

**GÉPI FORGÁCSOLÓ**  
**MESTERVIZSGÁRA**  
**FELKÉSZÍTŐ JEGYZET**

**Budapest, 2013**

Szerzők:  
**Kovács Károly**  
**Zeller László**

Lektorálta:  
**Szabó György**

Kiadja:  
**Magyar Kereskedelmi és Iparkamara**

**A jegyzet kizárólag a TÁMOP-2.3.4.B-13/1-2013-0001 „Dolgozva tanulj” projekt keretében szervezett mesterképzésen résztvevő személyek részére, kizárólag a projekt keretében és annak befejezéséig sokszorosítható.**

A Magyar Kereskedelmi és Iparkamara köszönetét fejezi ki a Nemzetgazdasági Minisztériumnak a munkához nyújtott anyagi támogatásért.

## Tartalomjegyzék

<b>Bevezető</b> .....	5
<b>1. Baleset-, tűz- és környezetvédelmi feladatok</b> .....	6
1.1 Munkabiztonsági ismeretek.....	6
1.1.1. <i>Baleset- (munkavédelem) célja, alapfogalmak</i> .....	6
1.1.2. <i>Jogok és kötelezettségek</i> .....	7
1.1.3. <i>Balesetek bejelentése, nyilvántartása</i> .....	7
1.1.4. <i>Biztonságos munkavégzés, anyagmozgatás</i> .....	8
1.1.5. <i>Anyagtárolás</i> .....	9
1.2 Tűzvédelmi ismeretek.....	12
1.2.1. <i>Alapfogalmak</i> .....	12
1.2.2. <i>Szabályok, szabályzatok</i> .....	12
1.2.3. <i>Tűzoltás</i> .....	13
1.3. Környezetvédelmi ismeretek .....	14
1.4. Elsősegélynyújtási ismeretek.....	14
1.4.1. <i>Mi a teendő?</i> .....	14
1.4.2. <i>Elsősegélynyújtás</i> .....	15
<b>2. Általános anyagvizsgálatok és geometriai mérések</b> .....	16
2.1. Anyagok .....	16
2.1.1. <i>Fémes anyagok: vas, acél, könnyűfémek, színesfémek és ötvözetek</i> .....	16
2.1.2. <i>Nemfémes anyagok</i> .....	19
2.1.3. <i>Hőkezelések</i> .....	20
2.1.4. <i>Anyaghibák, törés, kopás, kifáradás, anyagkiválasztás</i> .....	22
2.2. Anyagvizsgálatok .....	23
2.3. Mérés .....	26
<b>3. Gépi forgácsoló feladatok</b> .....	30
3.1. Forgácsolások elméleti előkészítése .....	30
3.1.1. <i>Az MKGSI rendszer</i> .....	30
3.1.2. <i>A forgácsleválasztás feltételei</i> .....	32
3.1.3. <i>A forgácsoló technológiák mozgásviszonyai és szerszámai</i> .....	34
3.1.4. <i>A forgácsleválasztás folyamata</i> .....	35
3.1.5. <i>Forgácsfajták</i> .....	35
3.1.6. <i>A forgácsolási hő</i> .....	37
3.1.7. <i>Forgácsoló szerszámok kopása, éltartam</i> .....	37
3.1.8. <i>Forgácsolóerő, a forgácsolás teljesítményszükséglete</i> .....	39
3.1.9. <i>A forgácsolószerszámok és anyaguk</i> .....	40
3.2. Gyártási technológia elkészítése .....	42
3.2.1. <i>Gyártástechnológiai alapismeretek</i> .....	42
3.2.2. <i>Előgyártmányok</i> .....	44
3.2.3. <i>Művelettervezési dokumentációk</i> .....	45
3.2.4. <i>Technológiai paraméterek meghatározása, technológiai számítások</i> ...	50
3.3. Szerszámterv, CNC program készítése.....	55
3.3.1. <i>CNC program készítése</i> .....	55
3.4. Esztétikai feladatok .....	69

3.4.1. Esztergálás általános jellemzése .....	69
3.4.2. Az esztergakés részei, élgeometriája .....	70
3.4.3. Esztergakések osztályozása .....	71
3.4.4. Esztergagépek .....	74
3.4.5. Szerszámok befogása esztergagépen .....	75
3.4.6. Munkadarab befogási és megtámasztási lehetőségek esztergagépen ....	76
3.4.7. Technológiai adatok meghatározása esztergálási változatokra .....	76
3.4.8. Menetesztorgálás .....	79
3.4.9. Esztergálás biztonságtechnikája .....	82
3.5. Marási feladatok .....	82
3.5.1. A marás általános jellemzése .....	82
3.5.2. A marás szerszámjai .....	84
3.5.3. A marás gépei.....	86
3.5.4. Szerszám és munkadarab befogás marásnál .....	88
3.5.5. Marás technológiai paramétereit, biztonságtechnika .....	92
3.6. Kösörülési feladatok .....	93
3.6.1. Abrázív megmunkálások jellemzői, felosztásuk .....	93
3.6.2. Abrázív szerszámok (kösörűkorongok) szerkezete .....	93
3.6.3. Szemcseanyagok.....	94
3.6.4. Kötőanyagok .....	95
3.6.5. Korongok jelölése, kiválasztása .....	96
3.6.6. A kösörülés változatai.....	97
3.6.7. Hűtés szerepe kösörüléskor .....	100
3.6.8. Kösörülés biztonságtechnikája .....	100
3.7. Gyalulási és vésési feladatok .....	101
3.7.1. A gyalulás és a vésés általános jellemzése .....	101
3.7.2. Harántgyalulás.....	101
3.7.3. Hosszgyalulás.....	102
3.7.4. Vésés .....	102
3.7.5. Gyalulás és vésés szerszámjai .....	103
3.7.6. Gyalulás és vésés biztonságtechnikája .....	104
3.8. CNC gépek kezelése, programozása .....	104
3.9. Jellegetes CNC feladatok készítése.....	119
Képforrások megjelölése .....	141
Felhasznált és ajánlott irodalom .....	142

**Bevezető**  
**a forgácsolók mestervizsga jegyzetéhez**

Tisztelt Mesterjelölt! Mikor e jegyzetet Ön kézbe veszi, már gyakorlott forgácsoló szakember. Ezért ne úgy tekintsen rá, mint egy tankönyvre, hanem úgy, hogy segítségével felfrissítheti és kiegészítheti a korábban tanultakat. Mivel a MESTER mindig is többet tudott a segédnél, ezért érdemes lesz belelapoznia. Biztosan talál majd olyan részeket, amit már ismer, de tudjuk, hogy lesz olyan fejezet is, amit meg kell tanulnia, mert korábban sem elméletben, sem gyakorlatban nem használta azokat az ismereteket. Ebben az esetben ez a jegyzet kevés is lehet, mert a terjedelmi korlátok határt szabtak a leírtaknak. De nem is ez volt a cél, hanem a teljesség igénye nélkül rávilágítani egyes területekre. Reméljük sikerül felkeltenuk az érdeklődését, hogy szélesebb körű betekintése legyen a szakma világába. Ezek után nem maradt más hátra, mint hogy sok sikert kívánjunk az eredményes mestervizsga letételéhez.

A szerzők

## 1. Baleset-, tűz- és környezetvédelmi feladatok

Az emberek, aktív életüknek jelentős részét munkahelyen töltik el. Munkavégzés közben feladatokat végeznek el, melyeket nem csak szakmailag jól, hanem biztonságosan is kell elvégezni. Ezért fontos, hogy időszakonként felfrissítsük a szakmánkhoz kapcsolódó baleset-, tűz- és környezetvédelmi ismereteket.

### 1.1 Munkabiztonsági ismeretek

#### 1.1.1. Baleset- (munkavédelem) célja, alapfogalmai

A munkavédelem célja a munkát végzők egészségének és a munkavégző képességének megóvása. A munkakörülmények emberileg elfogadhatóvá tétele.

Alapfogalmak: - **munkavállaló** a szervezett munkavégzés keretében munkát végző személy.

- **munkáltató** a munkavállalót szervezett munkavégzés keretében foglalkoztató egyéni vállalkozó, intézmény vagy cég.

- **munkafolyamat** az a munkavégzés, melyet előre megtervezett rendszer szerint végzünk, az adott cél elérése érdekében.

- **munkahely** minden olyan tér, ahol munkavégzés céljából, vagy azzal kapcsolatos tevékenység végzése érdekében a munkavállalók tartózkodnak.

- **munkaeszköz** minden gép, szerszám, berendezés és segédeszköz, amit a munkavégzés során alkalmaznak.

- **munkavédelmi üzembe helyezés** az a munkavédelmi eljárás, melynek során a szakember meggyőződik arról, hogy a gép, eszköz, technológia vagy a munkahely a munkavédelmi követelményeknek megfelel és engedélyezi a munkavégzést.

- **baleset:** Mvt. 87. § 1/A. az emberi szervezetet ért olyan egyszeri külső hatás, amely a sérült akarától függetlenül, hirtelen vagy aránylag rövid idő alatt következik be és sérülést, mérgezést vagy más (testi, lelki) egészségkárosodást, illetőleg halált okoz.

- **munkabaleset** az a baleset, amelyet a szervezett keretek között dolgozó munkavállaló munkavégzés során vagy azzal összefüggésben a sérült közrehatásának mértékétől függetlenül ér.

- **Súlyos munkabaleset fogalma**

a) a sérült halálát (halálos munkabaleset az a baleset is, amelynek bekövetkezésétől számított egy éven belül a sérült orvosi szakvélemény szerint a balesettel összefüggésben életét vesztette), magzata vagy újszülöttje halálát, önálló életvezetését gátló maradandó károsodását okozta.

b) valamely érzékszerv (vagy érzékelő képesség) és a reprodukciós képesség elvesztését, illetve jelentős mértékű károsodását okozta;

c) orvosi vélemény szerint életveszélyes sérülést, egészségkárosodást;

- d) súlyos csonkulást, hüvelykujj vagy kéz, láb két vagy több ujjja nagyobb részének elvesztését (továbbá ennél súlyosabb esetek);
- e) beszélőképesség elvesztését vagy feltűnő eltorzulást, bénulást, illetőleg elmezavart okozott.
- **foglalkozás egészségügy** a munkavégzésből eredő egészségkárosodások megelőzése, gyógyítása.
- **munkakörnyezet védelem** olyan munkakörnyezet kialakítása, ahol a munkavállalók jó közérzete biztosítható

### *1.1.2. Jogok és kötelezettségek*

a) Munkáltató joga és kötelezettsége

- **Joga:** a munkavállalótól megkövetelni, hogy az általa előírt helyen és időben munkára alkalmas állapotban jelenjen meg. Joga van munkavégzés közben a szabálytalanul munkát végző munkavállalót a munkavégzéstől eltiltani, kizárni.
- **Kötelessége:** a biztonságos munkafeltételek kialakítása. A munkakörülményeket ellenőrizni, a szabályokat betartani, betartatni. A munkavállaló részére a szükséges munkavédelmi oktatást, megfelelő munka és védőeszközt biztosítani. A munkavédelemmel kapcsolatos bejelentést azonnal kivizsgálni és intézkedni. Veszély esetén a munkavégzést leállítani.

b) Munkavállaló joga és kötelezettsége

- **Joga:** megkövetelni a biztonságos munkavégzéshez szükséges feltételek meglétét. A biztonságos munkavégzéshez szükséges elméleti és gyakorlati betanulás lehetőségét. A munkavégzés közben használható védő felszerelések, eszközök, ruhák meglétét és használhatóságát.
- **Kötelessége:** a munkáltató általa előírt helyen és időben munkára alkalmas állapotban megjelenni. Az egyéni védőeszközöket rendeltetésszerűen használni és tisztán tartani. Munkaterületen rendet és tisztaságot tartani. A kötelező orvosi vizsgálatokon részt venni. A munkavédelmi ismereteket elsajátítani. A balesetveszélyt tőle elvárható módon megszüntetni és jelenteni. Balesetét, sérülését rosszulletét jelenteni a munkavezetőnek.

### *1.1.3. Balesetek bejelentése, nyilvántartása*

Minden munkabalesetet és megbetegedést munkabaleseti jegyzőkönyvben kell rögzíteni. Nyilvántartásnak tartalmaznia kell a sérült nevét, munkakörét, sérülés időpontját, helyszínét, a baleset jellegét (sérülés leírása) ellátás módját és, hogy a munkavállaló tudta-e folytatni a munkáját.

Munkaképtelenséget okozó munkabalesetet azonnal ki kell vizsgálni és jegyzőkönyvet kell készíteni. Több sérült esetén külön-külön jegyzőkönyvet kell készíteni.

Súlyos munkabalesetet a területileg illetékes munkaügyi felügyelőségen is be kell jelenteni.

Súlyos munkabalesetet és az olyan munkabalesetet ahol egyszerre kettő vagy több személy sérült meg, munkabiztonsági szaktevékenységnek minősül, csak munkavédelmi szakember vizsgálhatja ki.

#### 1.1.4. Biztonságos munkavégzés, anyagmozgatás

1.) Biztonságos munkavégzés csak **ellenőrzött eszközökkel, szerszámokkal**, gépekkel és a munkavégzés céljára kialakított munkahelyen végezhető. Míg az egyszerű kéziszerszámokat (reszelő, villáskulcs, kalapács stb.) szemrevételezéssel is ellenőrizhetjük addig az elektromosokat (pisztolyfűrő, csiszológép stb.) csak villamos szakember végezheti és a megfelelő nyilvántartásban az ellenőrzés tényét igazolja. Egyéb villamos berendezéseket, gépeket az érintésvédelmi méréskor kell ellenőrizni és arról a mérést végző szakembernek jegyzőkönyvet kell készíteni.

- Biztonságos munkavégzés fontos eleme a **megfelelő munkahely**. A forgácsoló műhely legyen jól takarítható, megfelelően fűthető, szellőztethető és kellően világos. Gondoskodni kell a keletkező forgács, olajos rongy és egyéb hulladék szakszerű tárolásáról úgy, hogy veszélyt ne jelentsenek és a környezetet se károsítsák.

- Fontos a munkahely **jó szellőztetése**, mely lehet természetes (huzat, ablaknyitás) és mesterséges (elszívó ventilátor). Az emberi szervezetnek közepesen nehéz fizikai munka során 30 – 40 m<sup>3</sup> / óra friss levegőre van szüksége.

- Következő fontos tényező a munkahely **hőmérséklete**. Közepesen nehéz fizikai munka esetén a hőmérséklet télen 15 – 20 °C legyen, míg nyáron 20 – 29 °C legyen. Figyelembe kell venni a fűtés módját is. Nem mindegy, hogy légfűtés, gázsugárzó vagy egy szenes kályha fűti a munkahelyet, mert más lesz a hőelosztás mindegyik esetben.

- Harmadik fontos tényező a **világítás**. Kifogástalan munkavégzéshez optimális fényviszonyokra van szükség. Ezt a forgácsoló műhelyekben természetes és (mesterséges) általános és helyi világítással lehet megoldani. E feladat biztonságos megoldásához szakember segítségére van szükség. A gépeken van rendszeresített helyi világítás, de az általánosra több lehetőség is van.

- Forgácsoló **gépek elrendezése** úgy történjen a munkahelyen, hogy legyen elég hely a napi alapanyag és a félkész termék elhelyezésére valamint a véletlenszerű forgács kirepülés se lehessen. Ez a probléma hagyományos forgácsoló gépek esetében áll fenn. A CNC gépek már általában zárt kivitelben készülnek és nincs ilyen baleset veszély.

2.) Anyagmozgatás: történhet kézzel, szállítóeszközzel, géppel,

- A **kézi anyagmozgatás** a nagyobb súlyok esetében veszélyes tevékenység. Figyelni kell a mozgatás lehetőségére. A vonatkozó szabályok alapján a 16 – 18 éves fiú és 18 év feletti nő 20 kg mozgathat egyedül, de ketten is csak 40 kg-t. 18 év feletti férfiak 50 kg terhet mozgathatnak sík felületen. Csoportos kézi anyagmozgatásnál külön irányító személy kell. A leggyakoribb kézi anyagmozgatásból eredő balesetek a helytelen testtartásból és a nem megfelelő megfogásból erednek.

- **Kézi szállító eszközök** a műhelyek leggyakoribb anyagmozgató eszközei. Lehetnek egykerekű targoncák (talicska), kétkerekű targonca (molnár kocsi), kézikocsik (három vagy négy keréssel) és a raklapemelők. Kézi szállítóeszközök használatakor fontos az anyag stabil, biztonságos elhelyezése. A kézi szállítóeszközök használata is korhoz és nemhez kötött. Előírás szerint 16 – 18 éves fiúk és a 18 év feletti nők talicskával 50 kg, molnár kocsival 100 kg, kézikocsival és



raklapemelővel 150 kg mozgathatnak sík területen. A 18 év feletti férfiak ugyanezeket az eszközöket 100 – 200 és 500 kg teherrel mozgathatják.

- **Gépi anyagmozgatás** eszközei a targoncák és az emelőgépek.

A targoncák közül mindig a legmegfelelőbb üzemmódú gépet kell használni. Zárt helységben lehetőleg pl. elektromos üzeműt és/vagy gázüzeműt). Targoncát csak az arra jogosítvánnyal rendelkező munkavállaló vezethet.

Emelőgéppel (daruval) a nagyobb gépeket, anyagokat mozgatjuk. Ezek lehetnek helyhez kötöttek, sínen futók vagy autó daruk. Mindegyik kezeléséhez érvényes darukezelői igazolványra van szükség. A segítő kötöző munkatársaknak is darukötözői vizsgával kell rendelkeznie.

#### *1.1.5. Anyagtárolás*

Az anyagokat mindig halmazállapotuknak megfelelő módon kell tárolni. A darabárukat, alkatrészeket polcon, szálanyagokat az erre a célra gyártott vízszintes vagy függőleges tárolókban kell elhelyezni ömlesztett anyagot ládákban vagy zárt rekeszben lehet elhelyezni. Mindig figyelembe kell venni az anyagtárolás szabályait. A tárolt anyagoknak mennyiség és minőség szerint logisztikailag folyamatosan ellenőrizhetőeknek kell lenni!



