötés kialakításánál figyelembe kell venni a tömítendő közeg anyagát, vegyi hatását, halmazállapotát, hőmérsékletét, nyomását, valamint mozgó tömítésnél a tömítőelem relatív mozgási sebességét.

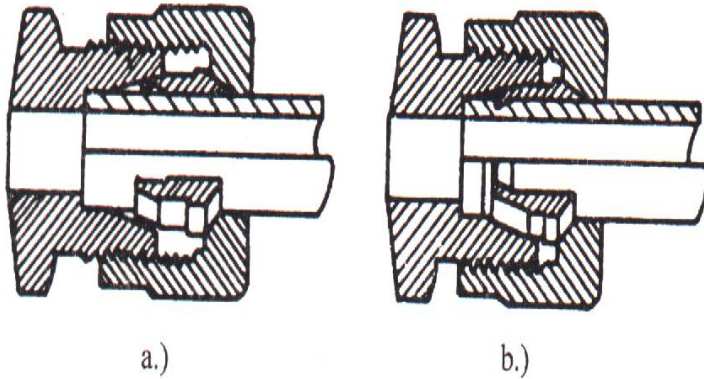
A **tömítőelem nélküli álló** kötésben a tömítést az illeszkedő alkatrészek felületi kialakítása és az alkatrészeket összeszorító erő határozza meg. Ezek a kötések az érintkező felületek finom, alakhelyes megmunkálását és az összeszorító erő megfelelő nagyságú létesítését igénylik. Szerelésüknél ügyeljünk a felületek sérülésmentes csatlakoztatására és a felületek egyenletes, megoszló és teljes érintkezési felületen ható erővel történő rögzítésére. mert csak így biztosítható a veszteségmentes tömítés. A tömítőkötés erőszükségletét általában csavarkötéssel hozzák létre. Ha az erőt több csavar alkalmazásával biztosítják, ügyelni kell a csavar-előfeszítés előírt értékének és a meghúzási sorrendnek a betartására. A forgásfelületek álló tömítése veszteségmentesen megoldható szilárd illesztés alkalmazásával.

A **tömítőelem nélküli mozgó** tömítések általában több-kevesebb veszteséggel működnek, attól függően, hogy mekkora rés van a két alkatrész között, milyen nyomású és viszkozitású anyag tömítését kell megvalósítani. Ilyen megoldások kerülnek kialakításra a fogaskerekes és dugattyús olajhidraulikus szivattyúknál és motoroknál. Veszteségmentessé úgy lehet tenni ezeket, hogy igen kis rést hoznak létre mint tömítőrést és ezt igen hosszúra növelik. Ezen az elven működnek többek között a forgódugattyús diesel-adagolók, melyeknél a tükrösített felületek 1 µm hézaggal csatlakoznak és a tömítési rés hossza minimum 10 mm.

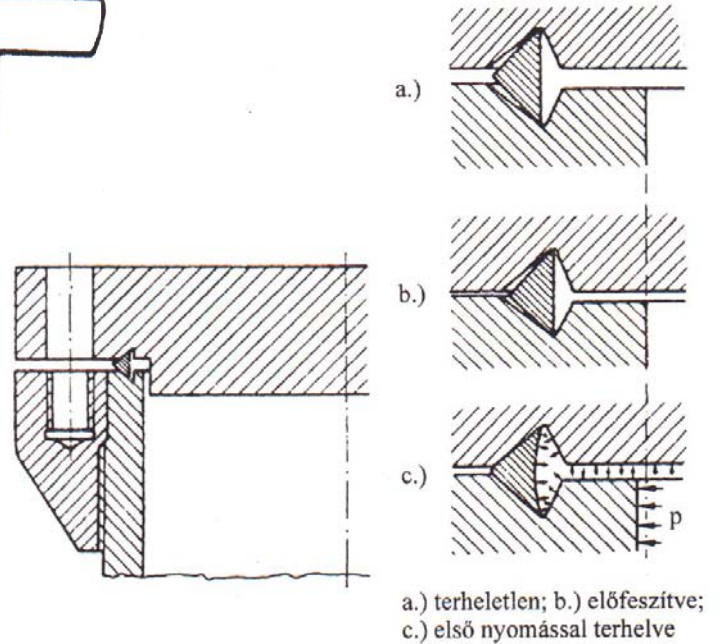
Nagyobb elfedettségek a **tömítőelemes** kötések, melyek a tömítőelem anyaga szerint lehetnek:

**Kemény tömítések**, melyek előfeszítve rugalmas vagy maradó alakváltozással fejtik ki tömítő hatásukat. A tömítést deformáló előfeszítő erő nagyságát a tömítendő munkaközeg által kifejtett, ellentétes értelmű szétválasztó erőhöz mérten kell meghatározni. A biztonságos tömítettség akkor érhető el, ha az előfeszítő erő 2 - 3 szorosa az üzemi erőnek. Ilyen tömítések általában a nagy nyomású és hőmérsékletű, gáz, gőz vagy folyadék halmazállapotú közegek álló tömítésénél kerülnek alkalmazásra (pl. motor hengerfejtömítés, kipufogó és szívócsőtömítés stb.). A tömítőelem anyaga lehet fém (lágycél, réz alumínium, ólom), műanyag (poliamid, teflon, stb.), kartonpapír, préselt parafa és ezek kombinációja. A

szerelésnél ügyelni kell a tömítőelem épségére, a tömítő felület sérülésmentességére és az előírt előfeszítés szakszerű létrehozására. Több csavarral létrehozott kötéseknel (pl. hengerfej tömítés) szigorúan be kell tartani a gyártó cég előírásait a csavarok meghúzási nyomatékára és meghúzási sorrendjére vonatkozólag. A nagynyomású hidraulikacsövek csatlakozóinak tömítésére gyakran alkalmaznak kemény tömítőelemet (8.1. ábra). Ezeknél a **vágógyűrűs csőkötéseknél** a kötés első meghúzása előtt kúpos vágógyűrűt húznak a csőre (a), amely a hollandi anya

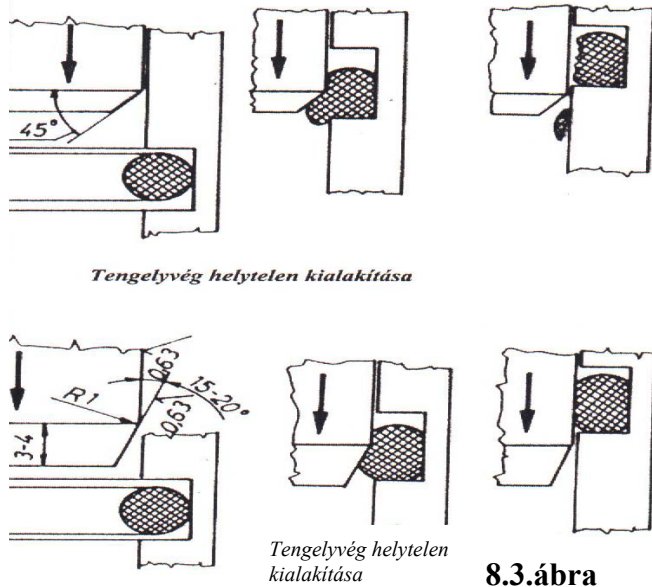


meghúzása után a cső felületébe hatol (b) és alakzárással kötődik a csőhöz, a külső felületen kúpos kötés alakul ki. A további szereléseknél a vágógyűrű már megbonthatatlan részét képezi a csőnek.



Vegyipari berendezéseknél használatos szilárd tömítőelem a **deltagyűrű**, amelynek beépítését a 8.2. ábra szemlélteti. A gyűrű kissé előfeszítve kerül beszerelésre, a belső üzemi nyomás hatására tovább deformálódik és a tömítő hatása fokozódik. A tömítőkötés ismételt létesítésénél a maradó alakváltozást szenvedett deltagyűrűt cserélni kell.

8.1 ábra



8.3. ábra

előfeszítésének mértékétől valamint a közeg nyomásától függ alapvetően. A rugalmas tömítések anyaga sokféle lehet a tömítendő közeg anyaga, hőmérséklete és nyomása

A kemény, mozgó tömítések jellegzetes képviselői a **dugattyúgyűrűk** Funkciójuk szerint **kompressziógyűrűket** és **olajlehúzógyűrűket** különböztetünk meg. A dugattyúgyűrűket egymáshoz képest egyenesen eltoló felhasítással kell szerelni, kétütemű motoroknál elfordulás ellen csappal biztosítva építik be, ezzel a konstrukcióból adódóan biztosítják a helytelen szerelés elkerülését. A **rugalmas tömítések** azok, amelyeknél a tömítőhatást az előfeszítés mellett a munkaközeg nyomása is fokozhatja, így a tömítőhatás az elem rugalmasságától, alakjától,

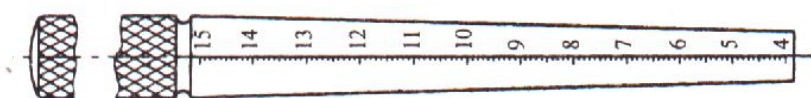


függvényében. A tömitések alakja is rendkívül változatos. Az egyik legelterjedtebb rugalmas tömités az **O-gyűrű**. Alkalmazzák álló és mozgó alkatrészek tömitésére 200 illetve 100 bar nyomásig. A gyártó cégek előírják a különböző méretű O-gyűrűk beépítésénél készítenő gyűrűhorony méreteit, amelynek betartása előfeltétele a megfelelő tömitőhatás elérésének és az élettartamnak. Az O-gyűrűvel létesített tömitőkötések szerelésénél az alábbi szempontokat kell figyelembe venni:

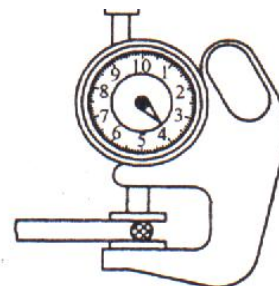
1. csak előírt méretű, anyagú és keménységű gyűrűt lehet alkalmazni,
2. használt, deformálódott gyűrűt nem szabad visszaépíteni, a gyűrűket megfelelő előfeszítéssel kell szerelni,
3. ügyelni kell a sérülésmentes szerelés feltételeinek biztosítására ,
4. gyártáshibás O-gyűrűt nem szabad beszerezni,
5. Az O-gyűrű csavarodás mentesen helyezkedjen el a horonyban.

Az új gyűrű tönkremenetele elsősorban a helytelen tengelyvégkialakítás következtében előforduló gyűrűsérülésből adódhat (8.3. ábra).

A beszerelés előtt ellenőrizni kell a gyűrű belső átmérőjét és a szelvény méretet, amely gyorsan elvégezhető a 8.4. ábrán látható mérőeszközök segítségével.



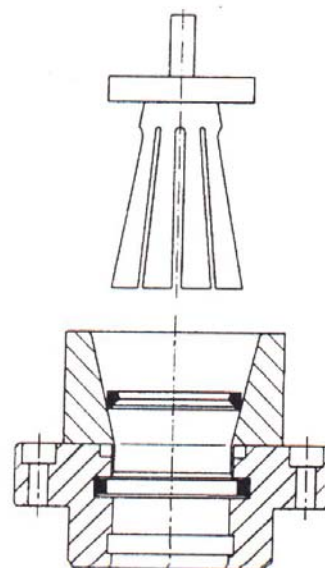
8.4 ábra



A körszelvényű rugalmas tömitőgyűrűk mellett elterjedten alkalmazzák az ún. **ajakos tömitőgyűrűket** is, amelyek anyagválasztéka hasonló az O-gyűrűkéhez, valamint szintén különböző alakú horonyba szerelhetők. Az O-gyűrűknél szerelésénél ügyelni kell arra is, hogy az ajakos gyűrűk nyitott oldala a nagyobb nyomású tér fele mutasson , mivel csak így érvényesül a tökéletes tömitőhatás

**Ajakos gyűrűket** elsősorban mozgó tömitőelemként alkalmaznak, a nyomás 0,5 bar és 200 bar között változhat a tömités alakja, anyaga, elmozdulás sebessége, üzemi hőmérséklete és a tömitendő anyag függvényében.

Az ajakos tömitések beszerelésénél, ha a befogadó alkatrész kialakítása miatt a tömités megsérülhet, célszerű olyan eszközökkel szerelni, amelyek megakadályozzák a tömitőelem sérülését. A 8.5. ábrán feltüntetett hasított palástú, sugárirányban összenyomódni képes - benyomó szerszám és bevezető kúpos hüvely segítségével megoldható a szakszerű szerelés. A hagyományos ajakos gyűrűk gyakran megsérülnek a befoglaló alkatrész éles sarkainál, meneteinél. Ilyen esetekben a szerelést egy sima falú, védő-bevezetőhüvely alkalmazásával sérülésmentesen lehet elvégezni. A látszólag egyszerű szerelési feladatok



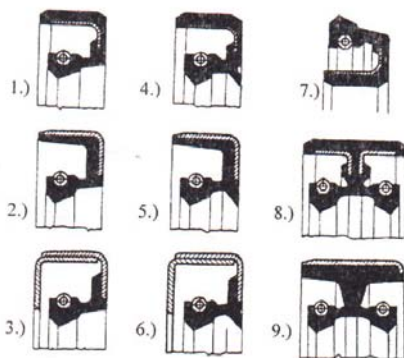
8.5 ábra

esetén is érdemes célszerszámokat igénybe venni.

A két-három féle anyagból összeépített tömítések nagyobb nyomások és hőmérséklet elviselésére is alkalmasak, valamint az elmozduló tömítendő felületek megengedhető relatív sebessége is nagyobb. A mozgó, rugalmas tömítések elterjedt típusai a különféle rugós tömítőgyűrűk (simmerring), amelyek sokféle variációban kerülnek kialakításra (8.6 ábra)

Elterjedten alkalmazzák gördülőcsapágyak olaj- és zsírtartóinak tömítésére, 0,2 - 0,5 bar túlnyomású tereknél 5 - 40 m/s siklási sebesség esetén -50 és + 200° C hőmérsékleten. Néhány típusa alkalmas 1 - 3 bar nyomáskülönbségű terek tömítésére is. Élettartamukat nagymértékben meghatározza a beszerelés szakszerűsége. Csak előírt méretű, szerkezeti kialakítású és anyagú gyűrűt szabad beépíteni. A rugalmas tömítőelemeket, néhány kivételtől eltekintve nem szabad többször felhasználni vagyis kiszerelem után selejtezni kell.