1.1.1. ábra: Biztonsági jelzőtáblák és jelentésük I.

A munkahelyeken, intézményekben alkalmazott biztonsági és egészségvédelmi jelzések meghatározott mértani alakzatok, előírt szín és kép formákkal. Előírás szerint kell kihelyezni őket. A munkáltatónak ki kell oktatni a munkavállalót a táblák helyes felismerésére és a követendő magatartásra

Négyféle színt használunk:

piros – tiltás, veszély, tűzvédelmi eszköz. (kör alakú piros szegéllyel)

sárga – figyelmeztetés (háromszög alakú, fekete szegéllyel)

kék - rendelkezés (kör alakú, nincs szegély)

zöld - utasítás (négyszög alakú)



1.1.2.ábra: Biztonsági jelzőtáblák és jelentésük II.

## 1.2 Tűzvédelmi ismeretek

### 1.2.1. Alapfogalmak

- Tűzvédelem célja a tüzesetek megelőzése illetve tűz keletkezésekor annak oltása.
- Tűzoltás célja a közvetlen veszélyelhárítás és személyek, anyagok, gépek mentése.
- Égéshez három tényező szükséges: éghető anyag, oxigén, megfelelő hőmérséklet.
- Gyulladás: az a hőmérséklet, melyen az éghető anyagok nem csak ellobbannak, hanem gyulladás után tovább is égnek.
- Öngyulladás hőtermelő kémiai folyamat, mely spontán indul. (szén, széna, fűrészpor, olajos alumínium forgács, alumínium por stb.)
- Tűz jelzése: 105, ill. 112 telefonszámon  
Bejelentéskor közölni kell: mi ég, emberélet van-e veszélyben, hol van a tüzeset (cím), ki és honnan jelentette a tüzesetet.

### 1.2.2. Szabályok, szabályzatok

- Minden gazdálkodó szervezet, ha 5 főnél több munkavállalót foglalkoztat, akkor TŰZVÉDELMI SZABÁLYZATOT kell készítenie.
- Tűzvédelmi oktatás keretében ismertetni kell a munkavállalókkal a munkahelyre vonatkozó rendeleteket, szabályzatokat.
- Tűzveszélyességi osztályok jele: A, B, C, D, E. Minden munkaterületet be kell sorolni valamelyik osztályba a munkavégzés jellemzői szerint.



1.2.1. ábra: Osztály jelölő tábla

- A: fokozottan tűz és robbanás veszély (heves égés, robbanásra induló égés)
- B: tűz- és robbanásveszély (por, mely levegővel robbanásveszélyes elegyet képez)
- C: tűzveszélyes (szilárd anyag, gyulladási hőmérséklete 300°C-nál kisebb)
- D: mérsékelt tűzveszélyes (szilárd anyag, gyulladási hőmérséklete 300°C-nál magasabb)
- E: nem tűzveszélyes (nem éghető anyag)
- Tűzveszélyes tevékenység, amely a környezetében lévő anyag gyulladási hőmérsékleténél nagyobb lánggal, izzással, szikrázással jár. (pl. hegesztés, lángvágás, forrasztás, köszörülés, anyag égetése, szabálytalan dohányzás stb.)

Szilárd és folyékony halmazállapotú anyagokkal történő fűtés. Fontos a fűtő berendezésre vonatkozó üzemeltetési szabályok betartása.



1.2.2. ábra: Porral oltó készülék

### 1.2.3. Tűzoltás

Tűzoltáskor fontos, hogy az égés három feltételéből legalább egyet megszüntessünk. Lehet az éghető anyagot eltávolítani (olajos kannát kivinni a helyséből, gázcsapot elzárni stb.), lehet az oxigént elvonni (kisebb tárgyat takaró anyaggal letakarni, nagyobbakat vízzel-habbal oltani) lehet az éghető anyag hőmérsékletét csökkenteni (vegyi anyagoknál a kémiai reakciók figyelembe vételével)

Leggyakrabban használ oltóanyagok: víz, oltóhab, oltógáz, oltó por. Mindig az égő anyag fizikai-kémiai tulajdonságainak figyelembe vételével kell használni.

Tűzoltó készülék, olyan eszköz melyből a benne lévő anyagot a tűz fészkeire lehet „rálőni”. Ezek a készülékek csak a tűz azonnali oltására használhatók. Lehetnek kézi hordozható kivitelben és beépített (víztömlő). A kézi tűzoltó készülék színe piros, súlya maximum 20 kg lehet. A bennük lévő oltóanyag lehet víz, hab, por, széndioxid és halogén gáz, melyet a tartályba lévő nyomás hatására tudunk a tűz fészkeire „rálőni”. Tűzoltó készüléket szakembernek rendszeresen felül kell vizsgálni (1-2 év) és a hibát kijavítani, és a biztonságos követelményeknek való megfelelést bizonylatolni kell.

Tűzoltó készüléket a tűzvesélyességi osztálynak megfelelő mennyiségben, de minimum 1 db készüléket kell elhelyezni jól látható, könnyen hozzáférhető, táblával megjelölt helyen.



1.2.3. ábra: Jelölő tábla



1.2.4. ábra: Széndioxiddal oltó készülék

### 1.3. Környezetvédelmi ismeretek

A XX. századi társadalmak újkori problémája a környezet védelme. Az ipari fejlődéssel arányosan nőtt a környezet szennyezése, pusztítása. Ezt a folyamatot kell megállítani és visszafordítani a környezetvédelemmel.

Mit tehetünk a saját szakterületünkön a cél érdekében? Környezet tudatosan cselekszünk. A forgácsot, mely veszélyes hulladék a rajta lévő emulzió miatt zárt konténerben tároljuk és szállítjuk el. Lehetőség szerint gyorsan bomló minőségi kenő és hűtő anyagokat használunk a munkahelyen. Szelektíven gyűjtjük az olajos rongyot, a vas, alumínium és más fémgorgácsot valamint a kommunális hulladékot. Szakipari céggel szállítatjuk el a veszélyes hulladékot az ártalmatlanító helyekre, égetőműbe. Az olajat, olajjal szennyezett vizet nem öntjük bele a csatornába. Ártalmatlanítatjuk.

A vállalkozás méretétől és tevékenységétől függően a keletkező hulladékról rendszeres jelentést kell adni az illetékes környezetvédelmi hatóságnak, és ha olajos anyag is van a tevékenységben, ki kell jelölni egy speciálisan kialakított tároló helységet is.

Ha ezeket a szempontokat figyelembe vesszük ipari tevékenységünk során és így cselekszünk, nagyban hozzájárulunk a környezetünk védelméhez.



1.3.1. ábra: Övjuk a természetet

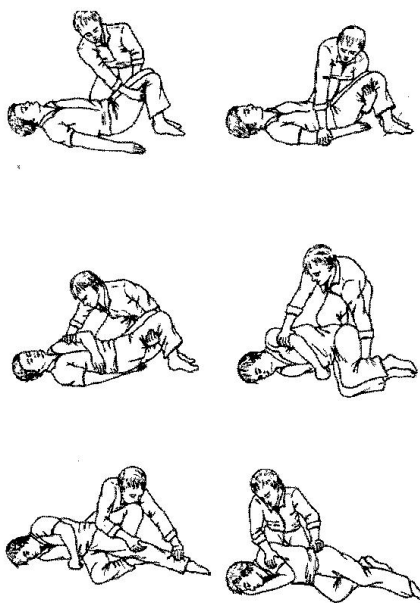
### 1.4. Elsősegélynyújtási ismeretek

Mindenkit bárhol érhet baleset. Történhet utcán, otthon de főleg munkavégzés közben. Ezért igyekezzünk figyelmesen dolgozni. Ha mégis baleset történik a környezetünkben, lehetőleg azonnal intézkedni kell.

#### 1.4.1. Mi a teendő?

- nézzük meg a sérülés mértékét, könnyű elsősegélynyújtást igénylő vagy súlyosabb orvosi ellátást igénylő esemény történt.
- könnyű esetben a sérülést minden elsősegélynyújtásban járatos ember segíthet, elláthatja a sérültet.
- súlyosabb esetben a sérült állapotának rögzítése mellett mentőt kell hívni.
- gerinc sérülés gyanúja esetén tilos a sérültet mozgatni!
- legyünk nyugodtak, határozottak, de ne kapkodjunk.
- tudjuk meg mi történt, és ha szükséges hívjunk orvost vagy mentőt

- biztosítsuk a sérült számára a legmegfelelőbb testhelyzetet (hagyjuk mozdulatlanul, ültessük fel, fektessük oldalra stb.) a mentő kiérkezéséig.
- minden elsősegélynyújtáskor használjuk az mentődobozban lévő kötszereket.



1.4.1. ábra: Ájult ember oldalra fordítása elsősegélynyújtáskor

#### 1.4.2. Elsősegélynyújtás

- vérzés esetén:
  - hajszáleres vérzéskor (horzsolás) csak gyöngyözik a vér, a sebkörnyék megtisztítása után steril gézlappal letakarjuk a sérült felületet és rögzítjük a gézt.
  - Vénás vérzéskor lassan folyik a sebből a vér. A sebkörnyék megtisztítása után egy steril nyomókötést teszünk a sérült részre.
  - Artériás sérüléskor világos piros vér lüktetve folyik a sebből. Ültessük vagy fektessük le a sérültet. Szorítsuk el az ütőeret, hogy csillapodjon a vérzés. Tegyük nyomókötést a sebre. Szorítás közben ügyeljünk arra, nehogy elhaljon a sérült testrésze.
  - törés esetén stabilizáljuk (rögzítjük) a sérültet és mentőt hívunk.
- áramütés esetén megszüntetjük az áramforrást. Ha ájult, megkezdjük az újraélesztést (légzés vizsgálata, szabad légút, szív működés van-e, ha nincs 30 kompresszió 2 szájba fújás) és közben mentőt hívatunk. Ha nem ájult, elsősegélyben részesítjük és minden esetben mentőt hívatunk, a104 vagy 112 telefonszámon, mert az áramütés kései szív megállást is okozhat.
- idegen test a légutakban, szemben. Ha nem sikerül az elsősegélynyújtónak eltávolítani az idegen testet, kísérje azonnal szakorvoshoz a sérültet.

## 2. Általános anyagvizsgálatok és geometriai mérések

### 2.1. Anyagok

#### 2.1.1. Fémes anyagok: vas, acél, könnyűfémek, színesfémek és ötvözeteik

**Vas** ipari fontosságú elem. Érceiből redukálással állítják elő. Legfontosabb ötvözete az acél. Elektromosságot, hőt közepesen vezet. Jól mágnesezhető.

**Acélnak** nevezzük a 2 % -nál kevesebb szén és egyéb ötvözőket tartalmazó vasat. Általában képlékenyen alakítható.

Vannak ötvözött és ötvöztelen acélok.

Ötvöztelen alapacél, melyre nincs előírva olyan minőségi követelmény, mely az acélgyártás során különös gondosságot igényelne. Általános összetétele:  $C \geq 0,1 \%$  az S és a  $P \leq 0,045 \%$  ennél kevesebb Mn – t és Si –t tartalmaz. Könnyen megmunkálható. Forgácsoláskor éles szerszámra van szükség, mert anyag lágy és ragadós. Fontos a jó hűtő-kenő anyag. Abban az esetben, ha az acélban ötvözők együttes mennyisége 5 % alatt van, akkor alacsonyán ötvözött acélról beszélünk, ha 5 % feletti akkor erősen ötvözött az anyag.

**Lágy acélok** keménysége  $< 120 \text{ HB}$ , szakító szilárdsága  $< 400 \text{ N / mm}^2$ .

Ötvözött minőségi acéloknál már egyéb ötvözőket is találunk az anyagban, így  $Mn \leq 1,8 \%$  és a Cr, Ni, Cu  $\leq 0,5 \%$ . Ilyen minőségi alapanyagból készülnek a hegeszhető finomszemcsés acélok, a melegen hengerelt és a hidegen húzott termékek. Jól megmunkálhatók. A jó forgácsolhatóság érdekében gyakran ötvözik kénnel (S) vagy ólommal (Pb). Ettől a többi tulajdonsága nem változik meg.

Erősen ötvözött acélnak számítanak azok a szénacélok, ahol az összes ötvöző anyag mennyisége 5 % felett van. Gépalkatrészekhez, hidraulikus alkatrészekhez, forgácsoló szerszámokhoz használják. Megmunkálhatósága csökken az ötvöző tartalom és a keménység növekedésével.

**Öntöttvasak:** lemezgrafitos, szerkezete, az alapszövet ferrit vagy perlit, mely grafitos lemez formában található. Tulajdonsága: jól önthető, kicsi a zsugorodása dermedéskor, kis szilárdság, rideg, főleg nyomó igénybevételre. Alkalmazzák: gépállványok hajtómű házak, öntő kokillák készítésénél.

Gömbgrafitos öntöttvas: ferrit – perlit alapszövetbe ágyazott gömbös grafit. Jól önthető, jó kopásállóságú, kiváló a szilárdsága, hőállósága. Alkalmazzák: tengelyek, hajtórudak, fogaskerekek stb. gyártására.

#### **Alumínium és ötvözetei**

Legfontosabb könnyűfém.

Öntészeti alumínium. Kis sűrűség ( $2,3 \text{ g/cm}^3$ ), alacsony olvadáspont ( $660 \text{ C}^\circ$ ), jó villamos és hővezető képesség, kiváló korrózió állóság, jól alakítható, kis szilárdsága van, de ötvözéssel (Mn, Mg, Si, Cu, Zn), hőkezeléssel (Al-Si-Cu ötvözet ajánlott gép alkatrésznek), felületi bevonással (eloxálás) szilárdsága jelentősen növelhető.

Az ötvözés mértékétől függően lehetnek képlékenyen alakíthatók (kovácsolás, sajtolás), vagy önthetők

#### **Réz és ötvözetei**

A réz  $1083 \text{ C}^\circ$  - on olvadó, vasnál nehezebb ( $8,96 \text{ kg/dm}^3$ ) színesfém. Jó elektromos és hővezető képességű. Jól alakítható. Főbb fajtái:



Lemezalakításra alkalmas sárgarezek  
 Éremkészítésre alkalmas bronzok  
 Ónbronza a gépkatrészekhez  $\text{öCuSn12}$   
 Vörös ötvözetek sikló csapágyakhoz, csigakerekekhez  $\text{öCuSn10Zn2}$   
 Ólombronza a csapágyhoz  $\text{öCuPb20Sn5}$   
 Sárgaréz öntészeti célra

**Acélminőségek színjeleinek táblázata**

Az acélminőség			
jele	színjele	jele	színjele
2Cr10Mo45.47*		A0	
10CrMo9 10		A34*	
12Cr10MoVNi70.47*		A34*	
12CrMo20.5		A34	
16CrMo9 3		A34B	
17CrMoV10		A34SZ	
20CrMoV13 5		A34X	
21CrVMoW12		A35*	
24CrMo10		A35K*	
31CrMo12		A35.47*	
34CrAlMo54		A37*	
37B		A37B*	
37C		A37C*	
37D		A37X	
38Si7		A38*	
41CrAlMo74		A38*	
45B		A38	
45C		A38B	
45D		A38X	
51CrV4		A44*	
52CrMoV4		A44	
52C*		A44B*	
52C		A44B	
52D		A44C*	
52E		A44SZ	
55Si7		A44X*	
60Cr3		A45*	
60CrB3		A45K*	
60CrMo3		A45.47*	
60SiMn5		A50	
61Si7		A52*	
61SiCr7		A52B*	

\*Csőacél (A táblázat folytatódik)

2.1.1. ábra: Acélminőségek színjeleinek táblázata

Minden fém a pontosítás végett számokkal, jelekkel, színekkel látnak el. Ez országonként, földrészenként változik. Ha nem ismerjük a jelet és a hozzátartozó anyagot, keressünk táblázatot az interneten.

Alább két példát láthatunk erre:

Böhler K100 - DIN X210Cr12 - WNr 1.2080 - MSZ K1 (ez mind egy anyag típus)  
S235JR            DIN St 37-2            WNr 1.0037    MSZ A38

**Minden anyagról** a gyártó egy **adatlapot** készít. Az általában megtalálható az interneten. A megnevezés szabványos, de lehet olyan plusz szolgáltatás benne, ami nem minden gyártónál azonos. Ilyen főleg a szerszámacéloknál fordul elő. Hőkezelés, nemesítés, köszörülés stb.

Az alábbi táblázat bemutat két példát, amely egy szerszámacél és egy ötvözött alumínium adatlapjának az adatait tartalmazza.

Megnevezés	1.2343  DIN X38CrMoV51  Összetétel: C-0,38 Cr-5,3 V-0,4 Si-1,0 Mo-1,3 %	WNr. 3.4365  AlZnMgCu 1,5  Összetétel: Zn-5,6 Mg-2,5 Cu-1,6 %
Jellemzői	Meleg szilárd, szívós, jó hővezető, csekély meleg repedési hajlam.  Felhasználható: magas hőmérsékleten dolgozó szerszámokhoz.	Melegen alakított, edzett szerszámanyag magas keménységgel, könnyen megmunkálható, jól polírozható, kemény krómozható és eloxálható.  Felhasználható: fröccs és flakonfúvó formák, mélyhúzó szerszámok és rotációs öntéshez.
Tulajdonság	Nemesített 230 HB Edzés: 1000-1030 C° olajban Keménység: 54 HRC Megeresztés: 100 C° 52 HRC	Keménysége: 130 HB Szakítószilárdsága: 480 N/mm <sup>2</sup> Folyáshatár: 390 N/mm <sup>2</sup> Rugalmassági modulus: 70 KN/mm <sup>2</sup>
Egyéb		Tömege: 2,8 kg / dm <sup>3</sup> Hőtágulási együttható: 23,3 x 10 / C°

2.1.1. táblázat: Egy szerszámacél és egy ötvözött alumínium adatlapjának az adatai

### 2.1.2. Nemfémek anyagok

Lehetnek szervesek és szervetlenek.

Szerves anyagok közé tartoznak a műanyagok (polimerek), fa, gumi, bőr. Szervetlenek a fémek, kerámiák, kompozitok (pl. ragasztott autó karosszéria)

Mit nevezünk műanyagnak? Főleg szerves vegyületekből álló, szintetikus úton előállított szerkezeti anyagokat. Fajtái a hőre lágyuló és a hőre keményedő.

Főbb típusai:

PE polietilén, PP polipropilén, PVC polivinilklorid, PS polisztirol, PTFE teflon, PA poliamid, PET polietilén, PC polikarbonát.

# TERAMID

A Teraglobus Kft. által gyártott és forgalmazott "TERAMID" márkanevű poliamidok egyenletes kristályos szerkezetű, hőre lágyuló műanyagok.

A PA-6 G (öntött) és PA-6 E (extrudált) termékek hő és méretstabilizált, temperált, ultrahanggal bevizsgált rudak, lemezek, amelyek fő tulajdonságait az alábbiak jellemzik:

- nagy mechanikai szilárdság, merevség, keménység, szívósság
- jó kifaradási ellenállás, ütészállóság
- magasfokú mechanikai csillapítási képesség
- jó csúszási és kényszerfutási tulajdonságok
- igen magas kopásállóság, vegyszerállóság
- jó megmunkálhatóság (forgácsolás, marás, gyalulás, menetvágás)
- élelmiszeripari alkalmazhatóság

A Teramid PA-6 G és PA-6 E félkésztermékek alkalmazási területei:

- hengerek, korongok, dobok, kerekek, tárcsák gyártása
- fogaskerekek, fogaslécok, fogaslécok gyártása
- csapágyak, csúszóelemek, csigák, orsók gyártása
- csavarok, csavaranyák, alátétek, kötőelemek gyártása
- tömítő, hő és elektromos szigetelő alkatrészek gyártása

MŰSZAKI ANYAGJELLEMZŐK			
Tulajdonságok	Mértékegység	Teramid PA-6 G	Teramid PA-6 E
Sűrűség	g/cm <sup>3</sup>	1,15-1,17	1,15-1,17
Szaktólírárság	N/mm <sup>2</sup>	95	70
		*75	*45
Szakadási nyúlás	%	60	50
		*250	*200
Rugalmassági modulus húzásból	N/mm <sup>2</sup>	3000	2800
		*2000	*1500
Keménység, Shore D		83	77
Ütő- hajlítólírárság hornyolt	KJ/m <sup>2</sup>	7	7
Max. nyomóterhelés 1%-os deformációnál rövid idejű	N/mm <sup>2</sup>	32	30
Hőállóság - tartós	°C	100	85
- rövid ideig		120	120
Villamos ellenállás	Ohm-cm	10 <sup>12</sup>	10 <sup>12</sup>
		*10 <sup>10</sup>	
Villamos átütőlírárság	KV/mm	20	12

2.1.1. ábra: TERRAMID műanyagok termékklapja

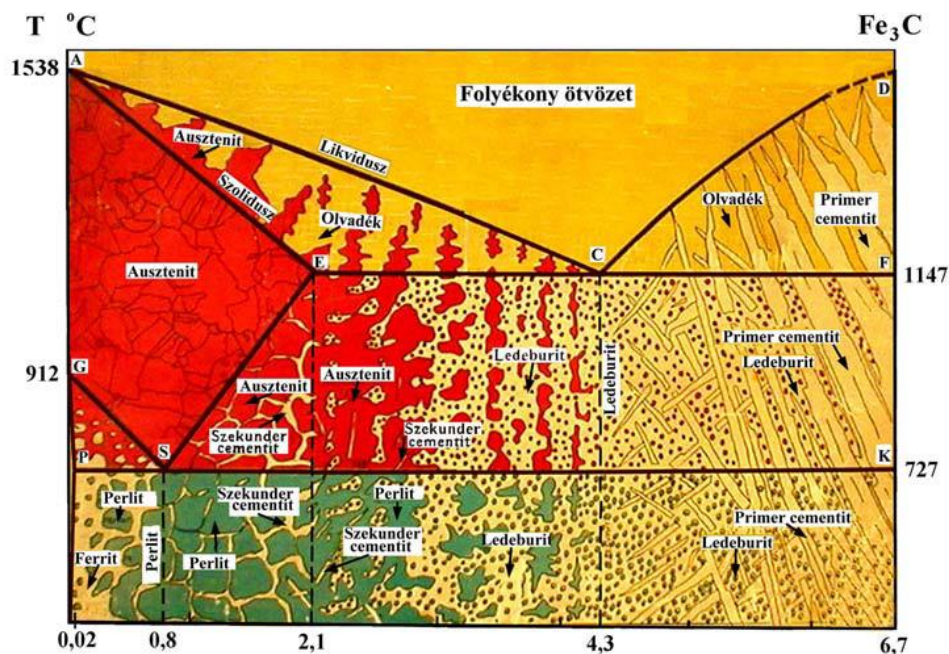
Típustól függően jól megmunkálhatók, kopásálló, ütészálló, vegyszerálló. Felhasználás előtt ajánlott szakember vagy szakirodalom segítségét igénybe venni,

mert gyorsan fejlődik a műanyag ipar és mind több, jobb mechanikai és vegyi igénybevételnek ellenálló termék kerül a piacra.

A fa, gumi, bőr, kerámia tulajdonságait általában ismerjük, de a fémiparban ritkábban dolgozunk velük.

### 2.1.3. Hőkezelések

A hőkezelés egy olyan fizikai folyamat, melyben a fém belső szerkezete megváltozik. Ez a fizikai folyamat nem minden anyagnál történik egységesen, mert a hőkezelést befolyásolja az ötvözők mennyisége. A hőkezelés az anyag kristályszerkezetének megváltozásával jár együtt. A kristályszerkezet formája meghatározza az anyag fizikai tulajdonságait. A kristályszerkezetek átalakulásáról a vas-szén állapotábra ad eligazítást.



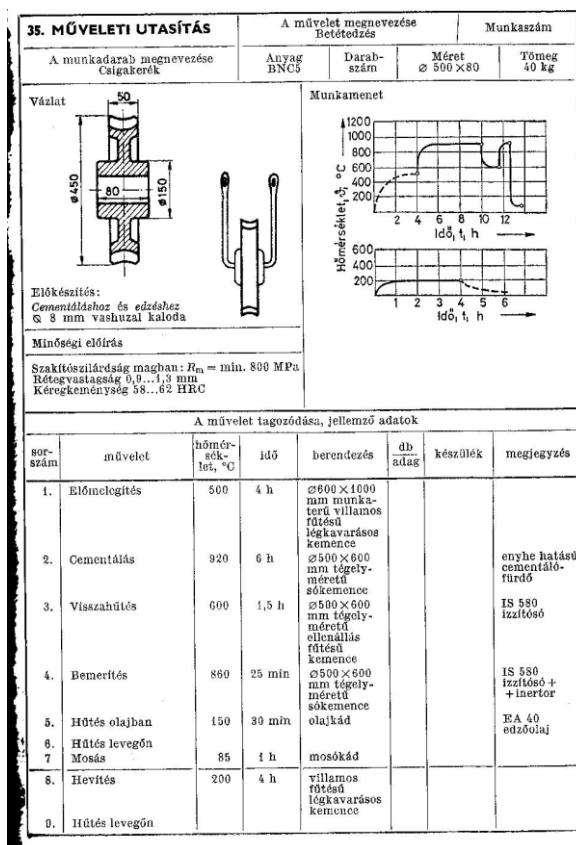
2.1.2. ábra: Szövetelemek előfordulási tartományai.

**A hőkezelési technológiák:** lágyítás, feszültség csökkentés, nemesítés.

**Lágyítás** egy olyan hőkezelési eljárás, melyben a kemény rideg, nehezen forgácsolható anyagot a hőkezelés során a szemcseszerkezet megváltoztatásával lágyítjuk, ezáltal könnyebben forgácsolhatóvá válik. Az acélt ötvözőktől függően felhevítjük max. 900 – 1100 C° -ra, majd a kemencében visszahűtjük kb. 660 C°-ra. Ezt követően levegőn hűtjük le az anyagot. A lágyulás mértéke a hűlési sebességtől függ. Keménység méréssel kontroláljuk az eredményt.

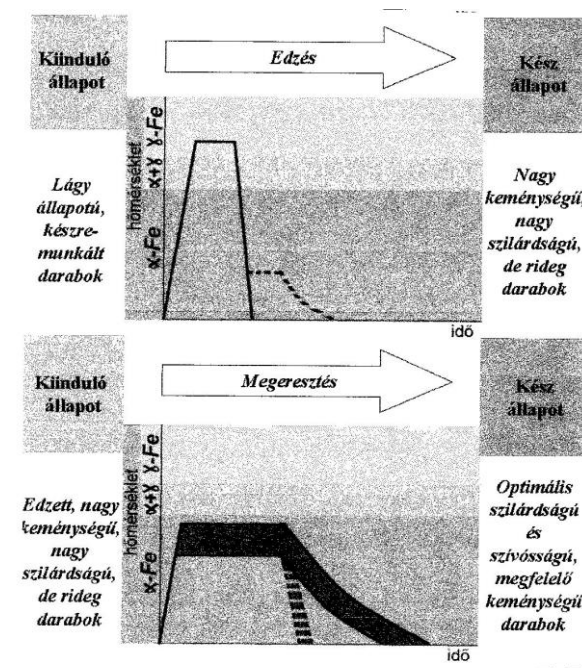
**Feszültségcsökkentés.** A forgácsolási technológiák során időnként az anyagban lévő feszültség hatására az alkatrész deformálódik. Ennek elkerülésére használjuk a feszültségcsökkentő hőkezelést. Forgácsolás megkezdése előtt vagy nagyolt

állapotban az alkatrészt felmelegítjük a lágyulási hőmérsékletre (edzett és hidegalakított alkatrészek max. 250 °C, de öntvények, hegesztett szerkezetek akár 650 °C is lehet) és hagyjuk lehűlni.



2.1.3. ábra: Csigakerék betétedzésének technológiája

A **nemesítés** két fő folyamatból áll az edzésből és megeresztésből. Célja a finomszemcsés anyagszerkezet előállítása. Ez az edzés utáni megeresztés technológiájával jön létre. Megeresztés után csökken a keménység és a szilárdság, de nő az ütőmunka és az alakíthatóság. Az edzés folyamán az anyagot felhevítjük, majd azt követően gyorsan lehűtjük. A hevítés mértéke és a lehűtés módja nagyban befolyásolja az anyag keménységét. Ha nem szeretnénk, hogy túl rideg legyen az anyag, akkor következik a megeresztés. Ez minden anyagra más és más. A fent található adatlapon látható egy hőkezelési utasítás 1.2343 anyagra vonatkozóan.



2.1.4. ábra: Az edzés és megeresztés diagramja

#### 2.1.4. Anyaghibák, törés, kopás, kifáradás, anyagkiválasztás

**Törés**, mechanikai igénybevétel, terhelés hatására következik be. Lassú statikus igénybevétel esetén vagy nagy túlterheléskor.

**Kopás** elsősorban súrlódó felületek között jön létre, siklócsapágy-tengely vagy prizmák egymáson súrlódásakor, elégtelen kenési viszonyok mellett.

**Kifáradás** a szerkezeti elemek egyik tönkremeneteli módja. Ismétlődő terhelések esetén jelentkezik. Egy bizonyos ismételt igénybevételi szám hatására már az anyag szakítószilárdságánál kisebb terhelés esetén is bekövetkezhet, tervezési, gyártási vagy üzemeltetési hiba folytán.

**Anyagkiválasztás** az előbb felsorolt hiba lehetőségének elkerülését figyelembe véve nem is egyszerű. Mindig több szempontot is figyelembe kell venni. Feleljen meg a műszaki követelményeknek. Legyen beszerezhető. Költség hatékonyan lehessen megmunkálni. Ha nem ismerjük a kiválasztott anyagot, használjunk katalógust vagy termékismertetőt.

Az alábbi leírás egy vaskereskedő cég szóróanyagából lett kimásolva.

*1.2311 Nemesített acél, nitridálható, polírozható, vegyi és galvanikus felületkezeléshez. Jól megmunkálható, polírozható, pácolható és maratható. Nitridálással kopásálló a felülete, nem vetemedik. Alkalmazható nagy formalapokhoz a műanyagiparban, tengelyekhez a gépiparban.*



## 2.2. Anyagvizsgálatok

Az anyagvizsgálat egy olyan fontos tevékenység, amely közvetve, vagy közvetlenül hozzájárul a jó minőségű termék gyártásához. Növeli a termék biztonságát, élettartamát. Megvéd bennünket a váratlan eseményektől.

Anyagvizsgálat célja az anyagokra jellemző fizikai, kémiai tulajdonságok megállapítása, mérőszámmal való összehasonlítása. Végezhetjük roncsolással és/vagy roncsolás mentesen. A roncsolásos vizsgálattal az anyagok mechanikai tulajdonságait, anyag jellemzőit vizsgáljuk, roncsolás mentessel az anyagok, alkatrészek belső rejtett hibáira tudunk következtetni.



2.2.1. ábra: Webster típusú keménységmérő fogó 0,6 – 8 mm anyagvastagsághoz.  
Rockwell keménységmérés táblázat használatával

A mai kor átlag műhelyében csak egy-két anyagvizsgálatra van szükség és lehetőség. Ez általában egy keménységmérés és egy repedésvizsgálat. Az alapanyag, alkatrész kiválasztásához szükséges anyagvizsgálati adatokat a gyártó, kereskedő cég a rendelkezésünkre bocsátja. Ahhoz, hogy értékelni tudjuk a mérőszámokat, ismernünk kell a mögötte rejlő anyagvizsgálati módszereket.

**Mechanikai anyagvizsgálatok:** keménységmérések -Brinell, - Vickers, - Rockwell  
- Poldi, - Shore,

szakító vizsgálat  
nyomó vizsgálat  
hajlító vizsgálat  
nyíró vizsgálat  
ütés vizsgálat (törés teszt)  
fárasztó vizsgálat.

Legelterjedtebb mérési mód a Brinell féle keménységmérés. Lényege, hogy egy D átmérőjű keményre edzett acélgolyót meghatározott erővel belenyomunk a vizsgálandó anyagba, majd lemérjük a lenyomat átmérőjét és abból állapítjuk meg a keménységet.

A Vickers vizsgálat ugyan ilyen, de golyó helyett  $136^\circ$  -os gyémántkúpot használunk.

Rockwell típusú mérésnél  $120^\circ$  -os gyémántkúpot nyomunk a vizsgálandó anyagba. A terhelést két lépésben adjuk. Először kb. 10 kg előterhelést, majd 150 kg nyomóterhelést adunk a gépen. Mérőóráról azonnal leolvashatjuk a mért eredményt.



2.2.2. ábra: Zwzck/Roel ZHU 250 típusú keménységmérő készülék  
HV, HB, HR keménységmérésekhez, PC csatlakozással  
300 x 200 munkatérrel

**Roncsolásmentes anyagvizsgálatok:** vizuális vizsgálat szemrevételezéssel (nagyítóval)

folyadékbehatolásos repedésvizsgálat  
mágneses-poros repedésvizsgálat  
ultrahangos vizsgálat  
radiológiai vizsgálat (röntgen).

Legegyszerűbb vizsgálati módszer a szemrevételezés. Jó szakmai tapasztalatra van szükség hozzá. Csak az anyag, alkatrész felszínén látható hibák észlelhetők így.

A hanghatással is kimutatható az anyagfolytonossági hiba. (lásd vasút)

Következtetéseket lehet levonni. Hiba észlelése esetén további vizsgálatra lehet szükség.

Folyadékbehatolásos repedésvizsgálat is csak a felszínig kibúvó repedések, anyaghiányok kimutatására szolgál.

Mágneses-poros vizsgálat csak mágnesezhető anyagoknál használható, korlátozott anyagvastagság mellett. Hegesztett szerkezeti elemeknél jól használható.



Az ultrahangos anyagvizsgálat az anyag belsejében lévő vonalszerű, kontúros hibák kimutatására alkalmas. Többfajta ultrahangos vizsgálatot ismerünk. Radiológiai vizsgálatnál az anyag, alkatrész belső üreges hibát mutatja ki. Kétféle sugárforrás ismert. A röntgen gép és az izotóp. Mindkét utóbbi vizsgálatot mérőlaboratóriumokban lehet elvégezteni. A mérés eredményéről jegyzőkönyvet, képet adnak.

Az eddig tárgyalt anyagvizsgálatokon kívül léteznek más vizsgálatok is. Az fémek szemcseszerkezetét, folyadékok, olajok viszkozitását, villamos ipari méréseket, de még a hang és fényjelenségeket is lehet mérni, elemezni.

A különböző eljárásokkal mért keménységi értékeket, ill. szakítószilárdságot a 12. táblázat hasonlítja össze.