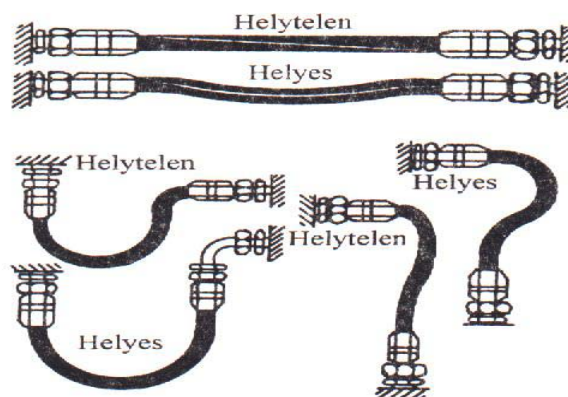
A hidraulikus berendezések gyakori összekötő eleme a flexibilis cső, amelynek szerelésénél a



Egytömítőajkás (1,2,3,7 külső), kéttömítőajkás (8,9) tömítő és védőajkás (4,5,6); a külső felület lágyanyagú (1,4,7 belső, 8) fémagyagú (2,5,9) a tömítőajkát fémsapka védi(3,6); az egész gyűrű is lehet lágyanyagú

8.6 ábra

8.7. ábrán feltüntetett hibákat el kell kerülni, különösen a feszes szerelés és az éles törés kerülendő. A folyékony vagy kenőcsszerű tömítőanyagokat önállóan vagy szilárd tömítésekkel kombinálva alkalmazzák. A felhasználás során ügyelni kell a tömítendő felületek tisztaságára és a felhordott tömítőanyag rétegvastagságára. Néhány folyékony tömítőanyag esetében ügyelni kell az üzemi nyomás hatásának késleltetésére a szilárdulási idő figyelembevételével (pl. szilikon paszták esetén).



8.7 ábra

## 9. Ellenőrző, mérőműszerek

[<eleje](#)

### 9.1. A hibamegállapítás jelentősége



Adott alkatrész műszaki hibája összefügg a tervezéssel, a gyártással, az üzemeltetéssel, a karbantartással és a javítással. Mindegyik területen fontos a hibákat kellő időben felismerni, és nemcsak a hibákat, hanem a hiba okokat is megszüntetni. A gép gyártásakor követelmény az előírt minőségi paraméterek betartása, a keletkezett selejt kiszűrése. Mivel a gép megbízhatóságát károsan befolyásoló típushibák tervezési és gyártási okokra [<eleje](#) k vissza, már itt felvetődik a hibafelismerés fontossága, ezzel kapcsolatban a műszaki hibák számának csökkentése. Üzemeltetés közben tudnunk kell, hogy a gépnek milyen típushibája van, milyen az adott konstrukció terhelhetősége, melyek a gyenge pontjai, milyen a karbantartási igénye. A hibafelismerés ezen a területen igen jelentős, mivel karbantartás alkalmával beavatkozhatunk a hibaképződés folyamatába, és megelőzhetjük az üzemzavarokat. A gépek megbízhatósága ennek következtében növekszik, így elérhető, hogy a gépi munkákat kisebb kapacitással is optimális időben tudjuk elvégezni. Tervszerűen meghatározható a fődarab- vagy az alkatrészcsere időpontja, illetve a javítás szükségessége. Lehetővé válik továbbá az üzemzavarok számának csökkentése vagy gyors elhárítása. Javításkor is nagy jelentőségű a hibafelismerés, a visszaépíthető, felújítható és selejt alkatrészek elbírálásakor. Szükséges továbbá a felújítási technológiák kidolgozásához, a pótalkatrészek gyártásához, az anyag- és alkatrésznormák meghatározásához. Az előbbiekből látható, hogy a hibamegállapítás sokrétű, összetett feladat, amely nemcsak az ellenőrzési tevékenységből, hanem az ellenőrzések által szolgáltatott információk feldolgozásából és azok elemzéséből is áll. Fontos feladata a különböző szintű ellenőrzések előírása, a minőségi paramétereknek, az ellenőrzés műszaki előírásainak meghatározása, valamint az információképzés, -áramlás és -feldolgozás megtervezése és megszervezése. Minden ellenőrzési feladathoz el kell készíteni a műszaki ellenőrzési utasítást. Ennek az általános azonosító adatokon kívül tartalmaznia kell:

- az ellenőrzés tárgyának ismertetését,
- az ellenőrzendő paramétereket és ezek megengedett hibakorlátait,
- az ellenőrzés módszerét,
- az ellenőrzés eszközeit és azok hibakorlátait,
- az előírt és tényleges (mért) adatok különbségképzésének módját (képletét),
- a minősítés módját,
- a kitöltendő bizonylatokat.

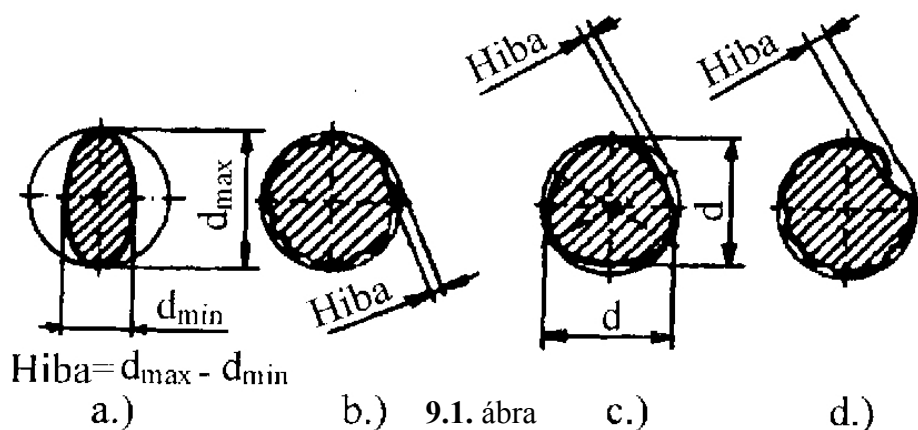
A géphibákat különböző körülmények között kell vizsgálni. A gépek üzemeltelésekor előadódó hibákat a gép működése közben kell felismerni. Karbantartás során a gépet összeszerelt állapotában vagy csak kismértékű szerelési munka beiktatásával ellenőrzik. Nagyjavításkor a teljesen szétszerelt gép alkatrészeinek részletes vizsgálata a feladat. Ezért a következőkben az ellenőrzési feladatok különböző módjait tekintjük át.

## 9.2. Alak és helyzetpontossági hibák mérőkészülékei

A szűk játékkal (1 - 10  $\mu\text{m}$ ) illesztett; pontosan megmunkált alkatrészfelületek esetén a **kopás** és a **deformáció** mértékét mérőműszerekkel vagy mérőkészülékekkel lehet megállapítani. Néhány speciális esetet kivéve, hibafelvételkor a gépgyártás mérés technikáját kell alkalmazni. A gyártás mérőműszerei a gépgyártástechnológia tantárgyból ismertek.. Ezért hibafelvételkor az **alakhűség** és a **helyzetpontossági** vizsgálatok igen fontosak. Mikrogeometriai méréseknél a kopott felületek érdekessége sok esetben lényegesen kisebb, mint a gyártáskor volt. Ennek ellenére a helyi bemaródások, a korróziós károsodások és a felületi kifáradás miatt lehet, hogy az alkatrész csak felújítás után használható.

Fontosságuknál fogva a továbbiakban összefoglaljuk a leggyakrabban előforduló alak és helyzetpontossági hibákat és azok megállapításához szükséges mérés-technikai alapokat.

**Kör keresztmetszetű alkatrészek**, tengelyek, furatok, perselyek esetén **hengeres tárgyak** alakhibáiról beszélhetünk. A hengeres testek alakhibáit két síkban kell vizsgálni, a tengelyre merőlegesben és a henger hossz-szelvénye mentén. A tengelyre merőleges metszetben a köralak hibák a következők:



**Ovalitás** az egymásra merőleges vagy közel merőleges két irányban mérhető legnagyobb és legkisebb átmérő különbsége (9.1/a. ábra). A kopásból adódó gyakori hiba.

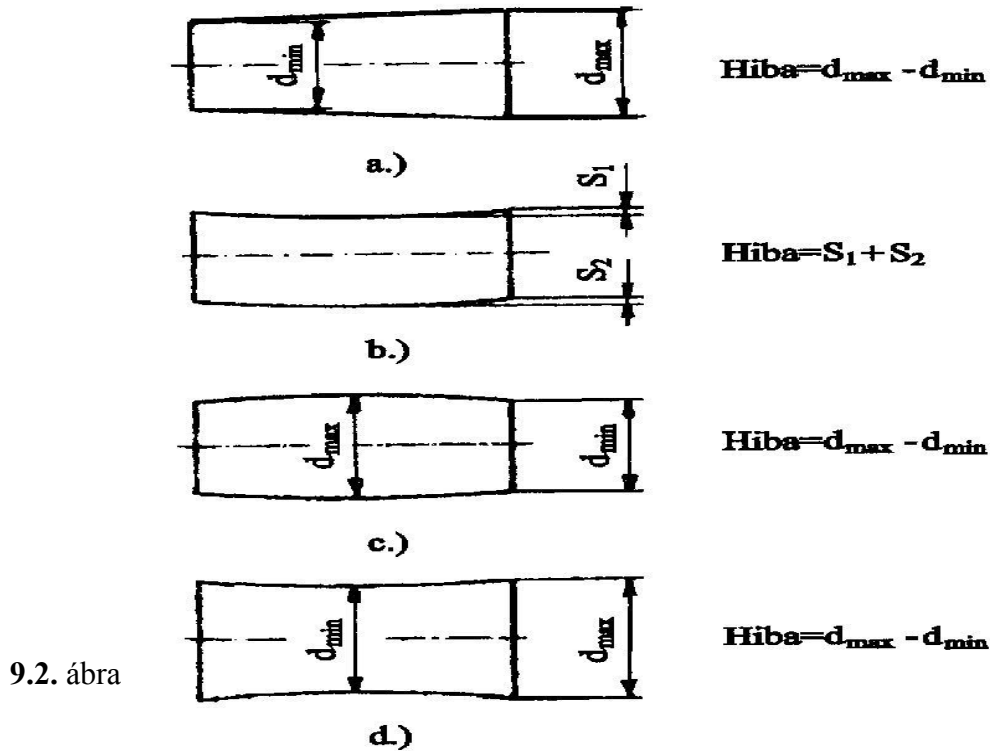
**Szögletesség** (9.1/b. ábra) a kör alak olyan hibája, amelynél az eltérés kettőnél több szélső értéke egymáshoz képest megközelítően szabályos elrendeződést mutat.

**Álkörösség** (9.1/c. ábra) más néven pszeudokör a szögletesség különleges esete, amelynél a szelvény területén az egyazon egyenesen fekvő pontok körtől való eltérése egyenlő, de ellentétes értelmű úgy, hogy a mért átmérők mindenütt azonos nagyságúak.

**Bütykösség** (9.1/d. ábra) a kör alaktól dudorként vagy horpadásként mutatkozó eltérés.

A henger **hossz-szelvénye** mentén a hengernesség hibája vizsgálható. Ezek a következők:

[<eleje](#)

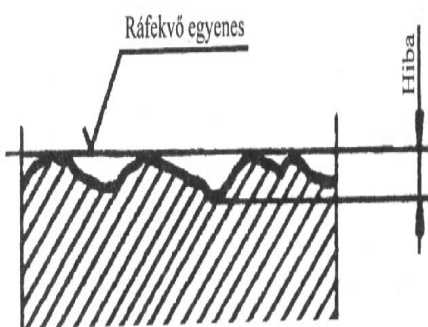


**Kúposság** (9.2/a. ábra) olyan hengerességi hiba, amikor az alkotók egyenesek, de hosszszelvényben nem párhuzamosak.

**Görbeség** (9.2/b. ábra) esetén az egymás után következő keresztmetszetek egyenlő átmérőjűek, de nem párhuzamosak a metszősíkok. A keresztmetszetek elméleti középpontjait összekötő tengelyvonal az egyenestől eltér.

**Hordósságon** (9.2/c. ábra) azt értjük, amikor az alkotók úgy térnek el az egyenestől, hogy az átmérők a hengeres test végeitől közép felé haladva növekednek.

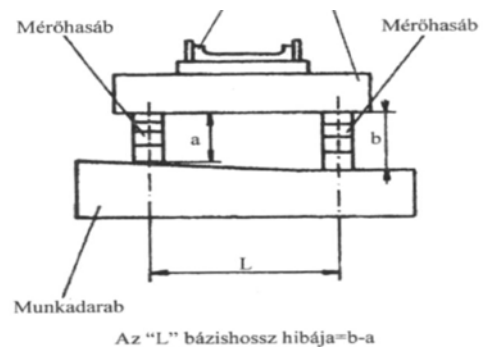
**Nyergesség** (9.2/d. ábra) esetében az alkotók úgy térnek el az egyenestől, hogy az átmérők a hengeres test végeitől közép felé haladva csökkennek. Ezekon kívül előfordulhatnak még a további hibák:



9.3. ábra

**egyenesség** hibája a ráfekvő egyenes és valóságos vonal között mért legnagyobb távolság (9.3 ábra).

**Síklapúság** hibája a ráfekvő sík és a valóságos felület között mért eltérés értéke (9.4 ábra).



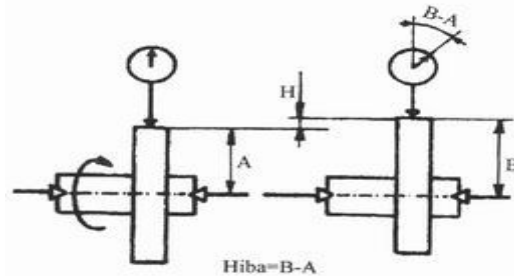
9.4. ábra

A helyzetpontossági hibák a valós felület helyzetének, illetve tengelyének, szimmetriasíkjának eltéréseit mutatják a névleges helyzettől. A helyzetvizsgálat folyamán a gyakorlatban mindig szerepet játszik az **alkatrész**

**alakhűsége** is, ezért célszerű előbb az alakhibákat felderíteni, és a helyzetpontossági vizsgálatoknál figyelembe venni.