**12. táblázat. Acélok Vickers-, Brinell- és Rockwell-szerinti keménységének és szakítószilárdságának összehasonlító táblázata az MI 15191–79 alapján**

Vickers, HV	Brinell, HB	Rockwell,			R <sub>m</sub> , MPa	Vickers, HV	Brinell, HB	Rockwell,			R <sub>m</sub> , MPa
		HRB	HRC	HRA				HRB	HRC	HRA	
100	95	56,0			320	400	380	40,8	70,8		1290
110	105	62,3			350	420	399	42,7	71,8		1350
120	114	66,7			385	440	418	44,6	72,8		1420
130	124	71,2			415	460	437	46,1	73,6		1485
140	133	75,0			450	480	(456)	47,7	74,5		1555
150	143	78,7			480	500	(475)	49,1	75,3		1630
160	152	81,7			510	520	(494)	50,5	76,1		1700
170	162	85,0			545	540	(513)	51,7	76,7		1775
180	171	87,1			575	560	(532)	53,0	77,4		1845
190	181	89,5			610	580	(551)	54,1	78,0		1920
200	190	91,5			640	600	(570)	55,2	78,6		1995
210	199	93,5			675	620	(589)	56,3	79,2		2070
220	209	95,0			705	640	(608)	57,3	79,8		2145
230	219	96,7			740	660		58,3	80,3		
240	228	98,1	20,3	60,7	770	680		59,2	80,8		
250	238	99,5	22,2	61,6	800	700		60,1	81,3		
260	247		24,0	62,4	835	720		61,0	81,8		
270	257		25,6	63,1	865	740		61,8	82,2		
280	266		27,1	63,8	900	760		62,5	82,6		
290	276		28,5	64,5	930	780		63,3	83,0		
300	285		29,8	65,2	965	800		64,0	83,4		
320	304		32,2	66,4	1030	820		64,7	83,8		
340	323		34,4	67,6	1095	840		65,3	84,1		
360	342		36,6	68,7	1155	860		65,9	84,4		
380	361		38,8	69,8	1220	880		66,4	84,7		
						900		67,0	85,0		
						920		67,5	85,3		
						940		68,0	85,6		

*Megjegyzés:* A különböző módszerrel mért keménység másik módszerrel való összehasonlításakor bizonyos szórás figyelhető meg. A zárójeles Brinell-keménységek a szabványos keménységi vizsgálatok érvényességi területén kívül esnek, a gyakorlatban azonban sokszor közelítő értéként használják. Ezek csak wolfram-karbid golyóval végzett vizsgálatokhoz használhatók.

2.2.3. ábra: Hőkezelési példatár összehasonlító 12. táblázata

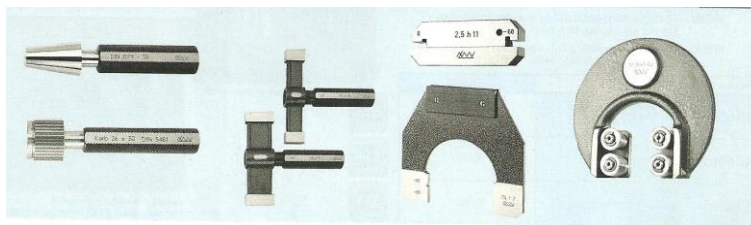
### 2.3. Mérés

A mérés tervszerűen végrehajtott gyakorlati tevékenység, amely valamilyen fizikai mennyiség nagyságának jellemzésére szolgál. A mért értéket előre választott mértékegységben kapjuk meg. Az információtartalom igénye szabja meg a mérési pontosság módját, igényét. Az ezt meghaladó mérés, felesleges pontosságra való törekvést és költség többletet jelent.



2.3.1. ábra: Merlin tip. 2 tengelyes mérőmikroszkóp

*Magyarországon törvény szabályozza, hogy az Országos Mérésügyi Hivatal látja el a méréssel kapcsolatos országos hatáskörű irányító, felügyelő és ellenőrző feladatokat. Joghatással járó mérést a mérési feladat elvégzésére alkalmas hiteles mérőeszközzel vagy használati etalonnal ellenőrzött mérőeszközzel kell végezni. Hitelesítést csak az OMH végezhet, melyről bizonyítványt ad ki és megjelöli a mérőeszközt.*

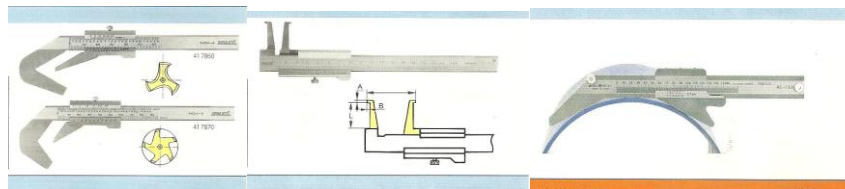


2.3.2. ábra: Speciális idomszerek

A mérést végezhetjük közvetlenül (tolómérő, mérőszalag stb.) és közvetett módon (léser, 2-3 D mérőgép stb.)

A mérőeszközök lehetnek analóg vagy digitális működésűek. Az analóg mérőeszközök előnye, hogy működés szempontjából igénytelenek, egyszerű a kezelésük, hátrányuk a mérési eredmény leolvasásakor előforduló típushibák. A digitális mérőeszközök gyors, pontos leolvasást tesznek lehetővé és sok esetben adathordozó eszközzel is összekapcsolhatók. Hátrányuk csupán az elemek lemerülésekor fellépő „megbolondulás” és a környezeti behatásoknak nem mindegyik típus áll ellen (pl. fröccsenő víz). Fontos megjegyeznünk, hogy minden

mérhető, csak lehet, hogy nekünk nincs olyan mérőeszközünk, vagy nem tudunk róla.



3 – 5 ponton mérő

Speciális tolómérők  
belsőhorony mérő

rádiusmérő

2.3.3. ábra: Mérők

Bármilyen kézi működtetésű mérőeszközzel is mérünk, mindig előfordulhatnak mérési hibák. Egyik leggyakoribb a műhely mikro ellenőrzése, kalibrálása. A digitális tolómérő jó beállítása (pl. összeadja a mért eredményeket), nullázása. Analóg mérőeszköznél nem megfelelő világítás mellett a nóniusz téves leolvasása. Gyakran használt riportereknél a kopás. Vannak véletlenszerű hibák, melyek a nem megfelelő mérési technika, vagy környezeti behatás miatt következnek be. Ezt egy mérési hely többszöri mérésével lehet kompenzálni.

Összehasonlításnál számolni kell az emberi szubjektivitással.



2.3.4. ábra: Felületi érdesség összehasonlító lapok

Pontos méréseket az egyéntől független mérőműszerekkel végezhetünk.



- 1. Választható szabad papírtároló vagy nyomó-csúszólap
- 2. Zárt állapotban
- 3. Zárt állapotban beállítási a vezérlési szerszám
- 4. Erősebb érzékenységi tápellátás
- 5. Adatközlés Opto RS232C és Digital

2.3.5. ábra: Felületi érdességmérő műszer Mitutoyo SJ 401 tip.

Durva hiba, személyi tévedés következtében áll elő. Leggyakoribb a rajzok méreteinek, jeleinek helytelen értelmezése, nagyságrendi tévedés a mérőeszköz méréshatárának figyelmen kívül hagyása miatt. Mikrométer nóniusának helytelen leolvasása. Ugyanilyen mérésbeli problémát okozhat a technológiai utasítás figyelmen kívül hagyása pl.: köszörülési ráhagyás vagy a hőkezelés utáni megmunkálás.

Ha MEO-sként végezzük a mérést következő rendszer szerint ajánlott az elvégzése:

- megrendelő igényei szerinti mérőhelyek kijelölése
- megfelelő mérőeszközök kiválasztása
- adatgyűjtés – mérés a munkadarabon
- jegyzőkönyvben rögzítés
- elemzés, minősítés

Mérési jegyzőkönyv egy öntőszerszámról.

A méréshez használni kell az alkatrész rajzát, melyen előre meghatároztuk az irányadó mérési pontokat. Mérőeszközök fajtája, típusa nincs meghatározva.

MÉRÉSI JEGYZŐKÖNYV				KOVÁCS kft	
<b>Célja: Új kokilla méretmegállapítása</b>				Mérést végezte: Kovács Károly	
Alkatrész alapanyaga: Al 9.				Mintaöntést végezte: P - Metál kft	
Alkatrész megnevezése: Rohling-Platinenhebel-GST-TMI-11				Rajzszáma: 4100264635	
Végzendő feladat: mintadarab mérése					
sorszám	előírt méret	mért méret	döntés	vevő mérése	
1	180,0 + 1	180,1	jó		kiemelt méret
2	26,0 - 2	26	jó		kiemelt méret
3	13,8 +2	13,8 - 14,1	jó	öntési kúposság	kiemelt méret
4	32 + 1	31,9	jó		kiemelt méret
5	35,5	35,3	jó		
6	98	98	jó		
7	40	39,9 - 41	jó	öntési kúposság	
8	55	54,9	jó		
9	65	64,8	jó		
10					
Az alkatrész gyártásáról szóló döntés: JÓ					

Dátum: Tatabánya, 2013.07.04.

Alíírás: *Kovács Károly*

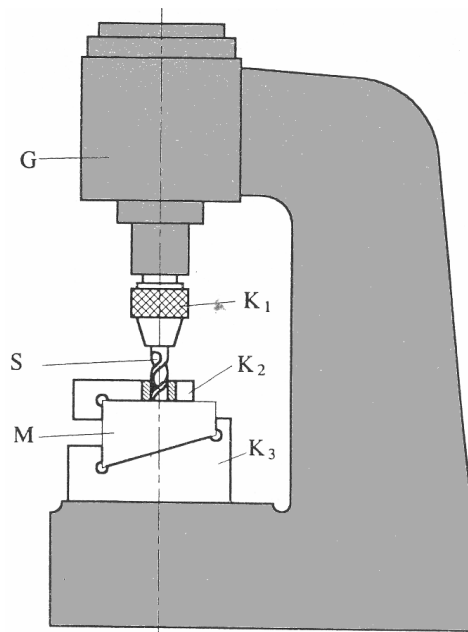
### 3. Gépi forgácsoló feladatok

#### 3.1. Forgácsolások elméleti előkészítése

A forgácsolás a legelterjedtebb alkatrészgyártó gépipari technológia. A technológia görög eredetű szó, átalakítást jelent, melynek során a technológia tárgya egy alacsonyabb szintű állapotból egy magasabb szintű értékesebb állapotba kerül. A forgácsolások esetében ez úgy valósul meg, hogy a munkadarabról (a technológia tárgyáról) a felesleges anyagmennyiséget forgács formájában leválasztjuk. A forgácsoló technológiákat többféle szempont szerint lehet rendszerezni. Legegyszerűbb a technológia energiaforrása szerint. Így megkülönböztetünk emberi erőforrással működtetett, úgynevezett kézi forgácsoló technológiákat (reszelés, kézi fűrészelés, kézi hántolás stb.) és gépi forgácsoló technológiákat (esztergálás, marás, gyalulás stb.). A gépi forgácsoló technológiák működtetésük alapján lehetnek hagyományos működtetésűek és korszerű, NC, CNC működtetésű technológiák.

##### 3.1.1. Az MKGSI rendszer

A gépi forgácsolásokat az úgynevezett **MKGSI rendszerben** vizsgáljuk, melynek elemeit a következő ábra segítségével tudjuk szemléltetni.



3.1.1. ábra: MKGSI rendszer

A betűk jelentése a következő:

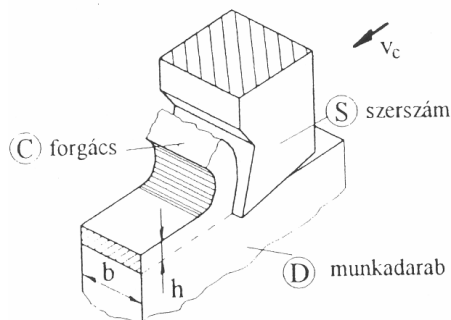
- **M = Munkadarab.** (A technológia tárgya, vagyis a rendszer azon eleme, amelyen a forgácsolással az átalakítást elvégezzük)
- **G = Gép.** (Mégmunkáló gép) Olyan bonyolultabb, nem emberi erővel működtetett berendezés, amelynek legfontosabb feladata a forgácsleválasztáshoz szükséges mozgások és erőhatások biztosítása.
- **S = Szerszám.** Olyan különböző bonyolultságú eszköz, amellyel a forgácsolást elvégezzük, tehát a szerszám a munkadarabot közvetlenül alakítja. A forgácsoló szerszámokat is sok szempont szerint lehet osztályozni. A legelterjedtebb a forgácsoló élek száma szerinti osztályozás, amely szerint lehetnek:
  - **egyélű szerszámok** (esztergakécek, gyalukécek, vésőkécek)
  - **kétélű szerszámok** (csigafúró)
  - **szabályosan több élű szerszámok** (marók, üregelő tuskék)
  - **szabálytalanul sok élű (abrazív) szerszámok** (köszörűkorongok)
- **I = Irányítás.** A rendszer működtetése, például elindítása, bekapcsolása, leállítása stb. Lehet kézi, vagy automatikus az NC és CNC forgácsoló technológiáknál.
- **K = Készülék.** A készülék a rendszer három fő elemét (**M, G, S**) összekötő eszköz, mely közvetlenül nem vesz részt a megmunkálási, forgácsolási folyamatban, de az adott technológia műszakilag megfelelő és gazdaságos megvalósításához nélkülözhetetlen. A készülék sokszor a gép tartozéka. Az egyetemes készülékek kereskedelemben kaphatók, a speciális készülékeket meg kell tervezni, le kell gyártani és ezután kerülhet sor az alkalmazásukra. A készülékeken keresztül záródik a megmunkálási erőfolyam. A nagy pontosságú sorozat- és tömeggyártás, mely csereszabatos alkatrészeket állít elő gazdaságosan, készülékek alkalmazása nélkül elképzelhetetlen. A készülékek a rendszerben betöltött **kapcsolatlétesítő szerepük** szerint lehetnek:
  - **Szerszám-befogó készülékek (K1)** pl. fúrótokmány, marótüske stb.
  - **Munkadarab-befogó készülékek (K3)** pl. esztergatokmány, gépsatu..
  - **Szerszámvezető készülék (K2)** pl. fúrókészülék, kúpvonalzó...



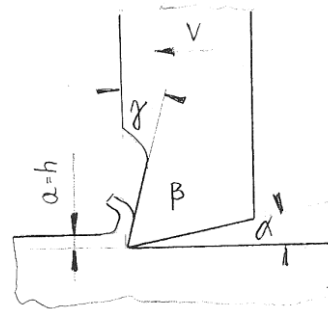
3.1.2. ábra: Készülékek kapcsolatlétesítő szerepe

### 3.1.2. A forgácsleválasztás feltételei

A forgácsolási folyamat modellje a következő ábrákon látható:



3.1.3. ábra: A forgácsleválasztás modellje



3.1.4. ábra: A szerszám ékhatása

A  $h$  mélységre beállított szerszám  $v_c$  sebességgel behatol a munkadarab anyagába és  $b$  szélességben anyagot (forgácsot) választ le. A forgácsolási folyamat megvalósulásához (a forgács leválasztásához) a következő alapfeltételek biztosítása szükséges:

a) Rendelkezzen a szerszám olyan kialakítással, amely **ékhata**st biztosít. Ezt a feltételt a forgácsolószerszám megfelelő élkiképzésével (élgeometriával) teljesítjük. A szerszám dolgozó részén **homloklapfelületet** (homloklapot) alakítunk ki, melyen a leválasztott anyagréteg forgácsként távozik. A homloklap helyzetét a  $\gamma$  **homlokszög** adja meg. A munkadarab forgácsolt felületével a szerszám nem érintkezhet, hiszen azt roncsolná, illetve a felesleges súrlódás a forgácsolás teljesítményét növelné meg. Ezért alakítjuk ki a megmunkált felülettel szemben a **hátfelületet** (hátlapot), melynek helyzetét az  $\alpha$  **hátszög**gel adjuk meg. Így kialakul a homloklap és a hátlap által bezárt  $\beta$  **ékszög**, amely az ékhatast biztosítja. A felületek metszsvonalai adják a szerszám éleit.



A különböző típusú forgácsolószerszámok más-más élgeometriával rendelkeznek, amelyet nem csak a szerszám típusa, hanem a megmunkált anyag minősége és egyéb tényezők is befolyásolnak.

b) Megfelelő **forgácsolómozgások** biztosítása. A forgácsolómozgás a szerszám és a munkadarab egymáshoz viszonyított elmozdulását jelenti. Ez egy összetett mozgás, amelyet a megmunkáló gép biztosít, és fő- és mellékmozgásokból áll. A forgácsoló főmozgás a forgácsleválasztás irányába eső mozgás, amit a szerszám gép főhajtóműve létesít. Ennek irányában jön létre a forgácshossz. Lehet folyamatos vagy szakaszos, valamint forgó vagy egyenes vonalú mozgás. Végezheti a munkadarab és a szerszám is. A forgácsoló **főmozgás sebességét (a vágósebességet)  $v_c$  -vel jelöljük**, mértékegysége m/s vagy m/min. Forgó főmozgásnál a vágósebesség a szerszám vagy a munkadarab kerületi sebessége:  $v_c = D \cdot \pi \cdot n$  (m/s), ahol a D a forgó szerszám vagy munkadarab átmérője (n), n pedig a fordulatszám (1/s). Egyenes vonalú forgácsoló főmozgásnál a forgácsoló

sebességet a  $v_c = \frac{s}{t} \left( \frac{m}{s} \right)$  képlettel számoljuk, ahol az s a megtett út (m), a t pedig

a megtételéhez szükséges idő (s). A magyarázó ábrán a szerszám végzi az egyenesvonalú főmozgást.

A forgácsoló mellékmozgások a forgács szélességi és vastagsági méretét határozzák meg, vagyis a forgács keresztmetszetét adják. A mellékmozgás lehet előtoló vagy fogásvétel irányú mozgás. Az előtoló mozgás merőleges a forgácsoló főmozgásra. Lehet hosszirányú, keresztirányú, folyamatos vagy szakaszos, a főmozgástól függő vagy független. Az **előtolás jele: f**, mértékegysége lehet:

- mm/ford (pl. esztergálásnál)
- mm/kettőslöklet (pl. gyaluláskor)
- mm/fog (marásnál)
- mm/min (pl. a gépasztal előtoló sebessége marásnál).

A másik mellékmozgás a **fogásvétel irányú fogásmélység, melynek jele: a** Rendszerint merőleges a megmunkált felületre, és mértékegysége mm.

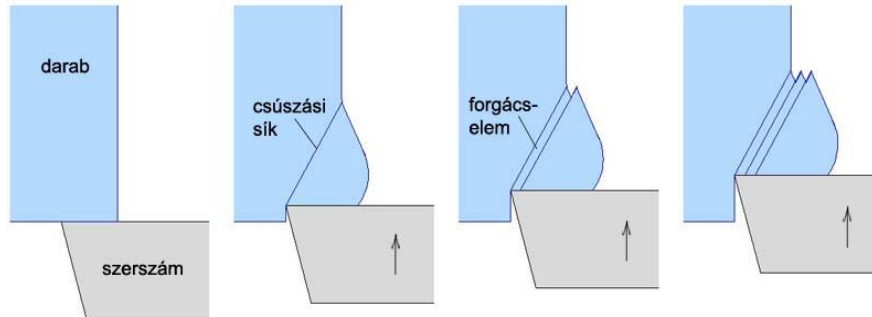
c) A szerszám a forgácsleválasztáshoz szükséges megfelelő **keménységgel rendelkezzen**. Ezt az úgynevezett relatív keménységgel adjuk meg. A forgácsolás hőmérsékletén a szerszámanyag keménysége kétszerese-háromszorosa legyen a munkadarab keménységének. ( $H_{szerszám}/H_{munkadarab} \geq 2-3$  kritériumnak kell teljesülnie)

d) A forgácsleválasztáshoz **megfelelő erőhatás szükséges**. Ezt a forgácsoló szerszám gép fejt ki és igénybe veszi a teljes MKGSI rendszert. A rendszer terhelhetőségének, valamint a szükséges teljesítménynek a meghatározásához szükség van a forgácsolóerő nagyságának ismeretére is. Ezzel majd a későbbiekben foglalkozunk. A forgácsolásoknál különböző elrendezésű, több erőből álló erőrendszerek hatnak.

3.1.3. A forgácsoló technológiák mozgásviszonyai és szerszámai

<b>TECHNOLÓGIA</b>	<b>FŐMOZGÁS</b>	<b>MELLÉKMOZGÁS</b>	<b>SZERSZÁM</b>
<b>ESZTERGÁLÁS</b>	forgó és a munkadarab végzi	egyenes vonalú folyamatos és a szerszám végzi	egyélű
<b>HOSSZGYALULÁS HARÁNTGYALULÁS VÉSÉS</b>	egyenes vonalú, a munkadarab, a szerszám, a szerszám végzi	egyenes vonalú, szakaszos a szerszám, a munkadarab, a munkadarab végzi	egyélű
<b>FÚRÁS</b>	forgó és a szerszám végzi	egyenes vonalú folyamatos és a szerszám végzi	általában kétélű
<b>MARÁS</b>	forgó és a szerszám végzi	egyenes vonalú folyamatos és a munkadarab végzi	szabályosan többélű (3—20)
<b>KÖSZÖRÜLÉS</b>	forgó és a szerszám végzi	egyenes vonalú folyamatos és a szerszám, vagy a munkadarab végzi	Szabálytalanul sokélű
<b>ÜREGELÉS</b>	egyenes vonalú egyirányú és a szerszám végzi	nincs!	szabályosan többélű

### 3.1.4. A forgácsleválasztás folyamata



3.1.5. ábra: A forgácsleválasztás folyamata

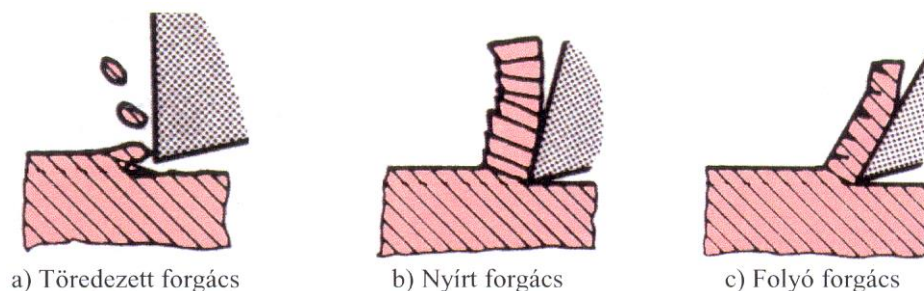
Az ábra a forgácsképződési folyamatot szemlélteti. Először a szerszám behatol a munkadarab anyagába, majd a homlokfelület előtti anyagrészt összetömöríti. A forgácsolóerő hatására az anyagban először rugalmas, majd később képlékeny deformáció keletkezik. Az ébredő feszültségek egy síknak feltételezett felület (*iránysík vagy csúszási sík*) mentén meghaladják az anyagrészecskék összetartó erejét, így az a szerszám haladási irányában bereped, felszakad az anyag. A szerszám előrehaladásával a forgács felkúszik a homlokfelületen, majd leválik a munkadarabról. Tehát a forgácsképződés a következő részfolyamatok sorozata:

- rugalmas alakváltozás,
- képlékeny alakváltozás,
- elcsúszás az irány síkban, azaz a forgács elem létrejötte,
- a forgács elem elmozdulása a szerszám homlokfelületén.

Ezeknek a mozzanatoknak az állandó ismétlődése révén jön létre a forgács. A forgács felületén gyakran szabad szemmel is jól láthatók a forgács elem-csúszások.

### 3.1.5. Forgácsfajták

A képződött forgács alapvetően három féle lehet.



a) Töredezett forgács

b) Nyírt forgács

c) Folyó forgács

3.1.6. ábra: Forgácsfajták

a) Töredezett forgács: Különálló, egymással nem kapcsolódó forgácselemek válnak le, melyek alakja és mérete jelentősen eltér egymástól. A kitöredezés a fém szemcsehatárai mentén történik, képlékeny alakváltozás nincs, a megmunkált felület érdes lesz. Rideg anyagok forgácsolásakor, illetve szívós anyagok kis vágósebességgel történő forgácsolásakor keletkezik töredezett forgács.

b) Lemezes vagy nyírt forgács: A leváló forgácselemek a keletkező hő és nyomás hatására részlegesen összehegednek. A forgácsnak a szerszám homloklapján lefutó oldala sima, a másik oldalon a forgácselemek szabad szemmel is jól láthatók. Lehet egyenes vagy csavart. Szívós anyagoknál közepes, rideg anyagoknál csak igen nagy forgácsoló sebesség esetén keletkezik.

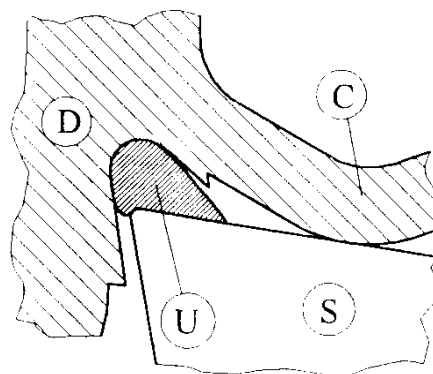
c) Folyó forgács: Szívós és képlékeny anyagok viszonylag nagy sebességgel történő megmunkálásánál keletkezik. A forgácsot alkotó forgácselemeket szabad szemmel nem lehet megkülönböztetni. Simító megmunkálásoknál folyó forgácsra kell törekedni a megfelelő felületi minőség miatt.

A keletkező forgács fajtája többféle tényezőtől függ, például:

- a munkadarab anyagától,
- a forgácsolási körülményektől (a vágósebességtől és a forgácsvastagságtól),
- a szerszámgeometriától (elsősorban a homlokszögtől),
- az alkalmazott hűtéstől, kenéstől stb.

Szívós anyagból is kaphatunk töredezett forgácsot kis forgácsoló sebességgel és nagy előtolással, viszont rideg anyagból (akár üvegből is) tudunk folyó forgácsot leválasztani nagy forgácsoló sebességgel, kis forgácsvastagság esetén.

Élrátétképződés: A szerszám homloklapjának élközeli részén, ahol a forgács mozgása irányt vált és lelassul, kialakul az úgynevezett stagnálási zóna. Itt az anyagrészcskék a nagy nyomás és a magas hőmérséklet hatására egymással és a szerszám anyagával összehegednek. Az így kialakult élrátét (U), miután magassága eléri egy meghatározott értéket darabokra törik és részben a forgáccsal, részben a munkadarabra ragadva azzal együtt távozik. Káros jelenség, a vágósebesség növelésével lehet megelőzni.

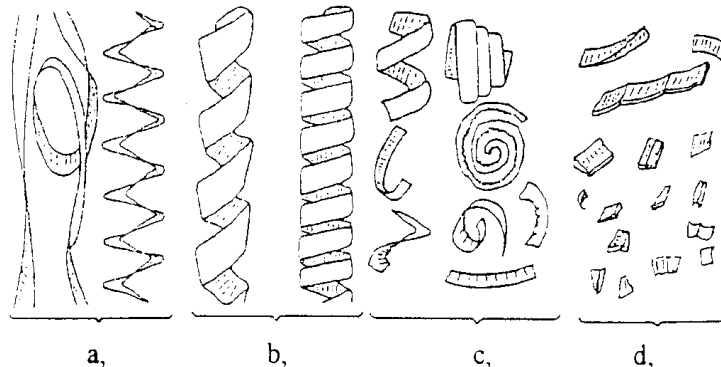


3.1.7. ábra: Élrátétképződés

#### Különböző forgácsalakok

Ha a leváló forgács kis sugarú alakzatot vesz fel, akkor a leválás után nem sokkal magától eltörik, könnyen kezelhetővé válik. Ezt nevezzük természetes forgácstörésnek, a forgácsalakot pedig tört forgácsnak (d. ábra). A folyó forgácsot, ami simító forgácsolásoknál a megmunkált felület minősége miatt elvárás (a, b. ábra), a leválás után

mesterséges forgácsolással tudjuk „feldarabolni” és ezáltal könnyen kezelhetővé alakítani. A forgácsolásról a 3.4. fejezetben bővebben lesz szó.



3.1.8. ábra: Különböző forgácsolások

### 3.1.6. A forgácsolási hő

A forgácsoláshoz bevitt teljesítmény (vagyis a mechanikai energia) a forgácsolásban végbemenő **alakváltozás** és a fellépő **súrlódás** miatt hővé alakul át. A keletkezett hőmennyiség általánosságban következőképpen oszlik el:

- kb. 75% a forgácsba,
- **kb. 20 % a szerszámba,**
- kb. 4 % a munkadarabba, és
- kb. 1% a környezetbe jut.

Ezt a hőeloszlást sokféle tényező befolyásolja, például a technológia jellege (esztergálásnál vagy fúrásnál vizsgáljuk a hőfejlődést), a munkadarab anyagminősége stb. A forgácsolásnál keletkező hőmennyiség szerszám élettartamát kedvezőtlenül befolyásolja, ezért lehetőleg csökkenteni kell.

A forgácsolási hő káros hatása csökkenthető:

- a forgácsolási adatok ( $v_c$ ,  $f$ ,  $a$ ) helyes megválasztásával,
- optimális szerszámialakítással,
- hőelvezetés javításával (hűtéssel)
- a súrlódás csökkentésével (kenéssel, bevonatolással).

Itt kell megemlíteni a hűtés-kenés „dualitását”, kettős funkcióját. Vannak forgácsolások, ahol, a hűtés funkció dominál, a kenés szinte elhanyagolható. Ilyen forgácsolások a nagyoló megmunkálások. A simító megmunkálásoknál a kenés funkciónak is jelentős szerepe. Az üregelési technológiánál például a kenésnek van nagyobb szerepe.

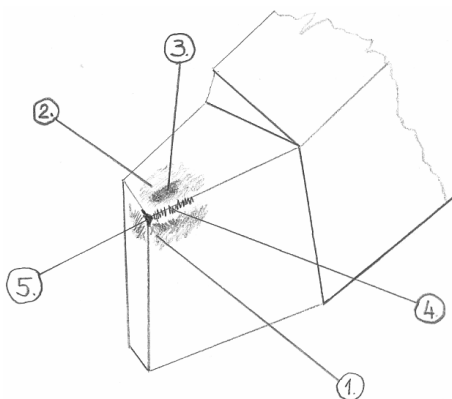
### 3.1.7. Forgácsoló szerszámok kopása, élettartam

A forgácsolószerszámok működésük közben fokozatosan elhasználódnak, kopnak, tehát a szerszámkopás nem rendellenesség, forgácsolási „betegség”, hanem a forgácsleválasztással együtt járó, természetes jelenség. A kopást bonyolult fizikai és kémiai folyamatok okozzák (abrázió, adhézió, diffúzió oxidáció stb.)

A szerszámkopás megnyilvánulási formái:

- a munkadarab felületi minősége romlik,
- a forgács alakja megváltozik, elszíneződik,
- a forgácsolóerő megnő,
- a hőfejlődés fokozódik
- rendellenes rezgések, hanghatások keletkeznek.

Kopásformák. Általában egyidejűleg több kopásforma együtt jelentkezik. A kopás fajtáit legjobban egy esztergakés esetében tudjuk szemléltetni.



- 1. hátkopás  
(rideg anyagoknál, simításnál)
- 2. homlokkopás  
(nagyolásnál)
- 3. kráterkopás  
(szívós anyagok nagyolásánál)
- 4. élkopás  
(műanyagok forgácsolásánál)
- 5. csúcskopás  
(simításnál, kis csúcssugár esetén)

3.1.9. ábra: Kopásfajták

Kopásgörbe: A kopásgörbe a forgácsolószerszám kopásának mértékét mutatja a forgácsolással eltöltött idő függvényében. A szerszám elhasználódási folyamatának három, egymástól jól elkülöníthető szakasza van.

I. Kezdeti kopás (bekopás) szakasza

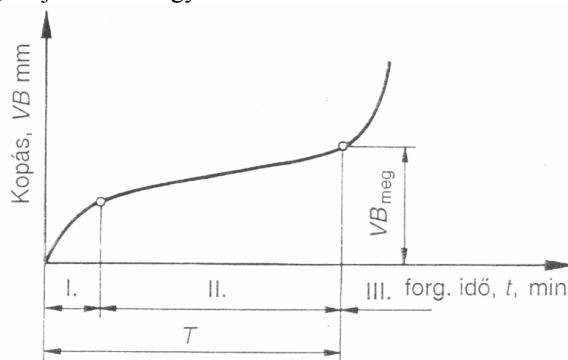
Az élezett szerszámról az élezésből adódó mikroegyenetlenségek lekopnak.

II. Egyenletes kopás szakasza

A görbe kis meredekségű, mert viszonylag hosszú forgácsolással eltöltött időhöz minimális kopás tartozik.

III. Túlkopási szakasz

A kopott szerszám miatt megnő a súrlódás, intenzívebb a hőfejlődés. A szerszám rohamosan kopik, majd tönkremegy.



3.1.10. ábra: Kopásgörbe

Éltartam: A szerszám utánélezés nélkül forgácsolással eltöltött ideje. Vagyis az a forgácsolással eltöltött idő, ami a megengedett kopás eléréséig tart.

Jele: **T**, mértékegysége: **perc (min)**

A szerszámok utánélezését még a túlkopási szakasz előtt kell elvégezni.

Az éltartamot befolyásoló tényezők:

**a) Forgácsolósebesség**

Ez a legfontosabb befolyásoló tényező. Minél nagyobb sebességgel forgácsolunk, annál rövidebb idő alatt éri el a szerszámkopás a megengedett értéket. Ennek oka az, hogy a nagyobb sebességhez tartozó nagyobb forgácsolási hőmérsékleten csökken a szerszám kopásállósága, másrészt pedig nagyobb sebesség esetén az időegység alatt a szerszám nagyobb utat tesz meg, tehát több anyag koptatja a szerszámot. Az úgynevezett **Taylor-képletből** vezethető le a következő összefüggés:  $v_0 \cdot T_0^m = v_1 \cdot T_1^m$ , ahol

$v_0$  = gazdaságos forgácsoló sebesség,

$T_0$  = a gazdaságos forgácsolási sebességhez tartozó éltartam,

$v_1$  = megváltozott forgácsoló sebesség,

$T_1$  = a megváltozott forgácsolási sebességhez tartozó éltartam,

$m$  = éltartam kitevő, amely a szerszám anyagminőségétől függ.

Látható, hogy a hatványfüggvény miatt már viszonylag kismértékű vágósebesség változás is nagymértékű éltartam változást okoz. Az üzemi gyakorlatban a szerszámgyártók által közreadott éltartamokhoz határozzuk meg a szerszámgépen megvalósítandó forgácsoló sebességet, és ez alapján számoljuk ki a gépen beállítandó fordulatszámokat.

**b) Előtolás.** Növelésével az éltartam csökken.

**c) Fogásvétel.** Növelésével az éltartam csökkenése nem olyan jelentős, mint az előtolás hatására, mert a fogásvétel növelésével csökken a szerszám egységnyi élvonalhosszára jutó terhelés, viszont a szerszámél hőterhelése nő.

**d) A munkadarab anyaga.** Minél jobban megmunkálható valamely anyag, annál nagyobb éltartama lesz az azt forgácsoló szerszámnak. A kisebb fajlagos forgácsolási ellenállással ( $k_c$ ) rendelkező anyagok forgácsolásánál nagyobb lesz a szerszám éltartama.

**e) A szerszám anyaga.** Minél jobb a szerszám forgácsoló képessége, annál nagyobb az éltartam, vagy azonos éltartam mellett nagyobb sebességgel lehet vele forgácsolni.

**f) Szerszámkialakítás.** A megfelelő élgeometria (homlokszög, hétszög, főél-elhelyezési szög, csúcssugar stb. értéke) erősen befolyásolja az éltartamot.

**g) Hűtés-kenés.** Megfelelő, jól megválasztott hűtés-kenéssel a vágósebesség 15-20%-al növelhető, változatlan éltartam mellett.

*3.1.8. Forgácsolóerő, a forgácsolás teljesítményszükséglete*

A forgácsleválasztás megfelelő erő hatására jön létre. A forgácsolóerő ( $F_c$ ) igénybe veszi az MKGSI rendszer minden elemét. A szerszámterhelés, valamint a szükséges gépteljesítménynek a meghatározásához szükség van a forgácsolóerő ismeretére. A forgácsolóerőt laboratóriumi körülmények között mérésekkel is meg lehet határozni. A gyakorlatban legtöbbször számítással határozzuk meg leválasztott forgács keresztmetszetéből ( $A$ ) és a fajlagos forgácsolóerőből ( $k_c$ ), a következő összefüggés alapján:  $F_c = k_c \cdot A$  (N).