A leggyakrabban előforduló **helyzetpontossági hibák** a következők:

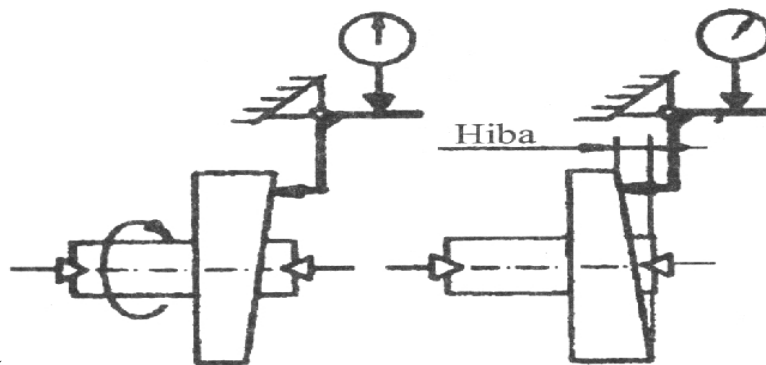
**Sugárirányú ütés** a forgásfelület valóságos pontjai és a bázistengely között mért



9.5. ábra

legnagyobb és legkisebb távolság különbsége, valamely, a tengelyre merőleges adott keresztmetszetben mérve (9.5. ábra).

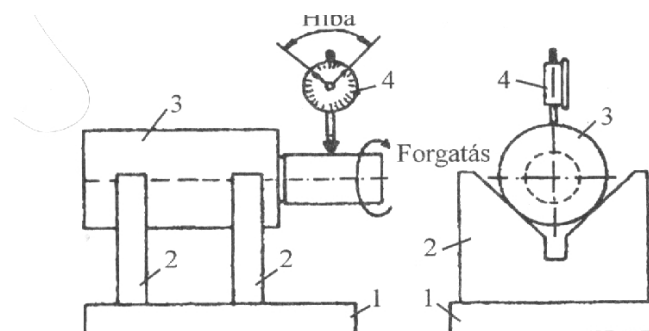
**Homlokütés** a vizsgált alkatrész forgástengelyére merőleges bázisfelület és a valóságos felület tényleges pontjai közötti tengelyirányban mért legnagyobb és legkisebb távolság



9.6. ábra

különbsége, valamely átmérőn körbeforgással mérve (9.6. ábra).

**Egytengelyűség** hibája valamely vizsgált felület tengelyének eltérése a bázisnak kijelölt másik tengelytől a vizsgált felület teljes hossza mentén vagy megadott szakaszon, illetve ponton mérve (9.7. ábra).

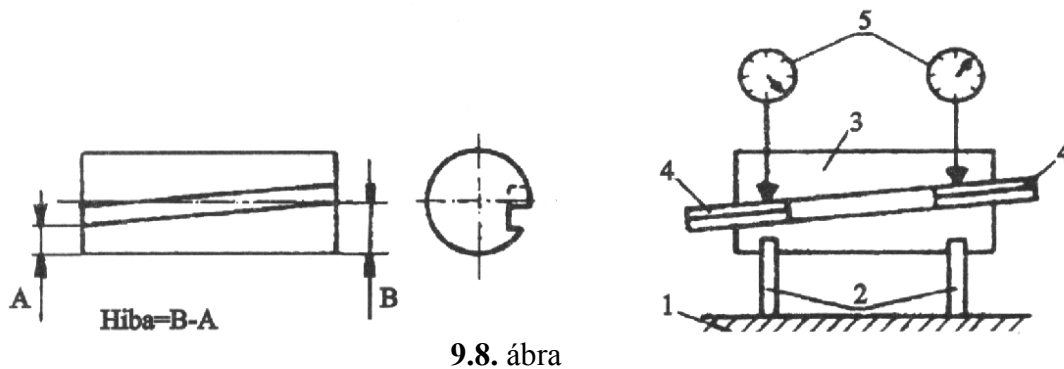


9.7. ábra

**Szimmetriahiba** az ellenőrzendő alakzatok szimmetriasíkjaiknak, szimmetriatengelyeinek legnagyobb eltérése.

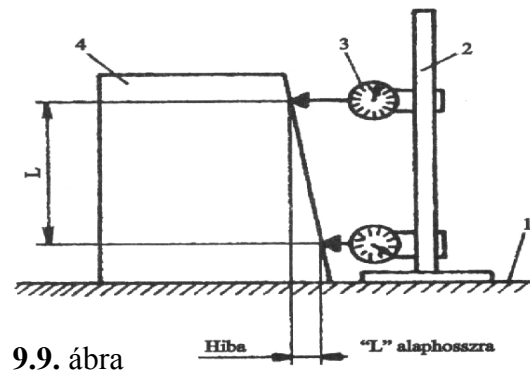
[<eleje](#)

**Párhuzamosság** hibája két sík vagy egyenes legnagyobb és legkisebb távolságának különbsége adott hosszon mérve (9.8. ábra).



9.8. ábra

**Merőlegesség** hibája egyenesek, tengelyek; síkok által bezárt valóságos szögnek a derékszögtől mért eltérése, amelyet hossz mértékben határozunk meg, adott hosszra vonatkoztatva (9.9. ábra).



9.9. ábra

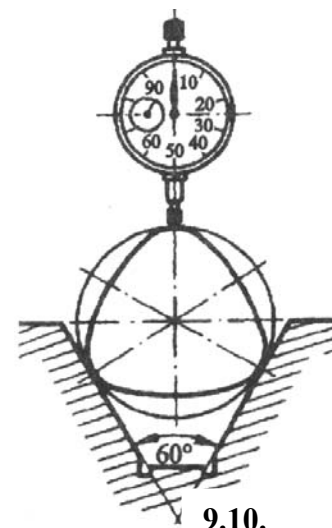
A mérőeszközökkel szemben támasztott követelmények:

- a mérőeszköz egy nagyságrenddel érzékenyebb legyen az ellenőrizendő tűrésnél (pl. mm-es tűrés 0,001 mm osztásértékű mérőeszközzel ellenőrizhető);
- a mérőeszköz szerkezeti, variációs stb. hibája a lehető legkisebb legyen (ebből a szempontból mérőórák helyett célszerűbb orthotestert vagy mikrokátort használni);
- a leolvasás módja parallaxis- és más hibáktól mentes legyen (ebből a szempontból elsősorban a digitális kijelzésű műszerek javasolhatók);- a mérőeszköz alkalmas legyen a szükséges méret ellenőrzésére.

### 9.3. Tengely jellegű alkatrészek és furatok mérőkészülékei

Tengely jellegű alkatrészek, valamint furatok kör alakú alkatrészek rendszerint egyszerű méréssel (tolómércével, mikrométerrel stb.) lehet meghatározni. A vizsgálat egy keresztmetszet több átmérőjének méréséből áll. Az átmérőmérések számát a mért átmérő nagysága és a vizsgálat igényessége szabja meg. Két irányban végzett mérés esetén gondoljunk arra, hogy a vizsgált hengeres tárgy ívszögű is lehet, amit a kétirányú mérés nem mutat ki.

Célszerűbb a méréseket három irányban végezni. Hengeres csapok esetében az álkörösséget prizma és mérőóra (9.10. ábra)

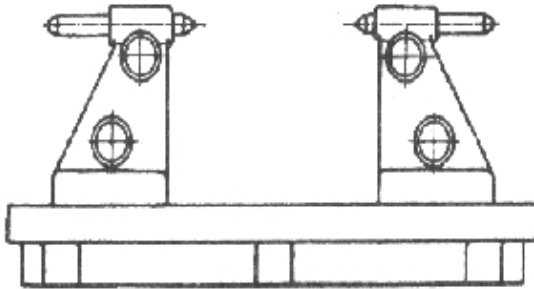


9.10.

vagy nyerges mérőóra állvány segítségével mérhetjük. Felismerhetjük az álkörösséget gyűrűs idomszerrel is, mivel a kétirányú ellenőrzés során jónak minősített hengeres csapra a „megy” oldalgyűrűs idomszert nem lehet feltolni.

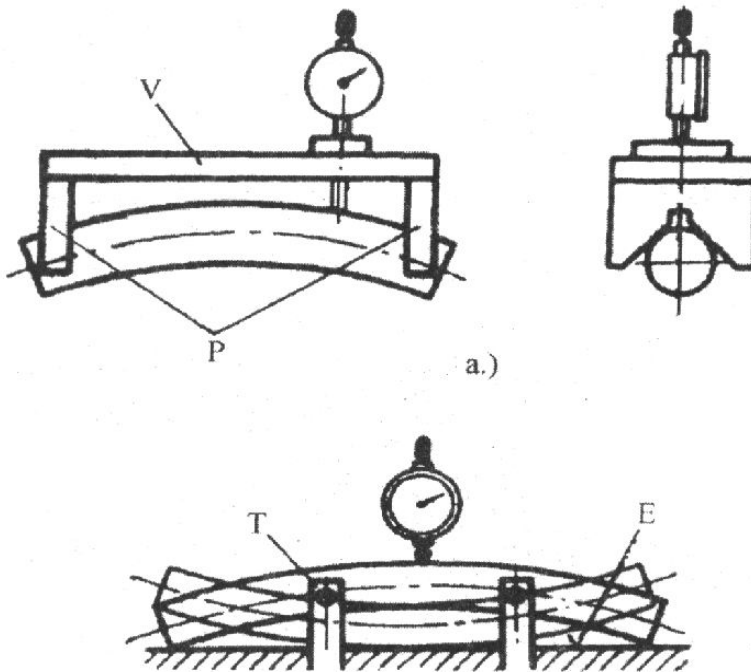
Hengeres csap leggyakrabban csúcsnélküli köszörülés során keletkezik.

Minden fajta kör alakhiba kimutatására alkalmas a körfutás ellenőrző pad (9.11. ábra). Csúcsai közé csúcsfuratos munkadarab helyezhető be és azokat elforgatva az alakhiba mérőórával mérhető. Ez esetben tulajdonképpen a sugárirányú ütést ellenőrizzük a ráfekvő kör középpontjához viszonyítva. A mérést meghamisítja, ha az ellenőrzött munkadarab tengelye nem esik egybe a központosító csúcsok tengelyével. Ez a hiba a munkadarab



9.11. ábra

A **hengeresség** hibáját rendszerint a kör alakhiba vizsgálatához hasonlóan sorozatos, két ponton végzett mérésekkel lehet megállapítani, így az visszavezethető több egymás utáni keresztmetszetben végzett átmérőmérés sorozatára. A hiba könnyebb felismerhetősége érdekében az átmérőmérés eredményei megfelelő léptékben (a hossz függvényében) diagramban ábrázolhatók.



9.12. ábra b.)

**Görbeségből** (hullámosságból) adódó hengerességi hiba két ponton végzett méréssel nem deríthető ki. Általánosan használt módszer a hengeresség hibájának kimutatására a két csúcs között végzett vizsgálat. Erre a célra is alkalmazható a körfutásellenőrző pad (9.11. ábra). Méréskor a vizsgált felület csúcsokat össze 9.12. ábra adarabon átmenő képzelt egyenes vonalú tengelyhez viszonyítjuk. A viszonyítást állványba fogott mérőóra (finomtapintó) segítségével végezzük úgy, hogy a csúcsok közé fogott darabot

a szánnal a mérőóra alatt elmozgatjuk.

Pontos mérésekhez, **a csúcsoknak és a csúcsfészkeknek** egytengelyűeknek kell lenniük. A követelmény, hogy a csúcs és csúcsfészkek tengelyre merőleges szelvényei kör alakúak



legyenek. A csúcstól és csúcspontot a mérés megkezdése előtt gondosan meg kell tisztítani. Ha a teljes mérési hossz mentén azonos nagyságú és irányú ütést találunk, a csúcspontok helyzetében eltérés van. Ilyen esetben a csúcspontok tisztaságát, épségét, alakhibáját meg kell vizsgálni.

Nagyobb munkadarabok hengerességét körfutásvizsgáló padon már nem lehet ellenőrizni. Ebben az esetben szerszámgépen végezzük a vizsgálatot, vagy a **9.12/a**. ábra szerinti mérőhidat használjuk. **Mérőhidas** méréskor az elméleti egyenest az V vonalzó alkotja, amelyet a P prizmákra erősítve helyezünk az ellenőrizendő hengeres munkadarabra. Ha a hídon a munkadarabot, vagy a munkadarabon a mérőhidat körbe forgatjuk, a hidra helyezett mérőóra legnagyobb kitérése mutatja a görbület irányát.

Ebben a beállításban a mérőórát a vonalzón eltolva a görbület mértéke a prizmák közötti szakaszon mérhető.

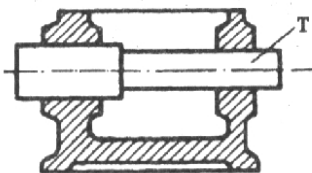
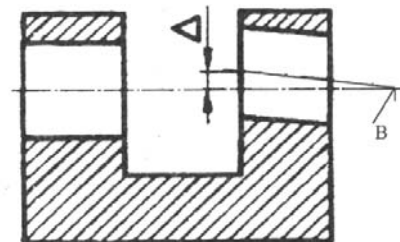
A hengeresség vizsgálatát prizmák (T) között (**9.12/b**. ábra) és síklapon (E) is végezhetjük.

A **helyzetvizsgálat** során a gyakorlatban mindig szerepet játszik az elem alakhűsége, de a szerszámgépen megmunkált felületek alakeltérése a mérést rendszerint nem befolyásolja, mert méréskor a valóságos felületek ráfekvő felületét alkalmazzuk (mérőtűskék, készülékek). A sugár- és homlokütést azonban a valóságos felületeken mérjük. Ha a helyzeteltérést ráfekvő felület alkalmazásával mérjük, feltételezzük, hogy a mért felületnek alakeltérése nincs. Az **ütés** a forgástestalakú munkadarabok jellegzetes helyzethibája, amely a bázistengely körül forgatott munkadarab valóságos pontjai és a bázisfelület között mért legnagyobb és legkisebb távolság különbsége.

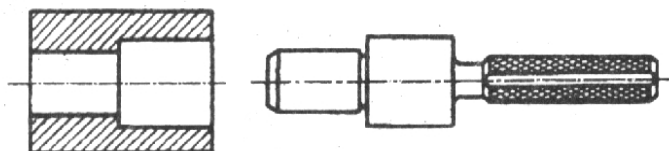
**Sugárirányú ütés** mérhető úgy, hogy a munkadarabot megfelelően beállított prizmákba helyezük és körbeforgatjuk, miközben sugárirányban mérőórával a vizsgált felület eltéréseit figyeljük a bázistengelyhez képest. Ha a mérés helye nincs előírva, az ütés a munkadarab felületén bárhol mérhető. Sugárirányú ütés mérésére alkalmazható a **9.11**. ábrán már bemutatott körfutásellenőrző pad.

Sugárirányú ütés vizsgálatok az **egytengelyűséget és alakhibát** egyszerre mérjük. Ha a felülethiba elhanyagolható, a sugárirányú ütés az egytengelyűség hibájának a kétszerese.

**Egytengelyűség hibája** valamely vizsgált felület tengelyének eltérése a bázisul kijelölt másik tengelytől, a vizsgált felület teljes hossza mentén, vagy megadott ponton mérve (**9.13**. ábra).



a.)

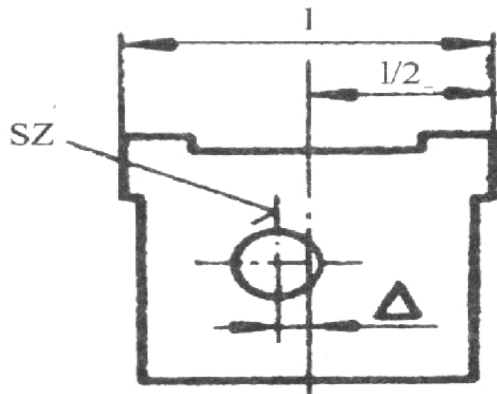


9.14 ábra

Az egytengelyűség hibáját közös tengelyhez viszonyítva is lehet vizsgálni, ha az előírások ezt megengedik. Ebben

az esetben az idomszer tengelye a két, vagy több forgásfelület közös tengelye.

[<eleje](#)



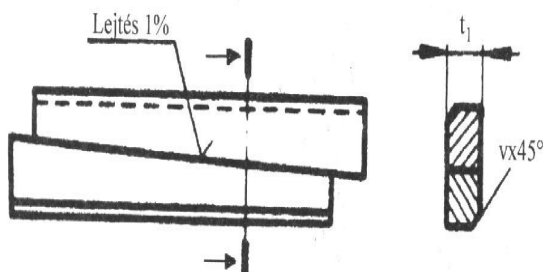
9.16.ábra

készülékbe fogott mérőóra alkalmas. Méréskor az egyik tengelyvéget a ráerősített mérőórával körbeforgatjuk, miközben a másik tengelyvégre tapintó mérőóra kitérését figyeljük (9.15. ábra). A két tengelyvég egytengelyűségének hibája a két szélső mérőóra-állás különbségének fele

A **szimmetriahiba** az ellenőrizendő elemek szimmetria-síkjainak szimmetria- tengelyeinek legnagyobb eltérése. (9.16.ábra),

A **merőlegesség** hibája legegyszerűbben az igényeknek megfelelő pontosságú derékszöggel mérhető. Síkfelületek derékszögűségi hibájának mérésekor a derékszög közvetlenül a felületre helyezhető. A hiba nagyságát fényrés módszerrel, hézagmérővel, mérőállvánnyal, vagy mérőhasábok segítségével mérhetjük.

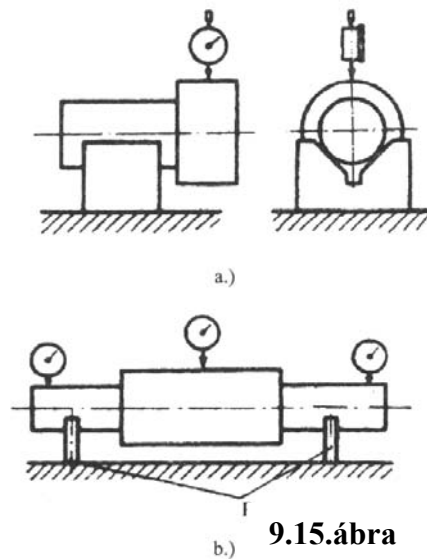
A **reteszek** és **ékek** tőrés nélküli méreteit tolómérővel, a túrt méreteit mikrométerrel vagy villás idomszerrel ellenőrizzük. A felületi érdességet etalonnal hasonlítjuk össze vagy műszerrel vizsgáljuk. A reteszhornyok és ékhornyok szélessége tolómérővel, mikrométerrel, lapos vagy négyzetes idomszerrel, ill. 1%-os lejtésű – a 9.17. ábrával egyező mérőékpárral ellenőrizhető. A tengelyhornyok mélységére jellemző méretet a hornyba helyezett, ismert méretű idomdarabon át mérve ellenőrizhetjük. A  $t_1$  hornymélységet közvetlenül is lehet ellenőrizni mélységmérővel a fészkes reteszhorny végén, vagy mérőprizmába fektetett tengelyen állványos mérőórával



9.17.ábra

Hengeres furatok **egytengelyűsége** mérőtűskével (mérőhengerrel) (9.14/a ábra), egymáshoz közel fekvő hengeres furatoké **összetett dugós idomszerrel** (9.14/b ábra) ellenőrizhető. A vizsgálat pontossága korlátozott, mivel a kiértékelést - a mérőtűske vagy idomszer illeszkedését - szubjektív megfigyeléssel végezzük.

Egymással szemben fekvő tengelyvégek egytengelyűségének ellenőrzésére



9.15.ábra

<eleje

**Funkcionális** szempontból a következőképpen csoportosíthatjuk a gépiparban használatos ellenőrző, -mérőműszereket:

Felületi érdesség-mérő készülékek

[Keménységmérő készülékek](#)

[Mikrométerek](#)

"ABSOLUTE" mikrométerek

"DIGIMATIC" mikrométerek

Beállító etalonok,

Belső mikrométerek

Beépíthető mikrométerek

Három ponton mérő belső mikrométerek

Tolómérők

"ABSOLUTE" tolómérők

["DIGIMATIC" tolómérők](#)

Magasságmérő készülékek

Mélységmérő készülékek

Mérőórák "ABSOLUTE" DIGIMATIC mérőórák

[Mérőórák vizsgáló készülékek](#)

Tapintókaros mérőórák Mérőórák furatmérők

Finomtapintós mérőórák, Idomszerek

Mérőasztalok

[Mérőállványok](#)

Mérőóra-állványok

Szögmérők

Derékszögek és szintezők

Mérőhasábok

Magasságmérő mikrométerek

[Rétegvastagság mérő készülékek](#)

Beépíthető tolómérők

"Mfx-Checker" induktív mérőkészülékek

Digitális hosszmérő készülékek

"Laser Scan Micrometer"

Mérőlupék

Központoszó mikroszkópok

Sztereo mikroszkópok

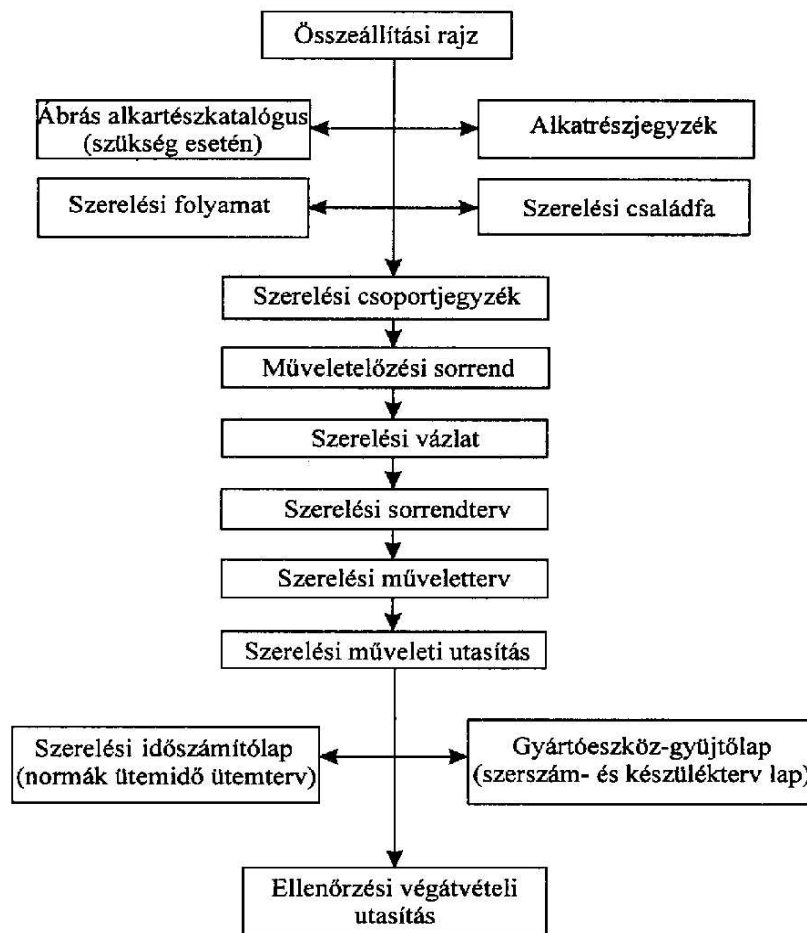
[Mérőmikroszkópok](#)

Mérőprojektorok

[<eleje](#)

## 10. A szerelés dokumentációja

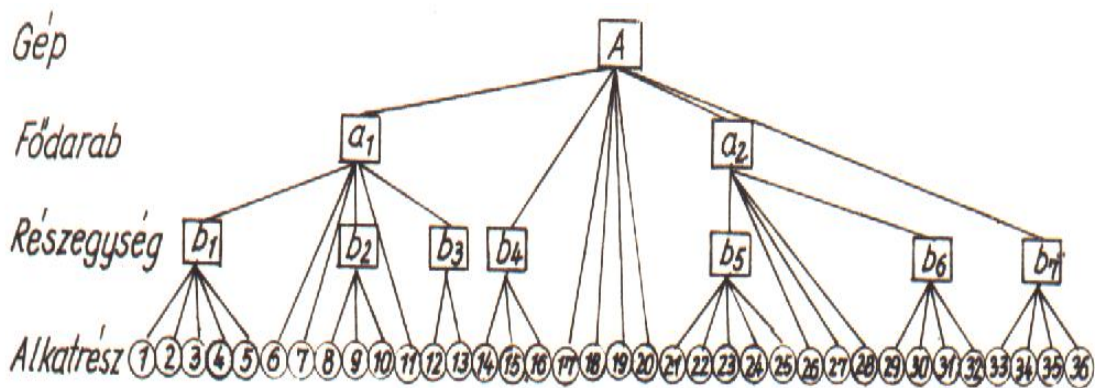
A szerelés dokumentációjára jelenleg általános érvényű előírások nincsenek. Minden vállalat a saját gyakorlatában kialakult módszereket alkalmazza. A gépfenntartásban általánosan használható szerelési dokumentációk gyakoribb variációit és ezek kapcsolódását egymáshoz a **10.1 ábra** tartalmazza. A számítógépes gyártmány és gyártástervezés bevezetésével egyre több cég foglalkozik szerelést segítő szoftverek kifejlesztésével, melyeket a gépfenntartási tevékenységek során is jól lehet használni. A szerelés alapkimentációja a gép összeállítási rajza a részletes darabjegyzékkel. Ennek alapján lehet megszerkeszteni az alkatrészjegyzéket, ami lényegében a darabjegyzék. Egyszerűbb szerkezetekről elégséges a szerelési családfa (**10.2. ábra**), szerelési folyamatábra vagy a szerelési vázlat (**10.3. ábra**) [10] készítése. A gépgyártó cégek által, az üzemfenntartási munkák segédleteként kiadott javítási-karbantartási kézikönyvek gyakran tartalmaznak fényképes szerelési vázlatokat. Bonyolultabb, nagypontosságú szerkezetek szereléséhez - különösen gyártás esetén szerelési sorrendet (**10.4. ábra**) és szerelési művelettervet (**10.5. ábra**) [10] és/vagy szerelési műveleti utasítást dolgoznak ki.



10.1.ábra

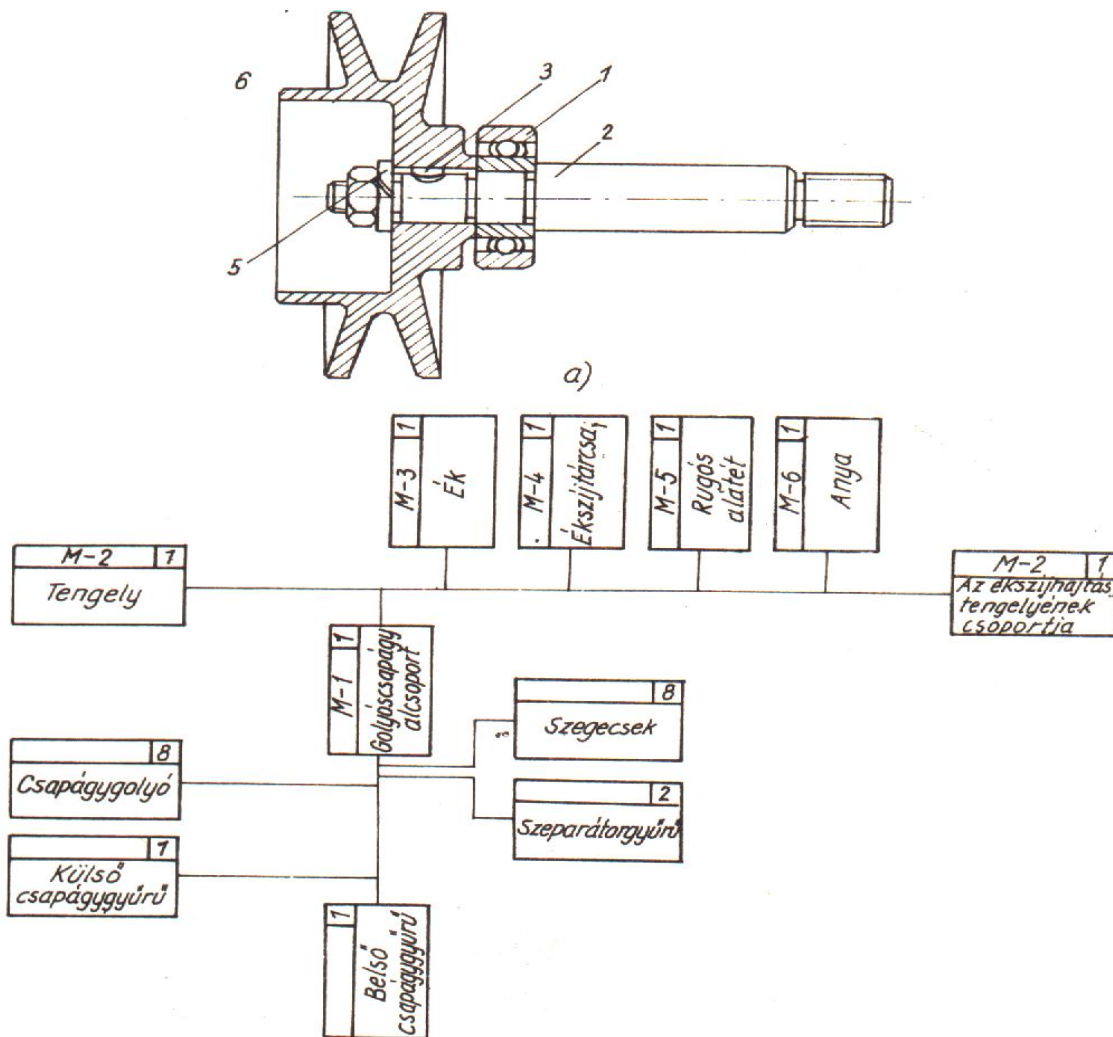
[<eleje](#)

A szerelési családfa készítése során a gyártmányt vagy a javítandó gépet fődarabokra, szerelési egységekre, részegységekre és alkatrészekre bontjuk. (10.2.ábra)[6]



10.2.ábra

A szerelési családfa alapján kell elkészíteni a részletes **szerelési vázlatot**, amely mint technológiai utasítás, egyértelműen meghatározza a szerelés egész munkafolyamatát (10.3. ábra).