A forgácskeresztmetszet állandó keresztmetszetű forgács esetében az előtolás és a fogásmélység szorzata:  $A = f \cdot a$  ( $\text{mm}^2$ ).

A fajlagos forgácsolóerő (vagy fajlagos forgácsolási ellenállás) azt mutatja meg, hogy az adott technológiánál az adott anyagminőségű munkadarabról  $1\text{mm}^2$  keresztmetszetű

forgács leválasztásához hány N erő szükséges. Mértékegysége tehát  $\frac{N}{\text{mm}^2}$ .

A forgácsoláshoz szükséges teljesítmény a forgácsolóerő és a forgácsolósebesség szorzata.  $P_c = F_c \cdot v_t$  (W), ahol a  $v_t$  a beállított fordulatszámából számított tényleges vágósebesség ( $\frac{m}{s}$ ). A kiszámított forgácsolási teljesítmény alapján eldönthető, hogy egy adott teljesítményű és hatásfokú szerszámgépen egy bizonyos forgácsolás elvégezhető-e.

### 3.1.9. A forgácsolószerszámok és anyaguk

Egy forgácsolás elvégzéséhez a megfelelő szerszám kiválasztása sok tényezőtől függ, ezért nagy körültekintést és gyakorlatot igényel. A szerszám típusának a kiválasztására általános érvényű szabályok nincsenek. A munkadarab alakja, mérete, illetve a megmunkált felületek bizonyos támpontot nyújtanak a szerszám típusának megválasztásához. A szerszám alakját gazdaságossági kérdések is befolyásolhatják: választható például ugyanannak a felületnek a megmunkálására olcsó, de kis termelékenységű egyenes fogú palástmaró, vagy drágább, de nagyobb termelékenységű ferde fogú palástmaró. A szerszám típusának kiválasztásakor mindig támaszkodni kell a gyakorlati tapasztalatokra és a szabványokra. A forgácsoló szerszámokkal szemben két fő követelményt támasztunk. Eszerint alkalmas legyen a meghatározott anyagréz gazdaságos leválasztására, és a munkadarab előírt méretpontosságának, alakhűségének és felületi érdességének biztosítására.

A különböző forgácsolási feladatok ellátására sokféle forgácsoló szerszám létezik.

Ezeket az alábbi szempontok szerint csoportosíthatjuk:

- **az élék száma szerint** lehet egyélű, kétélű, szabályosan többélű és szabálytalanul sokélű
- **az alkalmazás szerint** van esztergakés, gyalukés, fűrő, maró, üregelő túske stb.
- **a dolgozó rész anyaga szerint** szerszámacél, keményfém, kerámia, gyémánt és egyéb anyag
- **szerkezeti kivitel szerint** tömör, tompán hegesztett, váltólapkás, betétkéses stb.
- **egyéb szempontok szerint** (pl. az élszögek nagysága, a szerszám méretei stb.).

#### Szerszámanyagokkal szemben támasztott követelmények:

A forgácsoló szerszámok anyagának a kiválasztásakor a következő jellemzőket kell figyelembe venni: az anyag keménységét (kopásállóságát), szilárdságát, szívósságát, hőkezelhetőségét és a gazdaságossági kérdéseket.

A szerszámok anyagának kiválasztásakor sok egymással ellentétes szempont figyelembevételével kell dönteni. Ha például csak az éltartósságot tartanánk szem előtt, akkor pl. a gyorsacélt egyértelműen előnybe kellene részesíteni a szénacéllal szemben. Ha viszont csak a szerszámanyag árát vennénk figyelembe, akkor éppen ellenkezőleg kellene dönteni, mert a szénacélok ára csak kb. egy tizede a gyorsacél árának.

A forgácsoló szerszámok készítéséhez az alábbi anyagokat használják:

- acél alapú szerszámanyagok
  - ötvözetlen szerszámacélok
  - ötvözött szerszámacélok
  - gyorsacélok
- keményfémek



- kerámia szerszámanyagok
- egyéb szerszámanyagok (CBN: köbös bórnitrid, gyémánt)

#### **Ötvözetlen szerszámacélok**

Forgácsoló szerszámok készítésére a 0,6-1,5 % C-tartalmú acélanyagok használatosak. A szénacélok előnyei: olcsók, könnyen megmunkálhatók, edzési hőmérsékletük alacsony. Jól használhatók kis forgácsolási sebességű és kis teljesítményű szerszámokhoz. Hátrányai: csak kis forgácsolási sebességgel lehet velük dolgozni, mert 250°C felett keménységük rohamosan csökken. A szénacél szerszámok köszörülését csak bőséges vízhűtéssel, lehet elvégezni, mert a köszörülési hő hatására is kilágyulhatnak. Menetfűrók, menetmetszők, dörzsárak készülnek belőle.

#### **Ötvözött szerszámacélok**

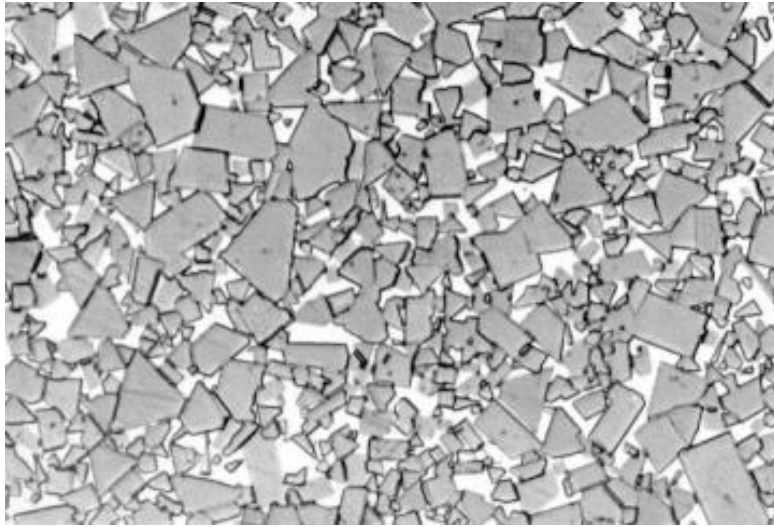
Ebbe a csoportba tartoznak a króm, a mangán és a volfrám ötvözésű acélok. A króm acélok jele K (K1...K6), a mangánacélok jele M (M1...M2), a volfrámacéloké pedig W (W1...W10). A króm növeli az átedzhetőséget és a megeresztéssel szembeni ellenállást. A krómkarbidok növelik a keménységet. A volfrám növeli a szilárdságot és az éltartósságot, a mangán növeli a melegszilárdságot és csökkenti a kritikus lehűlési sebességet.

#### **Gyorsacélok**

MSZ szerinti jelölésük: R1-R14, ami az angol Rapid = gyors szóból ered. Az új, MSZ EN jelölésük HSS betűkkel és számokkal történik pl. HSS 10-4-3-10. Ennek értelmezése: HSS az angol High Speed Steel = nagy sebességű acél kifejezésből, a számok pedig sorrendben a W – Mo – V - Co %-os mennyiségét mutatják. A Cr mennyiségét, ami 3,8-4,5 %, nem jelölik. Hőállóságuk 550 – 600°C. A gyorsacélokat a hagyományos acélgyártó eljárásokon kívül porkohászati úton (szintereléssel) is elő lehet állítani. Főleg gépi forgácsológépszerszámokat, csigafűrókat, marókat, gépi dörzsárakat, esztergákéseket stb. készítenek belőle. A gyorsacélok legjellegzetesebb tulajdonsága a nagy W-tartalom, ami nagy éltartósságot és nagy forgácsolási teljesítményt biztosít.

#### **Keményfémek**

A keményfém a mai korszerű szerszámok leginkább használt anyaga. A gyorsacéllal ellentétben a keményfém alapanyaga nem vas, hanem wolfram-karbid (WC), amelyet kiegészíthetnek más karbidok (TiC, TaC) és a kobalt, mint összekötő elem. A keményfém a gyorsacélnál nagyobb nyomószilárdsággal rendelkezik, keményebb, kopásállóbb, de ridegebb, törekenyebb, mert hajlítószilárdsága kisebb. A keményfém minőségét és tulajdonságait az alapanyagok aránya adja (több Co = nagyobb szívósság, kisebb keménység). A szemcsenagyság csökkentésével a keményfém is javítható. Az első porkohászati keményfém (Co kötőfémbe ágyazott WC) 1923-ban állították elő a német Krupp cégnél, Widia márkanéven szabadalmazták, és forgalmazzák ma is. (Elnevezése a wie Diamant = mint a gyémánt kifejezésből ered.)



3.1.11. ábra: A keményfém szerkezete

A forgácsoló szerszámok készítéséhez használt keményfémek wolfram-, titán- és kobaltkarbidokból álló anyagok. Az alkotókat finom porrá őrlik, ebből különböző alakú, kisméretű lapkákat sajtolnak, ezeket kemencében előzsugorítják, majd ezt követi a készre zsugorítás. Az így készített lapkák elérik forgácsolási keménységüket, amely utólagos hőkezeléssel már nem szabályozható. Mivel a keményfémek drágák, keményfemből csak ritkán gyártanak tömör, teljes szerszámot. A forgácsoló lapkákat különböző szerszámacélből vagy szerkezeti acélből készült szerszámtesten kialakított fészekbe rögzítik (mechanikusan vagy forrasztással).

#### **Kerámiák**

A kerámia lapkák alapanyaga tiszta alumíniumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), amit por alakban lapkákká sajtolnak, és égetve zsugorítanak. Az ilyen anyagok nagy keménységűek és kb.  $900^\circ\text{C}$ -ig éltartóak. Hátrányuk, hogy nagyon ridegek, ezért hajlítószilárdságuk csekély, köszörülésük nehéz. Kis előtolással és nagy forgácsolási sebességgel kell velük dolgozni. A lapkákat mechanikusan lehet a szerszámtestre erősíteni.

#### **Gyémánt**

A gyémánt a legkeményebb anyag, ezért éltartóssága igen nagy, az előforduló legnagyobb forgácsolási sebességet is elbírja. Nyomószilárdsága nagy, hajlítószilárdsága viszont kicsi. A gyémánt szerszám köszörülése csak különleges csiszolási módszerrel lehetséges. A gyémántbetétes szerszámokat csak különleges finom megmunkálásokhoz használják. Az ilyen szerszámokkal kis előtolással, kis fogásmélységgel és nagy forgácsolási sebességgel szabad forgácsolni. A gyémánt betétek befogása a szerszámtestbe mechanikus rögzítéssel vagy befoglaló forrasztással végezhető el.

### 3.2. Gyártási technológia elkészítése

#### *3.2.1. Gyártástechnológiai alapismeretek*

A **gépgyártástechnológia** a műszaki tudományoknak az egyik ága, amely a gépek, gépipari berendezések és az alkatrészek előállításának kérdéseivel foglalkozik. Két fő munkaterületét lehet megkülönböztetni: a tervezést és a kivitelezést. A gépi forgácsoló

szakember elsősorban az alkatrészek forgácsolással történő előállítását, tehát a kivitelezést végzi, de egy szakmáját „mester” szinten végző szakmunkástól elvárható, hogy a gyártástervezés területéről is megfelelő ismeretei legyenek. A forgácsoló szakember végezheti munkáját előre kidolgozott, részletes technológiai dokumentációk alapján is, de előfordulhat olyan eset, amikor egy alkatrészarajz (esetleg egy meghibásodott, törött alkatrész) alapján saját magának kell kidolgoznia a szakmailag helyes, gazdaságos végrehajtást, a forgácsolási folyamat megtervezését. Ehhez nélkülözhetetlen a gyártástechnológiai és művelettervezési alapok ismerete. A gyártástervezésen a gyártási folyamatok részletes, egyértelmű, előre történő megtervezését és rögzítését értjük, melynek legfontosabb területe a művelettervezés.

### **Gyártási rendszerek és gyártási módok.**

A gyártási folyamatot és azon belül a művelettervezést nagymértékben befolyásolja, hogy a termék milyen gyártási rendszerben és milyen gyártási módon készül.

A termékek előállítása háromféle gyártási rendszerben történhet: műhelyrendszerű gyártásban, csoportrendszerű (ciklus) gyártásban és folyamrendszerű (szalag) gyártásban. A gyártási módok - az alkatrészek gyártandó darabszámától függően – szintén háromfélék lehetnek. Ezek a következők: egyedi gyártás, sorozatgyártás és tömeggyártás.

Az **egyedi gyártásban** az alkatrészek darabonként készülnek. Univerzális gépi berendezéseket, egyetemes készülékeket használnak. Speciális gyártóeszközöket nem alkalmaznak, mert nem kifizetődőek, ezzel szemben jól képzett, nagy szaktudással rendelkező munkaerőre van szükség, hogy az előírt minőséget biztosítani lehessen. Az egyedi gyártás általában műhelyrendszerben történik. Az egyedi gyártás a részletes művelettervezést sokszor teljesen nélkülözi, esetleg vázlatos művelati utasításokkal, vagy csak vázlatos rajzi dokumentációval találkozhatunk. **Sorozatgyártás** esetében egy-egy szerszámgépen ugyanazt a műveletet egymás után többször végzik el. Az univerzális gépeket sok speciális gyártóeszkővel látják el, és egyes helyeken a szakmunkásokat olcsóbb betanított munkaerő is helyettesítheti. A gyártás alatt lévő szériák periodikusan ismétlődnek. Sorozatgyártásnál fordul elő leggyakrabban a ciklusos gyártási rendszer és itt már részletesen kidolgozott művelettervekkel találkozunk. **Tömeggyártásnál** egy munkahelyen csak egy művelet készül el. Nagyfokú automatizálású célgépeken kis szakképzettségű munkaerő dolgozik. Általában folyamrendszerű gyártásban valósul meg.

**Művelettervezés** alatt a technológiai folyamatok részletes és egyértelmű megtervezését, a tervek írásban és rajzban való rögzítését értjük, amely nagymértékben függ a gyártási módtól.

**Műveletnek** nevezzük a technológiai folyamatnak azt az önmagában befejezett részét, amelyet egy munkás, egy munkahelyen, egy meghatározott munkadarabon, meghatározott gyártóeszközökkel megszakítás nélkül végez. Az alkatrészek forgácsolásánál általában egy adott gépen egy felfogásban elvégzett megmunkálási folyamatszakaszt értjük műveleten. Törekedni kell arra, hogy lehetőleg minél kevesebb befogásból, felfogásból forgácsoljuk készre az alkatrészt, hiszen új műveletnél, új befogásnál bázisváltási hiba léphet fel. Jellegzetes folyamatszakaszok: a nagyolás, a simítás és a készre munkálás. Egy alkatrész elkészítésénél az előgyártmány fajtájától függően gyakran találkozunk darabolási művelettel és a különféle forgácsolásokkal, pl. esztergálás, marás, fúrás, köszörülés stb. Külön műveletként szerepelnek a hőkezelő eljárások, illetve a gyártás közbeni minőségellenőrzések és a végellenőrzés.

A **műveletelem** a műveleten belüli legkisebb, különválasztható, jól megfogalmazható és még tervezhető rész. Megkülönböztetünk fő műveletelemeket és mellék műveletelemeket.

A **fő műveletelemek** a forgácsolási műveletben az alkatrész egy-egy felületének (felületcsoportjának) kialakulását eredményező folyamatrészek. (pl. oldalaz tisztára, központfuratot fúr, simító esztergál Ø50,2mm-re 48mm hosszon, beszúr Ø23 x 1,2H12, élet letör 2x45°-ban stb.)

A **mellék műveletelemek** a munkadarab felületének kialakításában közvetlenül nem vesznek részt, de nélkülük a technológia nem valósul meg. Mellék műveletelemek a munkadarabok be- és kifogása, ütköztetése, megtámasztása, a műveletek közbeni szerszámcsere, ellenőrző mérések stb.

### 3.2.2. Előgyártmányok

Azt a **nyersdarabot**, amely a forgácsolt munkadarab kiindulási anyaga előgyártmánynak nevezzük. A nyersdarab külső méretei nagyobbak, belső méretei kisebbek a kész munkadarab méreténél. A különbséget nevezzük **ráhagyásnak**, amit a forgácsolás során egy vagy több lépésben (általában több fogással) választunk le. A túl nagy, felesleges ráhagyásokat kerülni kell, mert az megnöveli az anyagköltséget és a forgácsolás költségeit. A túlságosan kis ráhagyások viszont selejtet okozhatnak: az elvégzett forgácsolási művelet után már „nem adja ki” a munkadarab a szükséges méretet.

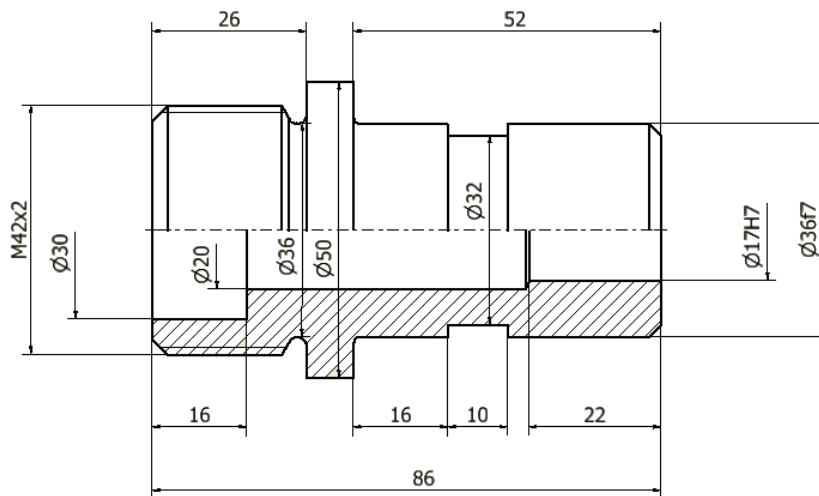
#### Az előgyártmányok megválasztása

A forgácsolt fémalkatrészek előgyártmányai a következők lehetnek:

- Hengerelt,
- Húzott,
- Kovácsolt
- Öntött,
- Sajtolt.