10.3.ábra

[<eleje](#)

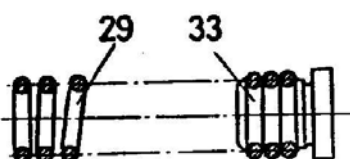
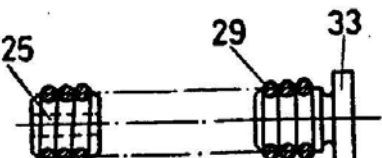
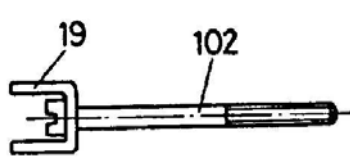
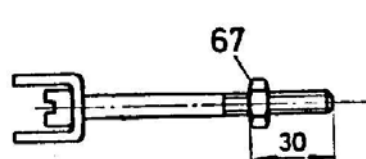


SZERELÉSI SORREND					
Gyártmány:		Rajzszáma:		Szerelési egység:	
RF 31		240 000		Villáskar	
				Rajzszáma: 241 102	
				Szerelési vázlat jele: Sz. v. 241 102	
A művelet		Felhasznált eszközök	Munka- kate- gória	Nor- mabér	Nor- maidő
száma	megnevezése				
4.	241 102 villáskar előszerelése (4.1–4.11 műveletelem)		6	4,54	20'
4.1	241 115 hornyos perselyt a 241 102 villáskarba helyez				1'
4.2	Perselyezett villáskart az előszerelt Sz. v. 241 101 hornyos tengelyre illeszt				1'
4.3	2 db 241 117 tuskót villáskarba il- leszt	Lapos simító reszelő 200/3 MSZ 3941 Sz-K-4.3. szerelő készülék			2'
4.4	Beállító készüléket a hornyos ten- gelyre szerel, villát nyomótárcsá- hoz beállít				2'
4.5	241 115 perselyt rögzít szerelő- csavarral, készüléket leszerel				2'
4.6	Hornyos persely rögzítésére 2 db furatot jelöl	Pontozó 6/90° MSZ 1412			1'
4.7	Persely rögzítésére 1 db Ø 7,8 furatot fúr 24 mélyen	Csigafűrő, Ø 7,8 MSZ 3985			2'
4.8	Előfűrt furatot dörzsöl Ø 8-ra MSZ 2218 Ø 8×24 illesztőszeg szerint, illesztőszeget beüt.	Dörzsár Ø 8 MSZ KGST 1278–78			6'
4.9	Szerelőcsavart kiszerelem és villáskar furatán keresztül Ø 6,3×5,5 fura- tot fúr	Csigafűrő Ø 6,3 MSZ 3985			2'
Tervezte		Ellenőrizte		Változások:	
Név:		Név:		Lapból áll: 2	
Dátum:		Dátum:		Lapszám: 1	

10.4.ábra

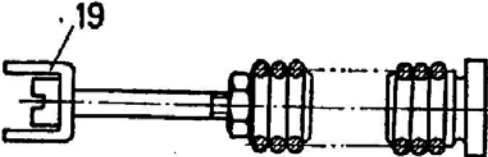
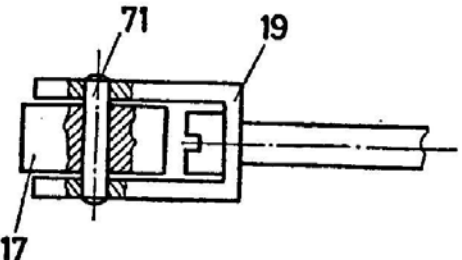
[<eleje](#)



Gyár: Gépgyár		SZERELÉSI MŰVELETERV			Lapszám: 028-1	
A gyártmány rajzszáma: 79-028		Megnevezés: Huzalfeszítő berendezés		Szerelési egység: Himbakar jobb		
A szerelési csoport száma: III.		A szerelőmunkahelyen végzett művelet: Himbakar jobb szerelése			Munkahely: szerelő III.	
Szerelési művelet						
Szám	Vázlata és megnevezése		Készülék, szerszám, segéd- anyag	Alkatrész, egység jele	Db	Megjegyzés
1.	Feszítőanyát rugóra felcsavar 		kézi	rugó (24) anya (33)	1 1	
2.	Rugótartót rugóra felcsavar 		kézi	rugótartó (25)	1	
3.	Rugótartó villát a hengeres fejű csavarra fűz 		kézi	rugótartó villa (19) heng. fejű csavar (102)	1 1	
4.	Hatlapfejű anyát felcsavar hengeres fejű csavarra, 30 mm hossz 		kézi	hlf csavar (67)	1	
Kidolgozta:		Dátum:	Ellenőrizte:	Dátum:	Jóváhagyta:	Dátum:

10.5/a.ábra

[<eleje](#)

Gyár: Gépgyár		SZERELÉSI MŰVELETERV			Lapszám: 028-2	
A gyártmány rajzszáma: 79-028		Megnevezés: Huzalfeszítő berendezés		Szerelési egység: Himbakar jobb		
A szerelési csoport száma: III.		A szerelőmunkahelyen végzett művelet: Himbakar jobb szerelése			Munkahely: szerelő III.	
Szerelési művelet						
Szá- ma	Vázlata és megnevezése	Készülék, szerszám, segéd- anyag	Alkatrész, egység jel	Db	Megjegy- zés	
5.	30 mm-es méretet ellenőriz	acél mérőszalag kézi		1		
6.	Hengeres fejű csavart rugótartóba csavar ütközésig 	kézi	hlf csavar (102) rugótartó (25)	1 1		
7.	Himbakarhoz illesztőszeggel kapcsol 	kalapács (0,5 kp) alátétlap	illesztőcsap (71) himbakar (17)	1		
8.	Ellenőriz Feszítő anyát négyszer-öttször jobbra-balra forgat két ujj között	kézi			a forgatás feszességét érezéssel ellenőrzi	
Kidolgozta:		Dátum:	Ellenőrizte:	Dátum:	Jóváhagyta:	Dátum:

10.5/b.ábra

[<eleje](#)

A vázlat tartalmazhat külön utasítást is az egyes fontosabb alkatrészek egymáshoz viszonyított helyzetének ellenőrzésére. Így pl. előírható a szíjtárcsa furatpontosságának ellenőrzése. A szerelési vázlatot oly módon készítjük el, hogy azon a csoportok, alcsoportok és alkatrészek olyan sorrendben szerepeljenek, amilyenben azok a szerelés technológiai folyamatában ténylegesen részt vesznek.

A szerelési vázlaton négyeszőgekkel jelöljük a gép egyes alkatrészét, alcsoportját, csoportját és ezekbe a négyeszőgekbe írjuk az alkatrész nevét, darabszámát és jelét, amely azonos a szerkezeti rajzon alkalmazott alkatrész jellel.

## 11. A szerelés szervezése

Tekintve, hogy a szerelés szervezési kérdéseivel a „Karbantartás és szervezése” című tárgy igen behatóan foglalkozik, ezúttal csak a legjellemzőbb javítási rendszerek összehasonlítására szorítkozunk

A javítási rendszerek alapvetően a javítómunkák szakosításának mértékében különböznek egymástól, továbbá függenek a javító munka nagyságától és a javítandó gép üzemen belüli áthaladásának módjától. Minél kisebb a javítómunkák terjedelme és minél több típusú gépet kell javítani, annál kisebb a lehetősége a szakosítás megvalósításának, viszont minél nagyobb az azonos típusú javítandó gépek száma, annál nagyobb mértékben lehet a javítást szakosítani. Ebből az következik, hogy azokban a javítóüzemekben lehet és kell magasabb szervezettségű javítási rendszert bevezetni, ahol nagyjavítás folyik, vagy ahol nagyobb számú, azonos típusú gépet kell javítani.

**Az egyedi javítás** hátrányai közül gazdasági szempontból a legkedvezőtlenebb, hogy hosszú a gép javítási ideje, mert a gépen a munkák zömét 3-4 dolgozó végzi, Ezért az üzem szerelési férőhelye nincs kihasználva. A szakosítás kismértékű, ezért a javítást végző valamennyi munkásnak általános gyakorlati jártassággal és jó szakképzettséggel kell rendelkeznie. A jelenlegi szakmunkáshiány mellett ilyen munkásállomány kialakítása nagy nehézségekbe ütközik. A brigád tagjainak egyéni felelőssége elmosódik. A brigád tagjai a javításhoz szükséges szerszámokat, készülékeket és szerszámgépeket közösen használják, így ezek állagának megőrzésében az egyéni felelősség nem érvényesülhet.

**A részegységekre szakosított** javítási rendszer már lényegesen előnyösebb az előbbinél, mert megrövidül a gép átfutási ideje azáltal, hogy a szerelésben a szakosított brigádok egyáltalán nem, vagy csak kismértékben végeznek felújítási műveleteket. Így a szerelési területen lényegesen gyorsabban cserélődnek a gépek. Ezzel a rendszerrel egy bizonyos tervidőszak alatt azonos területű szerelőcsarnokban nagyobb számú gép javítható. A jobb szakosítási lehetőségek miatt gyengébb szaktudású dolgozók is alkalmasabbá válnak bizonyos részmunkákra és sokkal termelékenyebben és jobb minőségben dolgoznak, mint az egyedi javításokon,

Ezzel a rendszerrel szemben azt az érvet szokták felhozni, hogy a jobb szervezettség miatt nagyobb létszámú műszaki személyzetre van szükség és tökéletesebb felszerelést igényel. Ezek végső fokon nem hátrányok, ha a jól dolgozó munkairányító szolgálat és a programozás bevezetése, a tökéletesebb szerszámozás termelékenyebb és jobb minőségű munkát eredményez.

**A szalagszerű folyamatos** javítási rendszerben a gép igen rövid ideig tartózkodik egy-egy munkahelyen, emiatt kicsi a szerelési férőhely-szükséglet. A nagymértékű szakosítás révén kisszámú, jólképzett szakmunkással, aránylag nagyszámú betanított munkással is jó eredmények érhetők el. A tökéletes felszerszámozás, valamint az egy-egy munkahelyre előírt kevés számú művelet és azoknak egységes technológia szerinti végrehajtása lényegesen fokozza a javítás minőségét és megkönnyíti az ellenőrzést. A rövid átfutási idő miatt a gép

nem esik ki hosszú időre a termelésből. Ezen előnyei ellenére a szalagszerű folyamatos javítási rendszer csak akkor alkalmazható, ha nagyobb számú, azonos típusú gépet kell felújítani. Üzemi karbantartó (rezsi) műhelyekben bevezetni célszerűden lenne, mivel a szükséges feltételek ezekben nem biztosíthatók.

A szalagszerű folyamatos javítási rendszerről elmondottak fokozottan vonatkoznak a **futószalagos** javítási rendszerre.

Az adott helyzetben bevezethető javítási rendszer jellegét a következő tényezők befolyásolják:

- a) a javítóműhely műszaki felkészültsége (szerszámgépek, készülékek, szerszámok),
- b) a javítóműhely területének alakja és nagysága,
- c) a műszaki vezető és szakmunkásállomány, ill. ezek szakmai képzettségi foka,
- d) az időszakonként javítandó gépek darabszáma és típusfélesége.
- e) a javítóműhely kapacitás kihasználtságának időbeli eloszlása

[<eleje](#)

## Irodalomjegyzék

- [1] Dr.Ember Mihály,Dr.Jánossy Gyula, Dr.Szíjjártó Oszkár  
Mezőgazdasági gépek javítása Mg.Kiadó bp. 1983
- [2] Dr.Ember Mihály  
Gépszerelő munkák a mezőgazdaságban Mg.Kiadó bó. 1977
- [3] Dr.Ember Mihály  
Gépek fenntartása és javítása Műszaki könyvkiadó 1974
- [4] Göndöcs Balázs,Horváth László,Dr.Zsuppán István  
A szerelés gépei Műszaki könyvkiadó 1980
- [5] Göndöcs Balázs  
Szereléstechológia (jegyzet) Bp. 2000
- [6] Dr.Janik József  
Gépüzemfenntartás Főiskolai kiadó 2000
- [7] Szántó Jenő  
Tribológia Tankönyvkiadó 1982
- [8]Dr.Vadász Emil  
TMK zsebkönyv Műszaki könyvkiadó 1985
- [9] Dr.Valasek István  
A tribológia alapjai Tribotechnika Kft.2002
- [10]Dr.Vrankó László  
Gépipari szerelési példatár





[<eleje](#)

**SCHMIDT® fogasléces és**

**SCHMIDT® könyökemelő prések**



A visszafutás-gátló megakadályozza, hogy a prés az alsó holtpont elérése előtt visszatérjen. Így garantálja az állandó préselési mélységet minden egyes ütemnél.

A vörös vésgomb segítségével a mechanizmus bármely pozícióban kioldható. (szabadalmaztatás folyamatban)

A könyökemelő prések négyszögletes dugattyúval szerelt változata két oldalról támasztott, állítható, teflon bevonatú vezetőlapokkal

van ellátva, melyeknek köszönhetően játégmentes elfordulás-biztos dugattyúmozgást kapunk.

Műszaki adatok	SCHMIDT® fogasléces kézi prések				
Típus	1	2	3	5	6
Erő	2,5 kN	2,5 kN	2,4 kN	1,6 kN	2,4 kN
Löklet	80	80	70	40	70
Munkamagasság	260	380	210	180	360
Kinyúlás	86	86	86	65	86
Furat a dugattyúban	10*	10*	10 <sup>H7</sup>	10 <sup>H7</sup>	10 <sup>H7</sup>
Furat az asztalban	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>
Opciók:	- visszafutás-gátló – „R” - Mech. Számláló – „Z”				

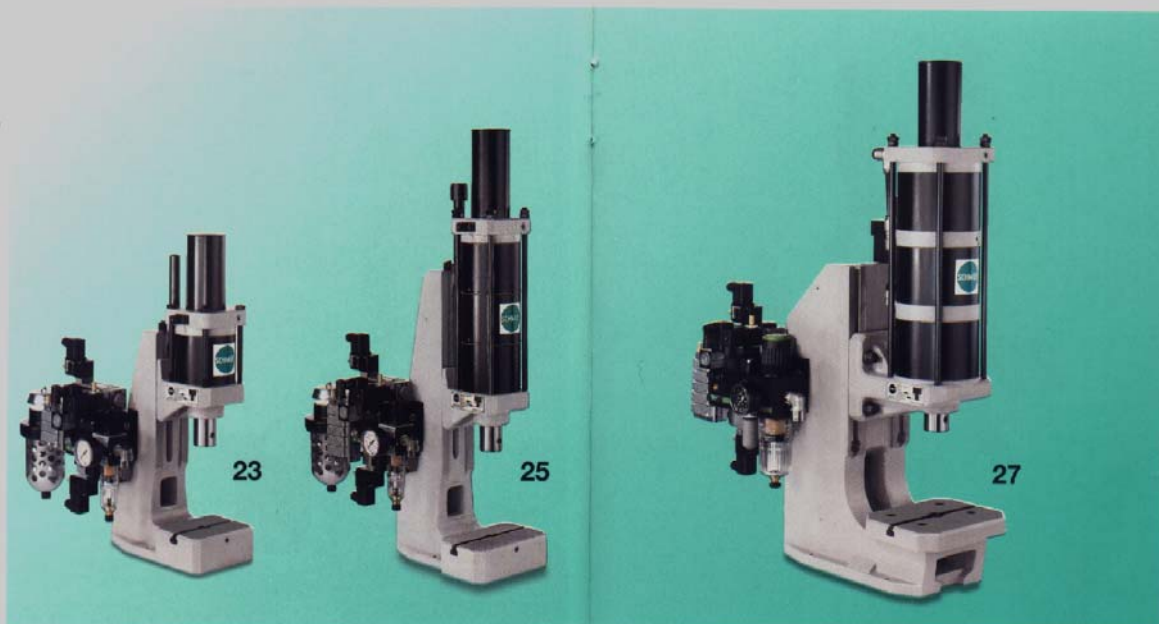
\*patron

Műszaki adatok	SCHMIDT® könyökemelő kézi prések					
11 (V)	13	14 (V)	15 (V)	16 (V)	17	19 V
12 kN	5 kN	12 kN	12 kN	12 kN	15 kN	22 kN
45	40	60	45	60	20	40
210	180	215	350	360	200	220
86	65	86	86	86	86	130
10 <sup>H7</sup>	10 <sup>H7</sup>	10 <sup>H7</sup>	10 <sup>H7</sup>	10 <sup>H7</sup>	10 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>
20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>	25 <sup>H7</sup>
Opciók:	- visszafutás-gátló „R” - finombeállító „F” - mechanikus számláló „Z”					

[<eleje](#)



**SCHMIDT® pneumatikus prések**  
**Lineáris erőhatás 32 kN-ig állandó**  
**eloszlással a löket teljes hosszán**



Állandó erőhatás hosszú úton, ez a jellemzője lineáris préseinknek.

**Karakterisztika**

- hosszú élettartam, köszönhetően a köszörült dugattyú precíziós síkló-csapágának
- köszörült asztallap, H7-es központi furattal

- számszámológép csavar az asztalban
- a munkamagasság gyors és pontos beállítása
- elfordulás-biztos dugattyú
- együtemű és automata üzemmód
- súlyos számszám esetén fent-tartó készülék / opció

**Műszaki adatok**

Típus	20	23	24	25
<b>Erő 6 bar esetén</b>	1,6 kN	4,2 kN	8,4 kN	12,5 kN
<b>Löket</b>	50 / 75 / 100	50 / 75 / 100	50 / 75 / 100	50 / 75 / 100
<b>Munkamagasság</b>	210 / 350	210 / 350	210 / 350	210 / 350
<b>Kinyúlás</b>	96	88	86	86
<b>Furat a dugattyúban</b>	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>
<b>Furat az asztalban</b>	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>

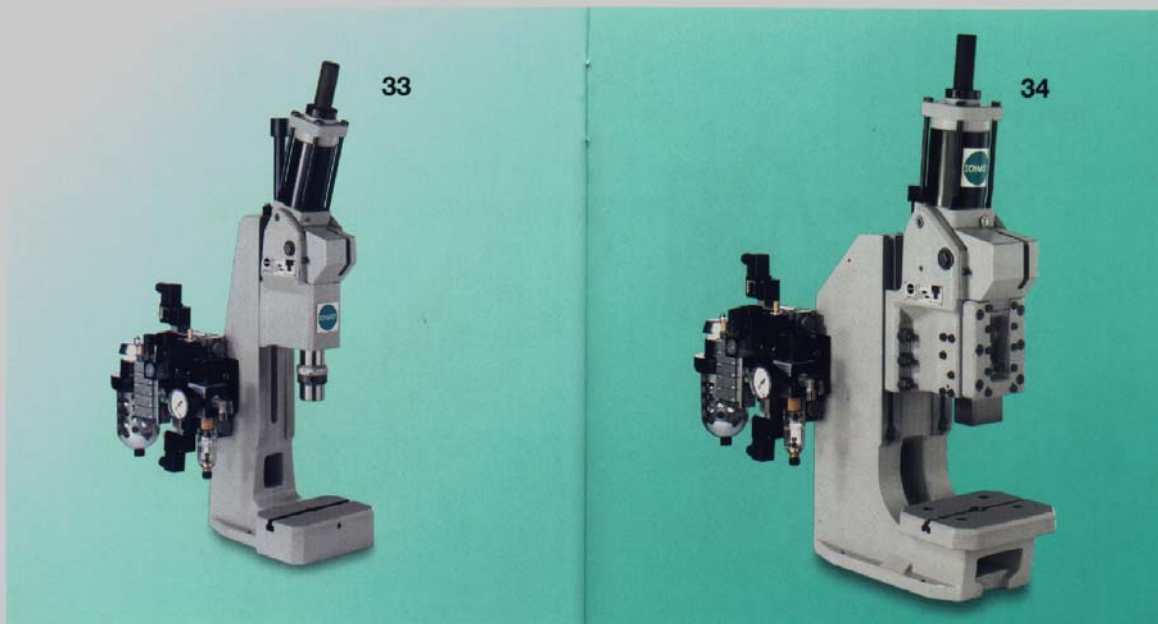
**SCHMIDT® lineáris pneumatikus prések**

Típus	27	29
<b>Erő 6 bar esetén</b>	20 kN	32 kN
<b>Löket</b>	50 / 75 / 100	50 / 75 / 100
<b>Munkamagasság</b>	270 / 350	290 / 370
<b>Kinyúlás</b>	130	140
<b>Furat a dugattyúban</b>	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>
<b>Furat az asztalban</b>	25 <sup>H7</sup>	40 <sup>H7</sup>

Részletes információkért forduljon képviselőnkhez!

[<eleje](#)

**SCHMIDT® pneumatikus könyökemelő  
prések, a lökethossz végén akár 60 kN  
erőhatással**



Könyökemelő préseink legfőbb ismérve a löket végén kifejtett nagy erő. Módosított változatuk a négyszögletes dugattyúval épített, amellyel egészen 60 kN-ig dolgozhatunk az elfordulás veszélye nélkül. Ez a dugattyú a teflon bevonattal ellátott súrlódó betéteknek köszönhetően játégmentesen beállítható.

Műszaki adatok	SCHMIDT® könyökemelő pneumatikus prések			
Típus	32	33	34	36
Erő 6 bar esetén	15 kN	15 kN	28 kN	60 kN
Lökethossz	12 / 40 / 60	12 / 40	12 / 40 / 60	12 / 40 / 60
Munkamagasság	210 / 350	290	250 / 330	270 / 310
Kinyúlás	86	86	130	160
Furat a dugattyúban	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>
Furat az asztalban	20 <sup>H7</sup>	20 <sup>H7</sup>	25 <sup>H7</sup>	40 <sup>H7</sup>

További információkért forduljon képviselőnkhez! Minden méret mm-ben.

Részletes információkért forduljon képviselőnkhez!

[<eleje](#)

## Model 52DV digitális viszkóziméter

A CSI 52DV a lehető legegyszerűbben használható ipari olajviszkóziméter – kevesebb mint egy perc alatt bármilyen olajfajta viszkozitása meghatározható, csupán papírtörlővel kell a műszert kitörölni, már jöhet a következő minta !

A CSI 52DV viszkóziméter digitálisan (PC-n) adja meg az olaj viszkozitását szabványos értékben (cSt-ben 40°C-on), de maga a mérés szobahőmérsékleten mehet végbe. (A szoftver automatikusan korrigálja az olaj aktuális hőmérsékletéből adódó eltérést.)

A gépzemeltető a viszkozitásérték alapján elhasználódott, hígított, vízzel szennyezett, téves vagy összekevert olajokat szűrhet ki – ezzel nagyobb gépkárosodásokat megelőzve. A mérések eredményei számítógépen trendelhetők.



### Készülékjellemzők

- gyors és egyszerű, pontos viszkozitásmérés
- automatikus hőmérsékletkompenzáció
- számítógépes kapcsolat (adatkiértékelés és –trendelés)

### További különleges képességek

#### PC-kapcsolat

A CSI 52DV digitális viszkóziméterrel nyert adatok az OilView szoftver segítségével PC-n tárolhatók, trendelhetők ill. az **RBWare** nagyteljesítményű Windows-alapú gépdiagnosztikai szoftverbe beintegrálhatók. Az RBWare lehetővé teszi az olajvizsgálat adatainak megjelenítését és kiértékelését rezgésdiagnosztikai és termográfiai adatokkal együtt, valamint a sokoldalú trend- és beszámolóképzést.

### Műszaki adatok

#### Analízisképességek

- vizsgálható olajfajták: minden ipari olajtípus (20 ... 680 cSt)
- analízis időtartam: 1 perc
- szükséges olajminta: kb. 12 ml

#### Kijelzés

folyamatos PC-kommunikáció vezérléshez és kijelzéshez

#### Be- /kimenetek

9-pólusú Sub-D-csatlakozó RS232-protokoll alapú PC-kommunikációhoz

#### Táplálás

12 V DC (a PC-ről táplálva)

#### Környezeti specifikáció

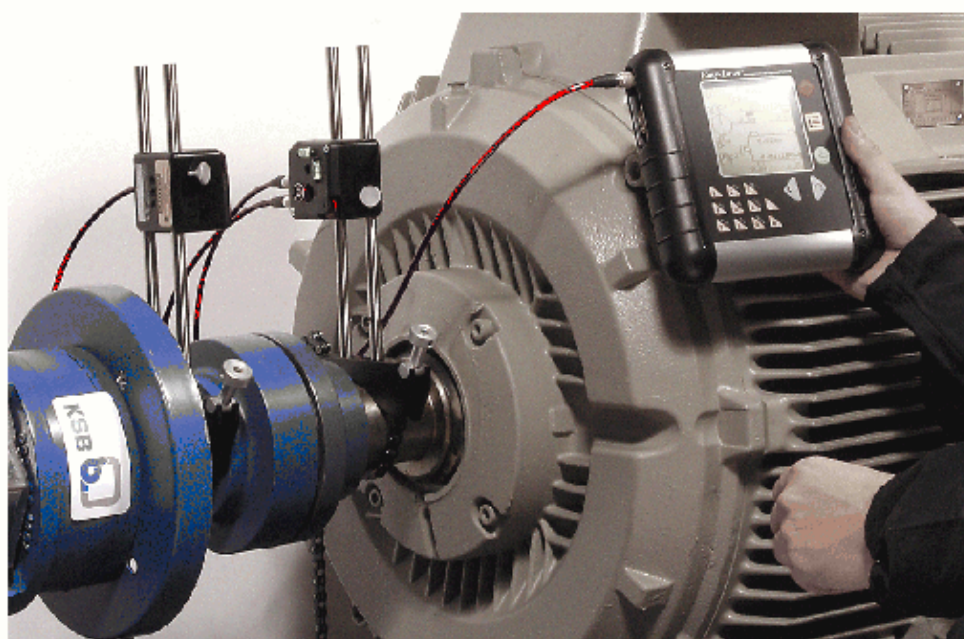
Hőmérséklet: 15...35 °C

#### Fizikai tulajdonságok

Külső méretek: 100 x 110 x 100 mm

Készüléksúly: 1,5 kg

## Nagyon egyszerűen kezelhető lézeres tengelybeállító



### Tulajdonságai

- nagyon egyszerűen kezelhető lézeres beállítóműszer
- vízszintes elhelyezésű tengelyek beállítására alkalmas
- "laza rögzítés" (puha láb) ellenőrzése és egyértelmű felismerése
- élő (OnLine) gépbeállító-mozgáskijelzés vízszintesen és függőlegesen
- hőtágulás figyelembevétele „hideg” állapotban történő gépbeállítás esetén
- mérőérték-átlagolás zajos környezetben (rezgő gépek mellett) történő méréshez
- a végleges (beállítás utáni) tengelyhelyzet minősítése toleranciaellenőrzéssel
- 1000 tengelybeállítási folyamat tárolására elegendő kapacitású készülékmemória
- adatküldés PC-re ill. nyomtatóra (hordozható elemes nyomtató is kapható !)