Az előgyártmány célszerű megválasztásánál műszaki és gazdaságossági szempontok játszanak szerepet. Egy nagyobb méretű lépcsős tengely előgyártmánya lehet hengerelt köracél vagy süllyesztékben kovácsolt kovácsdarab. A hengerelt előgyártmánynál sokkal több a hulladék, viszont nem jelentkezik a süllyesztékkészítés és a kovácsolás költsége. A kovácsolt előgyártmánynak azonban sokkal jobb a mechanikai, szilárdsági tulajdonságai az átkovácsolás és a kedvező szálelrendeződés miatt. Egyedi gyártás esetén elképzelhető a hengerelt előgyártmány, (esetleg szabadon alakított kovácsdarab), de sorozatgyártásnál mindenképpen süllyesztékben kovácsolt előgyártmányt választunk. A másik példánk legyen egy kisebb fejes csapszeg-szerű alkatrész. Az előgyártmánya lehet hengerelt vagy húzott köracél. Egyedi gyártás esetén hengerelt előgyártmányt választunk (esetleg a legnagyobb átmérőt is forgácsolva), míg sorozat- és tömeggyártásnál a drágább, de a legnagyobb átmérőnek megfelelő méretű húzott köracélt választjuk. Itt a húzott átmérőjű méret a kész munkadarabon már nem lesz forgácsolva, hiszen a hideg húzással elérhető felületi minőség és méretpontosság már megfelel az elvárásoknak. Vannak olyan esetek, amikor az előgyártmány már teljesen determinált, nincs választási lehetőség: például egy forgácsolással készremunkált öntvényház előgyártmánya csak öntéssel készülhet. Itt kell megemlíteni, hogy a hegesztési technológiák fejlődésének következtében az üreges, szekrényyszerű öntvényeket már több helyen kiszorítja az olcsóbb hegesztett előgyártmány. Az előgyártmányok megválasztásánál természetesen figyelembe kell venni az anyagminőséget is.

A következő **példánkban** (3.2.1. ábra) egy esztergálással készített alkatrész előgyártmány választásának gondolatmenetét ismertetjük: Az előgyártmány kiválasztásánál az Ø50-es méretet és a hossz méretet kell figyelembe venni. Az alkatrész alakjából adódik, hogy köracél előgyártmányt választunk, ami melegen hengerelt vagy hidegen húzott állapotban kapható a kereskedelemben (az utóbbi azonos anyagminőségnél magasabb áron). A melegen hengereltnél a tűrés  $\phi 50_{-1,0}^{+0,6}$  mm. Figyelembe véve a külső revés, elszéntelenedett réteget, az Ø50-es méret nem „adja ki” a munkadarabot, tehát melegen



3.2.1. ábra: Előgyártmány megválasztása

hengerelt előgyártmány esetében az Ø55 mm-es méretet kell választanunk. A hidegen húzott kivitelnél a tűrés h11, vagyis a tűrésezett méret  $\phi 50_{-0,16}^0$  mm, ami már megfelel a munkadarabhoz. A hossz méretnél a darabolási ráhagyást 4mm-re választjuk. Az anyagminőséget figyelembe véve (Fenyvessy Tibor – Fuchs Rudolf – Plósz Antal: Műszaki táblázatok NS 108 027606 001-3), három választási lehetőségünk van: S jelű szerkezeti acél, E jelű gépacél, vagy C jelű karbonacél választása.

### 3.2.3. Művelettervezési dokumentációk

A forgácsolt alkatrészek művelettervezése az **alkatrészrajzok** alapján történik. Az alkatrészrajz készülhet manuálisan (szerkesztett vagy szabadkézi vázlat formájában), és számítógép segítségével valamilyen rajzolóprogram alkalmazásával. Az utóbbi sokkal flexibilisebb, nem igényel kézügyességet, viszont megfelelő informatikai háttérismeretek kellene hozzá. Az alkatrészrajzok egyértelmű, magabiztos értelmezése, a „rajzolvasási” képesség elengedhetetlen egy mester szintű szakember számára.

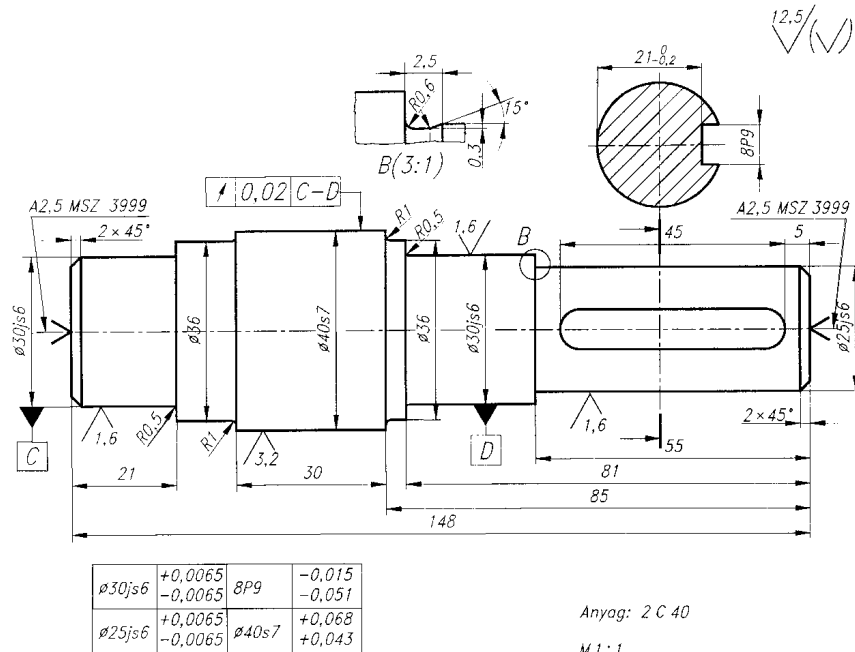
Az **alkatrészrajzok tartalmát** egy forgácsolással készített tengely alkatrészrajza alapján foglaljuk össze. (3.2.2. ábra)

a) Az alkatrész geometriai alakját az **ábrázolási módok** alkalmazásával adjuk meg. A műszaki rajzokon vetületi ábrázolást alkalmazunk, ami lehet európai és amerikai vetítési mód szerinti. Az európai vetületrendet rajzainkon előnybe kell részesíteni. Az ábrázolási módok sokfélék lehetnek: nézeti, metszeti képek, szelvények, kiegészítő ábrázolások, egyszerűsített és jelképes ábrázolások stb.). Ezt a tengelyt nézettel, nyomvonalra rajzolt szelvényvel és egy kiemelt részlettel ábrázoltuk. Az ábrázolás értelmezésével el tudjuk képzelni a tengely alakját, a rajta található kiképzéseket, vállakat, beszúrást, hornyot stb., de nem tudjuk megállapítani, hogy mekkora a rajzolt objektum.

b) Az alkatrész nagyságát, méreteit a **méretmegadás** szabványban rögzített elemeivel (méretszám, méretvonal, méret segédvonal és méretvonal határoló) és szabályainak betartásával adjuk meg.

c) **Tűrés.** Tökéletes minőségű gyártás nem valósítható meg. Meg kell adni az ideális mérettől, alaktól, helyzettől a még megengedett eltérést. Ezt nevezzük tűrésnek. A

névleges mérettől való megengedett eltérés a mérettűrés. Kétféle módon adható meg: határeltéréses megadással vagy ISO rendszerű mérettűréssel. Határeltéréses mérettűrést a



3.2.2. ábra: Lépcsős tengely alkatrészrajza

horonymélység megadásánál láthatunk. ISO rendszerű, vagy más néven táblázatos mérettűrés 4 db van az alkatrészrajzon. Ezeknél a határeltéréseket táblázatból kell kikeresni és kis táblázatban kell rögzíteni; innen az elnevezése. Az ideális alaktól a megengedett eltérés az alaktűrés (pl. köralakúság, egyenesség tűrése). Ilyennel a rajzunkon nem találkozunk. Az ideális helyzettől való megengedett eltérést nevezzük helyzettűrésnek. A tengely rajzán az C és D betűkkel jelölt csapágyazási felületekhez képest az  $\varnothing 40s7$  tűrésezett méretű hordozócsap radiális ütése 0,02mm-nél kisebb kell, hogy legyen. A méret-, alak- és helyzettűréseket **makrogeometriai eltéréseknek** nevezzük. A megmunkált felület minőségére vonatkozó minőségi követelményeket **mikrogeometriai eltéréseknek** nevezzük. Az érdességre vonatkozó előírásokat érdességi jelekkel és érdességi mérőszámokkal adjuk meg. Például a lépcsős tengelyen az  $\varnothing 30j_s6$  tűrésezett méretű tengelycsapok és az  $\varnothing 25j_s6$  tűrésezett méretű végcsap átlagos felületi érdessége 1,6 $\mu$ m, az  $\varnothing 40s7$  tűrésezett méretű hordozócsap átlagos érdessége 3,2 $\mu$ m, az összes többi felületre a kiemelt érdességi előírás vonatkozik, amit az alkatrészrajz jobb felső sarkában kell feltüntetni (12,5 $\mu$ m). A rajzon még szerepelhet szöveges utasítás is, például felületkikészítésre, hőkezelésre vonatkozó előírások. Fontos szabály, hogy feleslegesen túl nagy pontosságot nem szabad előírni, hiszen az a gyártási költségeket növeli.

Láthatjuk, hogy az alkatrészrajz előírásait csak a helyesen kidolgozott és végrehajtott gyártástechnológiával tudjuk teljesíteni.

A szerelés jellegzetes rajztípusa az **összeállítási rajz**, amely az összeszerelendő elemek, alkatrészek egymáshoz viszonyított helyzetét adja meg. Az összeállítási rajzokon található táblázat, a darabjegyzék a tételszámozással az alkatrészek azonosítására szolgál. A gépi forgácsoló szakemberek munkájuk során inkább alkatrészrajzokkal találkoznak.

### Műveleti sorrend

Olyan művelettervezési dokumentáció, amely tartalmazza a műveletek végrehajtásának sorrendjét, valamint az előzési sorrend lehetséges változatait arra az esetre, ha gépek leterheltsége, vagy valamilyen gyártóeszköz hiánya ennek a sorrendnek a betartását nem teszi lehetővé. Természetesen csak ott lehet műveletelőzési sorrendet felállítani, ahol ezt a technológia megengedi. (pl. az edzést és a köszörülést, vagy a nagyoló és simítóesztergálást nem lehet felcserélni, de egy horonymarást és a bordamarást lehet) A műveleti sorrend tartalmazza az egyes műveleteknél alkalmazott munkagép típusát, illetve berendezés megnevezését (pl. oszlopos fűrőgép, hőkezelő kemence stb.). A következő táblázatban (3.2.3. ábra) a lépcsős tengely elkészítésének műveleti sorrendje látható. Esetünkben csak az esztergálás I. és II., illetve a palástköszörülés I. és II. műveletek cserélhetők fel, ami a gépleterhelést nem befolyásolja.

Művelet sorszáma	Művelet megnevezése	Megmunkálógép, berendezés
1	Darabolás	OPTI S275G szalagfűrészgép
2	Esztergálás I.	E 400 egyetemes csúcseszterga
3	Esztergálás II.	E 400 egyetemes csúcseszterga
4	Horonymarás	ME 1000 konzolos marógép
5	Hőkezelés	Hőkezelő berendezés
6	Palástköszörülés I.	KU 250 egyetemes palástköszörűgép
7	Palástköszörülés II.	KU 250 egyetemes palástköszörűgép
8	Végellenőrzés	Mérő és ellenőrző eszközök

3.2.3. ábra: Műveleti sorrend

### Műveletterv

Olyan űrlap, amelyen a művelettervező a forgácsolt alkatrész (vagy egyéb termék) megmunkálását megtervezi. Rögzíti mindazokat a főbb adatokat, amelyek az adott munkadarab elkészítéséhez szükségesek. A műveletterv a technológus saját használatára készülő tervezési dokumentáció, amelyet a termelés részére (a műhelyeknek) nem adnak ki. Tartalmazza a teljes műveletsort, ugyanis a műveletterv alapján készülnek a műveleteket végrehajtó szakmunkásokhoz kikerülő műveleti utasítások. **Áttekintést ad a gyártmány elkészítésének teljes menetéről.** Művelettervet általában bonyolultabb alkatrészek sorozatgyártásához készítenek

A művelettervekben a következő információk szerepelnek:

- a munkadarab megnevezése,
- azonosítási jelek, számok,
- anyagminőség, anyagnorma,
- műveletek megnevezése, jele, sorrendje
- műveletek leírása,
- műveleti vázlatrajzok a műveletvégi állapotban, egyezményes rajzi és színjelöléssel,
- az adott műveletet végző termelőegység megnevezése,
- az adott műveletet végző gép, vagy berendezés típusa,
- az adott művelet elkészítésénél alkalmazott készülékek, szerszámok, mérőeszközök,
- a műveleteknél az ellenőrzésre vonatkozó előírások,
- megjegyzések.

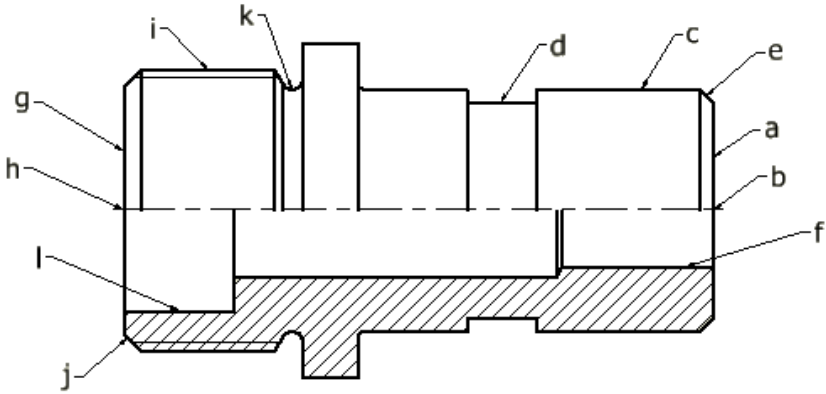
### Műveleti utasítás

A műveleti utasítás részletes utasítás egy adott művelet elvégzéséről. Tulajdonképpen a műveletterv egyes műveleteinek különálló lapokon való leírása. Tartalmazza az adott művelet tagozódását (a fő- és mellékműveletelemeket) és az elvégzésükhöz szükséges valamennyi információt. A műveleti utasítást a műveletet végrehajtó dolgozó kapja, általában másolt formában. A műveleti utasításon lévő rajzon a munkadarab a műveletvégi állapotban van ábrázolva, és csak az adott művelet elvégzéséhez szükséges méretek találhatóak meg rajta. Sokszor a méretek sincsenek a rajzon feltüntetve, csak a műveletelemek azonosításához szükséges betűjelek. A befogást, ütköztetést, megtámasztást stb. egyezményes technológiai jelekkel szintén jelölhetik a rajzos műveleti utasítás ábráján. Természetesen az alkatészrajzot a műveleti utasításokhoz mindig mellékelik.

Az úrlapon külön oszlop található ez egyes műveletelemeknél alkalmazott szerszámok, illetve mérő- és ellenőrző eszközök feltüntetésére. A megmunkálások normaideje is leolvasható a dokumentumról.

A műveletelemek fő technológiai paramétereit is tartalmazzák a műveleti utasítások (fogásmélység, előtolás, fordulatszám, forgácsolósebesség, fogások száma).

A következő ábrán (3.2.4. ábra) egy forgácsolással készült alkatrész műveleti utasítása látható esztergálási műveletre:

	<b>MŰVELETI UTASÍTÁS</b>		Megnevezés: BEFOGÓCS AP
Gyártmány:			Művelet megnevezése : <b>Esztergálás</b>
Rajzszám:	Anyag:  C 45	Kiinduló méret:  Ø50x100	Hőkezelési állapot Gyártási jel:
Műveleti vázlat: 			
Befogás:	Hárompofás tokmányba	Géptípus: E 400	



Készülék:								egyetemes csúcseszterga
Műveletelemek:	jel	a	f	v <sub>c</sub>	n	i	L	Szerszám és mérőeszköz
	-	mm	mm	$\frac{m}{min}$	$\frac{ford}{min}$	-	mm	
<b>Esztergálás</b>								Tolómérő, mikrométer
Hárompofás tokmányba befog								
Oldalaz tisztára	a	1	0,1		560	1		Homlokélű esztergakés
Központot fűr	b		kézi		560	1		A 2,5 központfűrő
Hosszesztergál Ø37mm-re	c	3	0,25	40	335	2	51	Oldalélű esztergakés
Élet letör 2x45°-ra	e		0,1	40	335	1		Oldalélű esztergakés
Beszúr Ø32x10mm-re	d		0,1	11,5	112	1		Szűrő esztergakés
Simítóesztergál Ø36f7	c	0,5	0,15	102	900	1	24	Oldalélű esztergakés
Simítóesztergál Ø36 <sub>0</sub> <sup>+0,1</sup>	c	0,5	0,15	102	900	1	16	Oldalélű esztergakés
Előfűr Ø10x50mm-re	f		kézi	10	335	1	50	Hengeresszárú csigafűrő
Felfűr Ø16,8x45mm-re, sorjáz	f		kézi	18	335	1	45	Kúposzárú csigafűrő
Dörzsáraz Ø17H7-re	f		kézi	5	90	1	30	Kúposzárú gépi dörzsár
Kifog, fordít, befog, ütköztet								
Méretre oldalaz	g		0,1		560	1		Homlokélű esztergakés
Központot fűr	h		kézi		560	1		A 2,5 központfűrő
Hosszesztergál: Ø42x26mm-re	i	2	0,25	45	335	2	26	Oldalélű esztergakés
Élet letör 2x45°-ra	j		kézi	45	335	1		Oldalélű esztergakés
Beszúr Ø36x4 mm-re	k		kézi	15	112	1		Szűrő esztergakés
Előfűr Ø10x50mm-re	h		kézi	10	335	1	50	Hengeresszárú csigafűrő
Felfűr Ø20x64mm-re	h		kézi	14	224	1	64	Kúposzárú csigafűrő
Furatesztergál Ø30x16mm-re	l	1	0,2	42	450	5	16	Zsákfuratkés

Menetet esztergál M42x2	i	0,2	2	23	180	10	20	Menetkés
$t_g =$	$t_m =$		Készítette:					
			Ellenőrizte:					
$t_{eb} =$	$t_N =$		Javította:					Műhely:
			Jóváhagyta:					

3.2.4. ábra: Műveleti utasítás

### 3.2.4. Technológiai paraméterek meghatározása, technológiai számítások

A szakmáját „mester” szinten ismerő és művelő forgácsoló szakembereknek az alapvető forgácsolástechnológiai számításokkal tisztában kell lennie. A következőkben a leggyakoribb gépi forgácsolásra, az esztergálásra, fúrásra és marásra látunk feladatokat, illetve a feladatok megoldásait.