### Műszaki adatai

#### Rendszerjellemzők:

Mérőprogramok:	horizontális, puha láb
Mérőtávolság:	legfeljebb 10 m
Tengelyátmérő (standard):	20 mm ... 450 mm
Hőmérséklettartomány:	0 ... 50°C
Levegő páratartalma:	10 ... 95%
Pontosság:	+/-1% + 1 digit
Súly bőrönddel:	5 kg
Bőrönd méretei:	420 x 320 x 110 mm

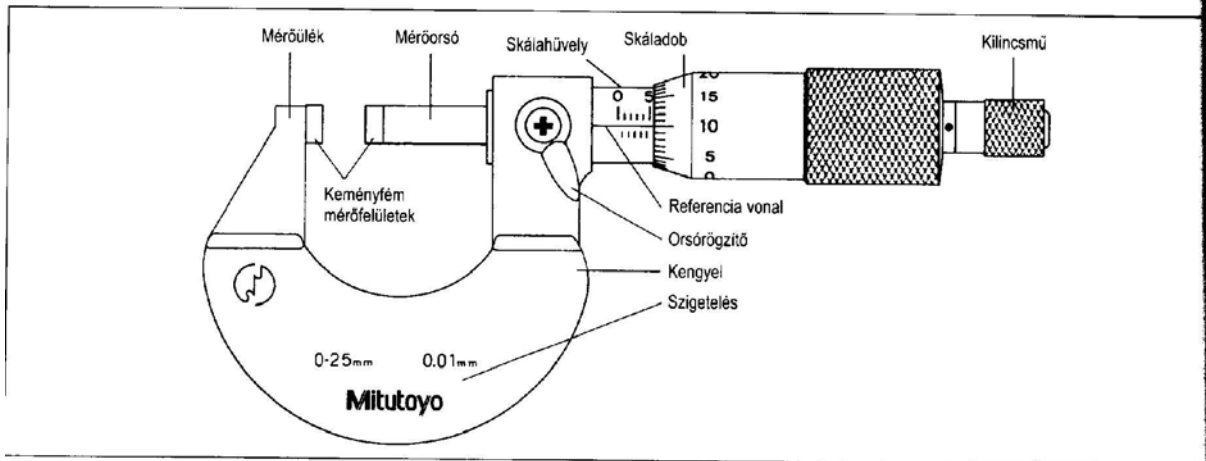
#### Mérőegységek:

Ház:	eloxált alumínium
Lézertípus:	látható, 635-670nm
Teljesítmény:	<1 mW, Class 2
Felbontás:	0.001 mm
Detektortípus:	PSD 10 x 10 mm
Beépített vízszintező:	felbontás 0,5°
Súlya:	198 g
Méretei:	60 x 60 x 50 mm

[<eleje](#)



## A mikrométerekkel kapcsolatos alapvető információk

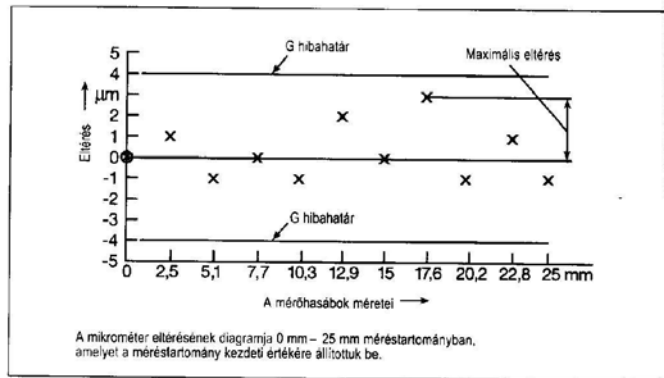


A mikrométerek pontossága a DIN 863 szabványnak megfelelően (1999)

### A G kijelzés hibahatára

A kijelzés hibahatárának – G – meg kell felelnie a kijelzés tetszőleges helyre történt beállításának (lásd a diagramot).

Vérés- artomány  mm)	Pontosság G  ( $\mu\text{m}$ )	A mérőfelületek párhuzamossági tűrőhatára 10 N mérőerő mellett ( $\mu\text{m}$ )
0 – 25	4	2
25 – 50	4	2
50 – 75	5	3
75 – 100	5	3
100 – 125	6	3
125 – 150	6	3
150 – 175	7	4
175 – 200	7	4
200 – 225	8	4
225 – 250	8	4
250 – 275	9	5
275 – 300	9	5
300 – 325	10	5
325 – 350	10	5
350 – 375	11	6
375 – 400	11	6
400 – 425	12	6
425 – 450	12	6
450 – 475	13	7
475 – 500	13	7



A mikrométer eltéréseinek diagramja 0 mm – 25 mm mérőartományban, amelyet a mérőartomány kezdési értékére állítottuk be.

### A G hibahatár ellenőrzése

A G hibahatárnak való megfelelés DIN ISO 3650 szerinti, első osztályú mérőhasábokkal ellenőrizhető.

A mérőhasáb-kombinációkat úgy kell megválasztani, hogy a mérőorsó névleges emelkedésének egész számú többszörösét kitevő, valamint a közbenső értékeket is ellenőrizni lehessen.

Például a következőkben felsorolt mérőhasáb-kombinációk jól alkalmazhatók: 2.5; 5.1; 7.7; 10.3; 12.9; 15.0; 17.6; 20.2; 22.8; 25 mm.

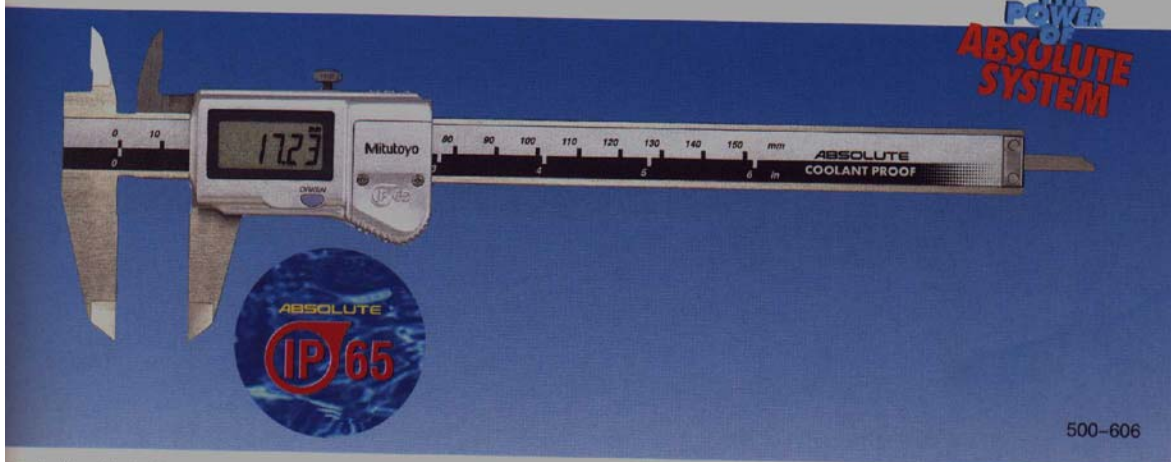
\ mérőfelületek síklapúságának tűrése: 0,6  $\mu\text{m}$   
 \ Mitutoyo kengyeles mikrométerek 2000 mm-es mérési  
 artományban készülnek.

<eleje

ABSOLUTE" DIGIMATIC hűtő-kenő folyadéknak ellenálló tolómérő

N 862

Arózat: 500



oszenés ellen védett elektronikus tolómérő, beépített abszolút skálával.  
nek, olajnak és szennyeződésnek nagy mértékben ellenáll.

edülálló nulla-helyzet beállítás, amely megmarad abszolút zérus pozíciónak  
ig, amíg az elemet ki nem cseréljük.

znösen nagy pontosság jellemzi, még a nagy sebességű elmozdulások  
tében is.

gy kijelző számjegyeket (7,5 mm) könnyű leolvasni.

íző-mentes, edzett és nagy pontossággal leppelt mérőfelületek, hegyes külső  
első mérőcsővel a kis méretű hornyok és furatok méréséhez.

ABSOLUTE" rendszer energiaellátását SR-44-es típusú gombelem biztosítja.

lómérő automatikusan bekapcsol, amikor a tolókát állítjuk.

em használjuk, akkor körülbelül 20 perc múlva kikapcsol.

ális funkció: ORIGIN

**szaki adatok**

osság: DIN 862

elem: IP-65 (DIN 40 050/IEC 60 529)

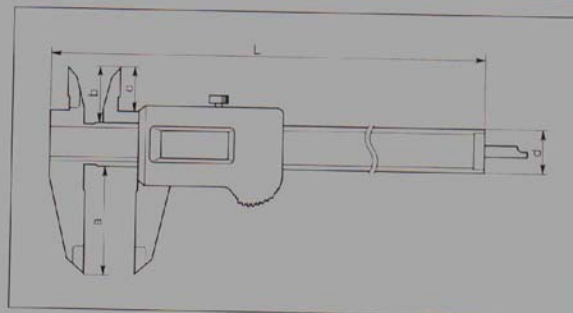
ontás: 0,01 mm

al és két elemmel szállítjuk.

**alkatrészek**

938882 SR-44 típusú elem

Mérőstartomány	Cikkszám	Súly (g)
0-150	500-606	155
0-200	500-607	194



Mérőstartomány (mm)	L (mm)	a (mm)	b (mm)	c (mm)	d (mm)
0-150	231	40	21	16,5	16
0-200	288	50	24,5	20	16

Idegen anyag elleni védelem			Szennyeződés behatolása elleni védelem		
6	Szennyeződés	Pomak nem szabad behatolnia	5	Vízszögár	Bármely irányból jövő vízpermet elleni védelem



[<eleje](#)

**Ellenőrző készülék – Sorozat: 170**

Külön tartozék: Nr. 951498 Vízszintes tartó

Mérőórákhoz, finomtapintós mérőórákhoz és a belső mérőkészülékekhez.

Méréstartomány (mm)	Cikkszám	Skálaosztás értéke (mm)	Sz
0-25	170-102 M	0.001	50

*Ezzel az univerzális mérőkészülékkel mindenféle mérőórát, finomtapintós mérőórát és belső méreteket mérő mérőkészüléket ellenőrizni lehet. A belső mérőkészülékek mind vízszintesen, mind függőlegesen felfoghatók.*

Keményfém betétes mérőfelületek.  
Olcsó és nagyon pontos készülék, amely nem hiányozhat egyetlen mérőszobából sem.  
A 953419-es belső mérőkészülék-tartóval szállítják.  
Hibahatár: 2 µm



A 170-102 M a 951498 M típusú készülékkel. (Az ábrán a külön tartozékkal látható.)

**Ellenőrző készülék**

Mérőórákhoz, finomtapintós mérőórákhoz és mérőtapintókhoz

**Sorozat: 521**

Méréstartomány (mm)	Cikkszám	Skálaosztás értéke (mm)	$i_p$ (µm)	Reprodukálhatóság (µm)	Sz
0-5	521-105	0,0002	0,8	0,2	75

*Ezt a készüléket speciálisan a 0,001 mm-es pontosságú mérőórák, valamint mechanikus és elektronikus Mµ-Checker összeállított mérőórákhoz fejlesztették ki*







A főbarát keménységmérő készülékek Rockwell és Rockwell Superficial keménység mérésére\* elérhető mechanizmus a pontos keménység-meghatározáshoz. A vizsgálati erő kiválasztása a kapcsoló elforgatásával történik; a keménység-értékeket a kijelzőn analóg és digitális kijelzőn megjeleníti. Szennyeződés ellen védett tervezés (AR-20 és ARK-600).

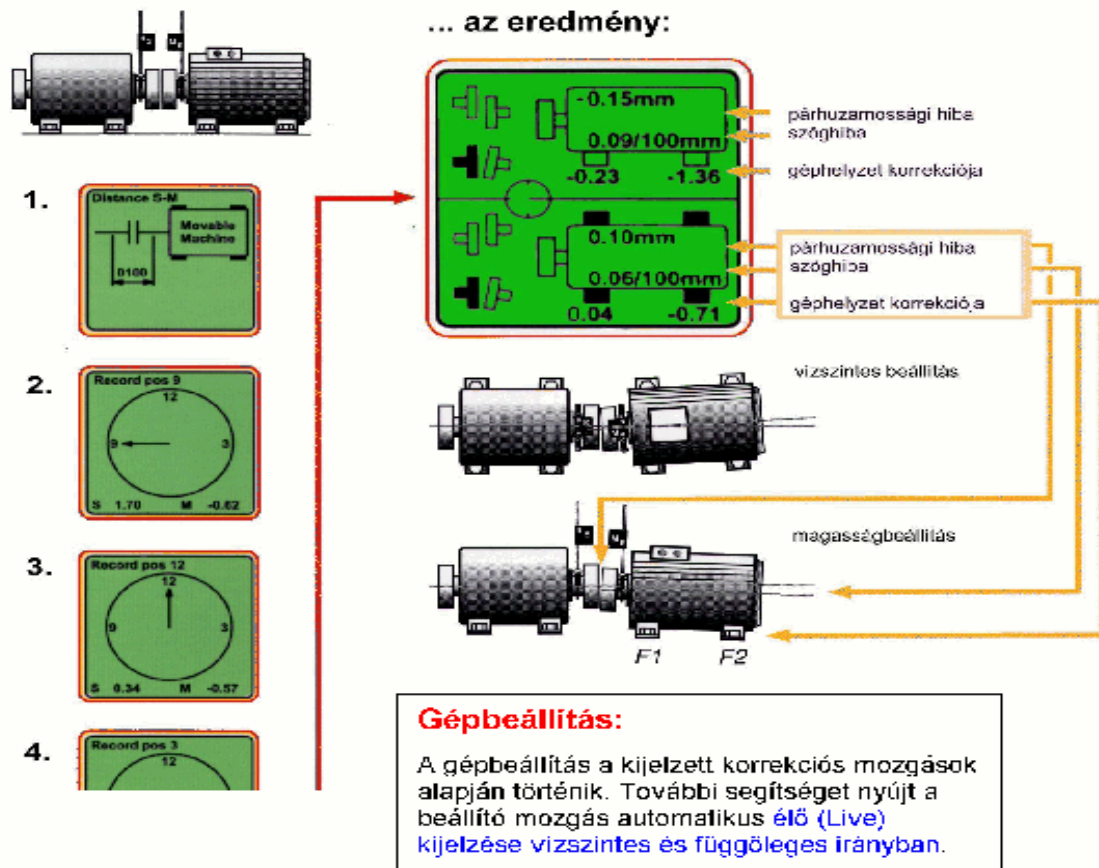
A műszaki adatok rendelkezésre állnak.

Név	810-218	810-201	810-200	810-257	810-251
	<b>ARK-600</b>	<b>AR-20</b>	<b>AR-10</b>	<b>ATK-600</b>	<b>ATK-F1000</b>
Vizsgálat típusa	Rockwell	Rockwell	Rockwell	Rockwell / Super-Rockwell	
Vizsgálati erő (N)	98,07	98,07	98,07	98,07 / 29,42	
Erő (N)	588,4 / 980,7 / 1471	588,4 / 980,7 / 1471		588,4 / 980,7 / 1471 / 147,1 / 294,2 / 441,3	
Ellenőrzés	Manuális				
Ellenőrzés	Automatikus (terhelés, időtartam, tehermentesítés)				
Időtartam	Automatikus (3 ... 5,5 s vagy manuális)			Automatikus	Automatikus (1 ... 30 s)
Kijelző	LED 4 számjegy	Analog óra		LED 4 számjegy	LED 4 számjegy
Skála	0,1 μm	0,5 μm		0,1 μm / 0,2 μm	
Magasság	140 mm	140 mm	140 mm	140 mm	235 mm
Mélység	122 mm	122 mm	115 mm	122 mm	145 mm
Kapcsolat	RS-232 C / DIGIMATIC	-	-	RS-232 C / DIGIMATIC / Centronics	
Állás	230 V, 50 Hz				
Állás (mm)	210 x 486 x 680	210 x 486 x 680	220 x 445 x 655	210 x 486 x 720	220 x 615 x 820
Állás (mm)	40	40	36	42	66

[<eleje](#)

## A tengelybeállítás folyamata:

... **nagyszerűen egyszerű**



## A kijelzőegység műszaki adatai:

Ház:	eloxált alumínium, ABS, vállpántos börtokkal
Kijelző:	grafikus, 73 x 73 mm,
Felbontás:	0,001 mm
Interfész:	RS232 nyomtatóhoz, PC-hez
Klavíratúra:	alfanumerikus, többfunkciós mértékegység, szűrés stb.
Beállítások:	1000 beállítási tolyamat
Memória:	4 db. 1.5 V R14 (C)
Elemek:	24 óra
Üzemidő:	180 x 180 x 45 mm. 1250 g
Méret és súly:	



## Egy komplett készlet tartalma:

- 1 db. kijelzőegység vállpántos börtokkal
- 2 db. lézeres mérőegység
- 2 db. csatlakozókábel (2 m hosszú)
- 2 db. láncos rögzítőblokk
- 2 x 4 db. szerelőrúd (60 ill. 240mm)
- 2 db. hosszabbitólánc
- 1 db. mérőszalag vízszintezővel
- 1 db. műanyag szállítóboríték
- 1 db. kezelési utasítás (magyar)
- 1 db. EasyLink PC-szoftver

## Opcionális tartozékok:

hordozható (elemes) hőnyomtató  
mágnestalp (800N) a mérőfejekhez  
különlegesen keskeny szerelőblokk  
axiális mágnesrögzítés  
tartó nem forgatható tengelyekhez  
oldalirányú szerelőelemek

PIM Profeszionális Ipari Méréstechnika Kft., H-1221 Budapest, Tanító u. 19/A.  
telefon: (1) 424-00-99 fax: (1) 424-00-97 e-mail: pim-kft@axelero.hu web: www.profinet.hu

<eleje



## Előrajzoló és tusírozó lapok Sorozat: 902

Bordás kivitelben, tömör, speciális öntvényből készültek.  
A pontosság a DIN 876/2 szabványnak megfelelő.

### Lapok

Nagyság	Méreték (hossz x szélesség x magasság mm)	3. Pontossági osztály Cikkszám	1. Pontossági osztály Cikkszám	Súly (kg)
1	300 x 300 x 85	902-101	902-301	15
2	400 x 400 x 90	902-102	902-302	35
3	500 x 400 x 100	902-103	902-303	40
4	600 x 500 x 120	902-104	902-304	65
5	800 x 500 x 140	902-105	902-305	95
6	1000 x 750 x 170	902-106	902-306	210
7	1200 x 800 x 180	902-107	902-307	230
8	1500 x 1000 x 200	902-108	902-308	490
9	2000 x 1000 x 220	902-109	902-309	780



902-104

## Felfogó derékszög befogónyílásokkal

Szög: 90°

### Sorozat: 906

Tömör, speciális öntvényből, öregítve és feszültség-mentesítve készül.  
A felfogó felületek egymáshoz képest derékszögűek, finomkőszőrültek, a külső élék marással megmunkáltak.

Cikkszám	906-301	906-302	906-303	906-304	906-305
Hossz (mm)	150	200	275	400	500
Szélesség (mm)	75	100	150	225	300
Magasság (mm)	100	150	200	300	400
Súly (kg)	5	10	20	52	95



906-301

## 90°-os mérő derékszög

### Sorozat: 972

A mérő derékszög fekete gránitból készült,  
a két oldalfelülete finoman kőszőrülve

Kemény és kopásálló.

A sík-pontossága megfelel a DIN 876/00 szabványnak.

A pontossága megfelel a DIN 875-ös szabványnak.

Cikkszám	972-106	972-107	972-108	972-109
Oldalhossz (mm)	300 x 200	400 x 250	500 x 300	600 x 400
Szélesség (mm)	50	50	60	70
Súly (kg)	6,5	10	17	30



972-106

## A „TM-500” típusú mérőmikroszkóp Sorozat: 176

<b>Cikkszám</b>	<b>176-811</b>	<b>176-812</b>
<b>Modell</b>	<b>TM-505</b>	<b>TM-510</b>
XY méréstartomány	50 x 50 mm	100 x 50 mm
Mérő-rendszer	Beépíthető mikrométerek	
Maximális munkadarab-magasság	115 mm	107 mm
Maximális munkadarab-súly		5 kg
Szög-leolvasás	360° (skálaosztás 6'-es nóniusszal)	
Szemlencse		15 x
Objektív		2 x
Nagyítás		30 x
Átmenő megvilágítás	24 V, 2 W, a fényerő beállítható	
Raeső fény megvilágítás	24 V, 2 W, a fényerő beállítható	
Méreték	210 x 333 x 391 mm	240 x 333 x 391 mm
Súly	13,5 kg	14,5 kg

### Tartalék alkatrészek

Nr. 011315 Halogén lámpa a 011079-1-es készülékhez

Nr. 011298 MC speciális tisztítószert a laboratóriumi és foto-optikákhoz, mikroszkópokhoz

Objektív	Szemlencse	15 x (176-116)	20 x (176-117)
2 x (176-138)	20 x (6,5 mm)	30 x (6,5 mm)	40 x (5 mm)
5 x (176-139)	50 x (2,6 mm)	75 x (2,6 mm)	100 x (2 mm)
10 x (176-137)	100 x (1,3 mm)	150 x (1,3 mm)	200 x (1,0 mm)

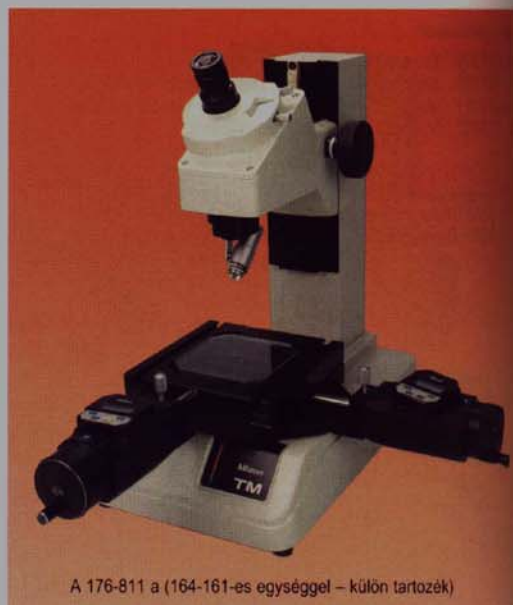
■ = Normál tartozék

A zárójelben megadott adatok a képező átmérőjét jelentik

### Külön tartozékok

Nr. 011079-1 Hidegfényforrás

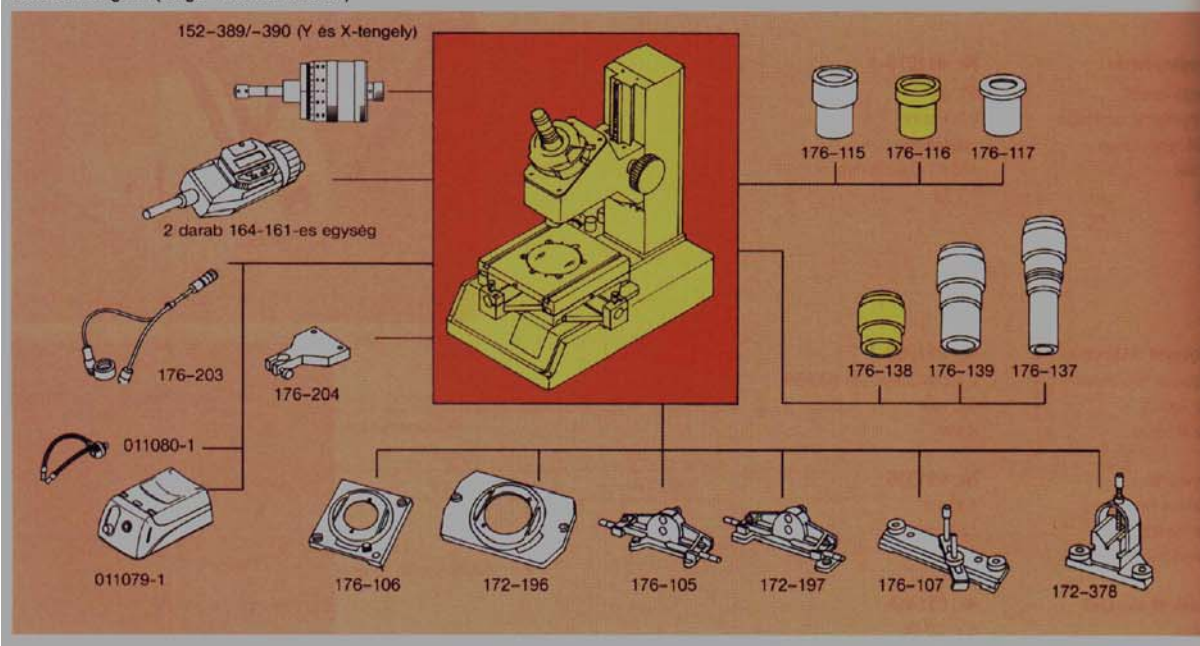
Nr. 011080-1 Hattyúnyak fényvezető  
2 karos, fókuszáló előtéttel



A 176-811 a (164-161-es egységgel – külön tartozék)

További beépíthető mikrométerek a C-38 oldaltól

### Rendszer-diagram (sárga = normál tartozék)



## „MINI-DERM” rétegvastagság-mérő készülék Sorozat: 179

Egyszerű, robusztus kivitel, mechanikus mérés

**Acéla vagy vasra felvitt nem mágnesezhető rétegek, mint például galvanikus bevonatok, horgany, vörösréz, króm, kadmium stb., vagy festékek zománcok, műanyag bevonatok stb. roncsolás-mentes vastagság-mérésére alkalmas.**

Cikkszám	179-503	179-504
Alkalmazás:	Galvanikus rétegek acélon és vason	Festékek és lakkok acélon és vason
Méréstartomány:	0 ... 100 µm	0 ... 1000 µm
Hibahatár:	1 µm (0 ... 20 µm) 5%* (20 ... 100 µm)	5 µm (0 ... 100 µm) 5%* (100 ... 1000 µm)
A minimális mérési felület:	∅ 20 mm	∅ 30 mm
Az alapanyag minimális vastagsága:	0,4 mm	0,4 mm
A vizsgálendő munkadarab minimális görbületi sugara:	5 mm konvex 40 mm konkáv	8 mm konvex 40 mm konkáv
Méret (súly)	220 x 120 x 50 mm (660 g)	

\* a mérési érték %-a

### Külön tartozékok

Nr. 179-551	Rétegvastagság etalon: 0 – 50 µm
Nr. 179-552	Rétegvastagság etalon: 0 – 500 µm
Nr. 011029	Bőr tok a készülék óvon történő biztonságos szállításához

### Tartalék alkatrészek

Nr. 527599	Rétegvastagság etalon: 25 µm
Nr. 527600	Rétegvastagság etalon: 50 µm
Nr. 527601	Rétegvastagság etalon: 100 µm
Nr. 527602	Rétegvastagság etalon: 250 µm
Nr. 527603	Rétegvastagság etalon: 500 µm
Nr. 527604	Rétegvastagság etalon: 1000 µm
Nr. 527605	Rétegvastagság etalon: 2000 µm



Nr. 011030 Egyszerű eszköz frissen felhordott, nedves festék-réteg vastagságának a meghatározására.



## „MINI-DERM-1000” rétegvastagság mérő készülék

Nr. 179-571 acélon való méréshez (elektromágneses eljárás)

Nr. 179-572 acélon és nemfémes anyagon való méréshez (elektromágneses és órvényáramú eljárás)

Normál tartozékok:

A központi egység, acélból vagy alumíniumból készített rétegmérő alaptest, kalibráló fóliák, bőr övtok, dobozban. Megvilágított LCD kijelző, tűrésérték meghatározás, határérték funkció hangjelzéssel. Statisztikai kiértékelés

Adat-memória: 90 egyedi mérési adat, illetve 45 adatblokk (átlag-érték, szórás).

Méréstartomány: 0-tól 2000 µm-ig

Mérési bizonytalanság: ± (2 µm + a mérési érték 3%-a)

Kiindulási érzékenység: 0,1 µm

A minimális mérési felület: ∅ 20 mm

Az alapanyag minimális vastagsága: F = 0,5 mm, N = 50 µm.

Minimális hajlítási sugár: konvex: 5 mm, konkáv: 35 mm a szélén, 60 mm a mért tárgy közepén.

Adat-kimenet: RS-232 C

Méret: 160 x 35 x 40 mm; súly: megközelítőleg 200 gr.

A mérőműszer a következőket tartalmazza:

179-571 Fólia-készlet, Nr. 011316

Tartalma: vas alaplemez, 200 µm-es, 800 µm-es fóliák

179-572 Fólia-készlet, Nr. 011317

Tartalma: vas és alumínium alaplemez, 200 µm-es, 800 µm-es fóliák.

Cikkszám	179-571	179-572
MINI-DERM 1000	F típus	FN típus
Elektromágneses eljárás az acélon való méréshez	×	×
Órvényáram eljárás a nem mágnesezhető fémeken való méréshez		×