#### Esztergálással kapcsolatos technológiai számítások.

##### 1. feladat

Tengelyszerű alkatrész nagyoló hosszesztergálását végezzük. A kiindulási átmérő  $D = 68$  mm, a kész méret  $d = 58$  mm. A ráhagyást két azonos fogással forgácsoljuk le.

A munkadarab esztergált hossza  $l = 250$  mm, a kés ráfutása és kifutása együttesen  $(l_r + l_k) = 7$  mm.

További adatok:

- a fajlagos forgácsolóerő

$$k_s = 2400 \frac{N}{mm^2}$$

- az előtolás

$$f = 0,2 \frac{mm}{ford}$$

- a gépen beállítható fordulatszámok 90, 112, 140, 180, 224, 280, 335, 450, 560, 710,

900, 1120, 1400, 1800, 2240, 2800  $\frac{1}{min}$

- az esztergagép motorjának teljesítménye  $P_m = 4$  kW

- a hatásfok  $\eta = 70\%$

- a gazdaságos forgácsolási sebesség  $v_g = 2 \frac{m}{s}$

Feladatok:

a.) Határozza meg a beállítandó fordulatszámot ( $n_{be}$ ) és a tényleges vágósebességet! ( $v_t$ )

b.) Számítsa ki a főforgácsoló erő nagyságát! ( $F_v = ?$ )

c.) Határozza meg a forgácsolás teljesítményszükségletét! ( $P_v = ?$ )

d.) Határozza meg a szerszám gép kihasználtságát %-ban! ( $K_{ih} = ?$ )

e.) Számítsa ki a művelet gépi idejét a rá- és túlfutás figyelembevételével! ( $t_g = ?$ )

#### **Az 1. feladat megoldása:**

a.) a beállítandó fordulatszám és a tényleges forgácsolósebesség

$$v = d \cdot \pi \cdot n \rightarrow n = \frac{v}{d \cdot \pi} = \frac{120 \frac{m}{\text{min}}}{0,068m \cdot \pi} = 561,7 \frac{1}{\text{min}} \rightarrow n_{be} = \underline{\underline{560 \frac{1}{\text{min}}}}$$

$$v_t = d \cdot \pi \cdot n_{be} = 0,068m \cdot \pi \cdot 560 \frac{1}{\text{min}} = 119,6 \frac{m}{\text{min}} = 1,993 \frac{m}{s}$$

b.) a főforgácsolóerő meghatározása

$$F_v = k_s \cdot A = 2400 \frac{N}{\text{mm}^2} \cdot 0,5\text{mm}^2 = \underline{\underline{1200N}}$$

$$A = f \cdot a = 0,2 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} \cdot 2,5\text{mm} = 0,5\text{mm}^2$$

$$a = \frac{D - d}{2 \cdot i} = \frac{68\text{mm} - 58\text{mm}}{2 \cdot 2} = 2,5\text{mm}$$

c.) a forgácsolás teljesítményszüksége

$$P_v = F_v \cdot v_t = 1200 \text{ N} \cdot 1,993 \frac{m}{s} = \underline{\underline{2392W}}$$

d.) a szerszám gép kihasználtsága

$$K_{ih} = \frac{P_v}{P_{eff}} = \frac{2392W}{2800W} = 0,85 = \underline{\underline{85\%}}$$

$$P_{eff} = P_m \cdot \eta = 4000W \cdot 0,7 = 2800W$$

e.) a gépi idő

$$t_g = \frac{\Sigma L \cdot i}{n_{be} \cdot f} = \frac{257\text{mm} \cdot 2}{560 \frac{1}{\text{min}} \cdot 0,2 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}} = \underline{\underline{4,6 \text{ min}}}$$

$$\Sigma L = l + l_r + l_t = 250\text{mm} + 7\text{mm} = 257\text{mm}$$

## 2. feladat

Tengelyszerű alkatrész nagyoló hosszesztergálását végezzük. A kiindulási átmérő  $D = 60 \text{ mm}$ , a kész méret  $d = 53 \text{ mm}$ . A ráhagyást egy fogással forgácsoljuk le. A munkadarab esztergált hossza  $l = 270 \text{ mm}$ , a kés ráfutása és kifutása együttesen  $(l_r + l_k) = 6 \text{ mm}$ .

További adatok:

- a fajlagos forgácsolási ellenállás  $k_s = 1800 \frac{N}{\text{mm}^2}$

- az előtolás  $f = 0,25 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$

- a gépen beállítható fordulatszámok ... 355, 450, 560, 710, 900...  $\frac{1}{\text{min}}$

- az esztergagép motorjának teljesítménye  $P_m = 4 \text{ kW}$

- a hatásfok  $\eta = 80\%$

- a főél elhelyezési szöge  $\kappa = 90^\circ$

- a gazdaságos forgácsolási sebesség  $v_g = 1,8 \frac{m}{s}$

Feladatok:

- Határozza meg a beállítandó fordulatszámot ( $n_{be}$ ) és a tényleges vágósebességet ( $v_t$ )!
- Számítsa ki a forgácsolóerő nagyságát! ( $F_v = ?$ )
- Határozza meg a forgácsolás teljesítményszükségletét! ( $P_v = ?$ )
- Határozza meg a szerszámgép kihasználtságát %-ban! ( $K_{ih} = ?$ )
- Számítsa ki a művelet gépi idejét a rá- és túlfutás figyelembevételével! ( $t_g = ?$ )

### Fúrással kapcsolatos technológiai számítások.

#### **1. feladat**

Tömör anyagba átmenő furatot kell készíteni előfúrás nélkül.

Adatok:

- a furat átmérője  $d = 16 \text{ mm}$   
 - az anyag vastagsága  $L = 40 \text{ mm}$

- a forgácsolási sebesség  $v = 0,3 \frac{m}{s}$

- az előtolás  $f = 0,2 \frac{mm}{ford}$

- a fajlagos forgácsolási ellenállás  $k_s = 3000 \text{ MPa}$

- a csigafűrő csúcshöge  $2 \kappa = 120^\circ$  (így  $x = 4,6 \text{ mm}$ )

- a fűrőgépen beállítható fordulatszámok  $\left( \frac{1}{\text{min}} \right)$

$n_1 = 14, n_2 = 22,4, n_3 = 35,5, n_4 = 56, n_5 = 90, n_6 = 140, n_7 = 224, n_8 = 355, n_9 = 560,$   
 $n_{10} = 900, n_{11} = 1400, n_{12} = 2240$

Feladatok:

- Határozza meg a gépen beállítandó fordulatszámot és a beállítás után kialakuló, tényleges forgácsolási sebességet! ( $n_{be} = ?, v_t = ?$ )
- Számítsa ki a forgácsolóerőt! ( $F_{1v} = ?$ )
- Számítsa ki a fűrőorsót terhelő nyomaték nagyságát! ( $M_f = ?$ )
- Számítsa ki a fúrás teljesítményigényét! ( $P_v = ?$ )
- Határozza meg a művelet gépi idejét! ( $t_g = ?$ )

#### **Az 1. feladat megoldása:**

- a beállítandó fordulatszám és a tényleges forgácsolási sebesség meghatározása

$$v = d \cdot \pi \cdot n \rightarrow n = \frac{v}{d \cdot \pi} = \frac{0,3 \frac{m}{s}}{0,016m \cdot \pi} = 5,97 \frac{1}{s} = 358 \frac{1}{\text{min}}$$

$$n_{be} = n_8 = 355 \frac{1}{\text{min}}$$

$$v_t = d \cdot \pi \cdot n_{be} = 0.016 \text{ m} \cdot \pi \cdot 355 \frac{1}{\text{min}} = 17,84 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 0,297 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b.) a forgácsolóerő kiszámítása

$$F_{1v} = k_s \cdot \frac{d}{2} \cdot \frac{f}{2} = 3000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 8 \text{ mm} \cdot 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{ford}} = \underline{\underline{2400\text{N}}}$$

c.) nyomaték számítása

$$M_f = F_{1v} \cdot \frac{d}{2} = 2400 \text{ N} \cdot 0,008 \text{ m} = \underline{\underline{19,2\text{Nm}}}$$

d.) a fúrési teljesítmény kiszámítása

$$P_v = M_f \cdot 2 \cdot \pi \cdot n = 19,2 \text{ Nm} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 5,92 \frac{1}{\text{s}} = \underline{\underline{714,2\text{W}}}$$

$$n_{be} = 355 \frac{1}{\text{min}} = 5,92 \frac{1}{\text{s}}$$

e.) a művelet gépi ideje

$$t_g = \frac{l \cdot i}{n \cdot f} = \frac{44,62\text{mm} \cdot 1}{5,92 \frac{1}{\text{s}} \cdot 0,2 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}} = \underline{\underline{37,69\text{s}}} = 37,7 \text{ s} = 0,63 \text{ min}$$

$i = 1$  (telibefúrás) és  $L = 40\text{mm}$

$l = L + x = 40 + 4,6 \cong 44,6 \text{ mm}$

## 2. feladat

Tömör anyagba zsákfuratot kell készíteni.

Adatok:

- a furat átmérője  $d = 18 \text{ mm}$
- a furat mélysége  $L = 35 \text{ mm}$
- az előtolás  $f = 0,2 \frac{\text{mm}}{\text{ford}}$
- a fajlagos forgácsolási ellenállás  $k_s = 3500 \text{ MPa}$
- a csigafúró csúcshölyg  $2 \kappa = 120^\circ$  (így  $x = 5,2 \text{ mm}$ )
- a fűrőgépen beállított fordulatszám  $n = 224 \left( \frac{1}{\text{min}} \right)$

Feladatok:

- a.) Határozza meg a tényleges forgácsolási sebességet! ( $v_t = ?$ )
- b.) Számítsa ki az egy élre jutó forgácskeresztmetszetet! ( $A_1 = ?$ )
- c.) Számítsa ki az egy élre jutó forgácsolóerőt! ( $F_{1v} = ?$ )
- d.) Számítsa ki a fűrőorsót terhelő nyomaték nagyságát! ( $M_f = ?$ )
- e.) Számítsa ki a fúrás teljesítményigényét! ( $P_v = ?$ )
- f.) Határozza meg a művelet gépi idejét! ( $t_g = ?$ )

## Marással kapcsolatos technológiai számítások.

**1. feladat** Homlokmarást végzünk egytetemes marógépen.

Adatok:

- a munkadarab szélessége  $B = 100 \text{ mm}$
- a fogásmélység  $a = 3 \text{ mm}$

- a marószerszám átmérője  $D = 125 \text{ mm}$
- a marószerszám fogszáma  $z = 12$
- a maró fordulatszáma  $n = 90 \frac{1}{\text{min}}$
- fogankénti előtolás  $f_z = 0,1 \text{ mm}$
- a beállítható asztalsebességek  $v_{f\text{be}} \dots 56, 80, 112, 160, 224 \dots \frac{\text{mm}}{\text{min}}$
- a fajlagos forgácsolási ellenállás  $k_c = 3000 \text{ MPa}$

Feladatok:

- a.) Számolja ki a maró forgácsoló sebességét! ( $v_c$ )!
- b.) Számolja ki a beállítandó előtolósebességet ( $v_{f\text{be}}$ )!
- c.) Számolja ki a fajlagos forgácstérfogatot ( $V_t$ )!
- d.) Határozza meg a forgácsolás teljesítményszükségletét az időegység alatt leválasztott forgácsköbtartalom alapján ( $P_c$ )!
- e.) Számítsa ki a forgácsolóerőt ( $F_c$ )!

**Az 1. feladat megoldása:**

- a.) a forgácsoló sebesség kiszámítása

$$v = D \cdot \pi \cdot n = 0,125\text{m} \cdot \pi \cdot 90 \frac{1}{\text{min}} = 35,34 \frac{\text{m}}{\text{min}} = \underline{\underline{0,589 \frac{\text{m}}{\text{s}}}}$$

- b.) az előtolósebesség meghatározása

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n = 0,1\text{mm} \cdot 12 \cdot 90 \frac{1}{\text{min}} = 108 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

$$v_{f\text{be}} = \underline{\underline{112 \frac{\text{mm}}{\text{min}}}}$$

- c.) a fajlagos forgácstérfogat meghatározása

$$V_t = A \cdot v_{f\text{be}} = 300\text{mm}^2 \cdot 1,867 \frac{\text{mm}}{\text{s}} = 560 \frac{\text{mm}^3}{\text{s}}$$

$$A = B \cdot a = 100\text{mm} \cdot 3\text{mm} = 300 \text{ mm}^2$$

$$v_{f\text{be}} = 112 \frac{\text{mm}}{\text{min}} = 1,867 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$$

- d.) a forgácsolás teljesítményszükséglete

$$P_c = k_c \cdot V_t = 3000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 560 \frac{\text{mm}^3}{\text{s}} = 1680000 \frac{\text{Nmm}}{\text{s}} = \underline{\underline{1680 \frac{\text{Nm}}{\text{s}}}} \text{ (W)}.$$

- e.) a forgácsolóerő

$$P_c = F_c \cdot v \rightarrow F_c = \frac{P_c}{v} = \frac{1680 \frac{\text{Nm}}{\text{s}}}{0,589 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \underline{\underline{2852\text{N}}}$$

## 2. feladat

Homlokmarást végzünk egyetemes marógépen.

Adatok:

- a munkadarab szélessége  $B = 80 \text{ mm}$
- a fogásmélység  $a = 4 \text{ mm}$
- a marószerszám átmérője  $D = 100 \text{ mm}$
- a marószerszám fogszáma  $z = 12$
  
- a maró fordulatszáma  $n = 125 \frac{1}{\text{min}}$
- fogankénti előtolás  $f_z = 0,11 \text{ mm}$
  
- a beállítható asztalsebességek  $v_{f\text{be}} \dots 56, 80, 112, 160, 224 \dots \frac{\text{mm}}{\text{min}}$
- a fajlagos forgácsolási ellenállás  $k_c = 2500 \text{ MPa}$

Feladatok:

- a.) Számolja ki a maró forgácsoló sebességét! ( $v_c$ )!
- b.) Számolja ki a beállítandó előtolósebességet ( $v_{f\text{be}}$ )!
- c.) Számolja ki a fajlagos forgácsolási sebességet ( $V_f$ )!
- d.) Határozza meg a forgácsolás teljesítményszükségletét az időegység alatt leválasztott forgácsköbtartalom alapján ( $P_c$ )!
- e.) Számítsa ki a forgácsolóerőt ( $F_c$ )!

### 3.3. Szerszámterv, CNC program készítése

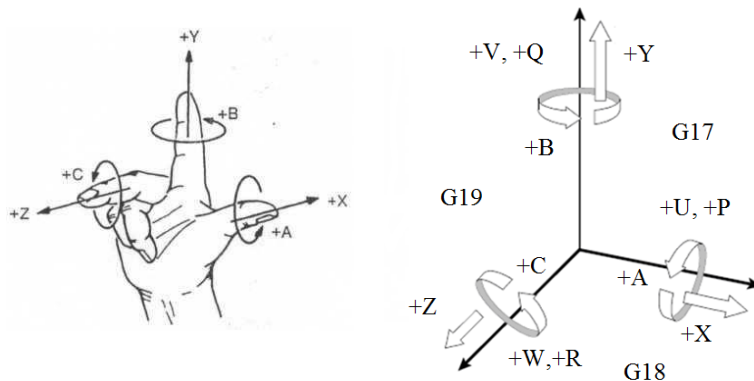
#### 3.3.1. CNC program készítése

Az NC - technika elve tulajdonképpen Neumann János számítástechnikai elgondolásának alkalmazása a szerszámgép irányítására. Neumann alap gondolata az, hogy az adatokat és a parancsokat (tehát azt, hogy mit kell tenni az adatokkal) is számok formájában rögzíthetjük és tárolhatjuk. A parancsok és az adatok megadása nem elegendő az adott munkadarab megmunkálásához. Szükség van az egyes parancsok mennyiségi behatárolására. Például: Mekkora utat tegyünk meg és milyen irányban? [5]  
A munkadarab megmunkálása során a számjegyvezérlésű szerszámgépeknek a szerszám pályáját pontosan le kell írni. Tehát a szerszámgép munkaterében lévő összes pontot egyértelműen azonosítani kell. Az egyértelmű megfeleltetés érdekében koordináta-rendszerek használata szükséges.

#### A CNC szerszámgépek koordináta-rendszerei és vonatkozási pontjai

A CNC gépek koordináta-rendszereit, mozgási tengelyeit, elnevezését és jelölését nemzetközi szabványok határozzák meg. Minden CNC szerszámgépénél ezeket az elveket alkalmazzák.

A CNC gépek fő mozgási irányait a jobbkéz-szabály szerint elhelyezett derékszögű koordináta-rendszer (Descartes féle) határozza meg. A jobb kéz első három ujjja sorrendben a koordináta-rendszer három tengelyének pozitív irányába mutat (lásd. 3.3.1. ábrát).



3.3.1. ábra: Síkok tengelyek elnevezése

A fő (elsődleges) tengelyek megnevezései: X, Y, Z. A Z tengely iránya a főorsó tengelyének irányával esik egybe, a pozitív iránya pedig a munkadarabtól a szerszám felé mutat. Az X tengely a pozicionáló sík főtengelye, és párhuzamos a munkadarab felfogó felületével. Pozitív iránya a munkadarabtól a szerszám felé esik. Az Y tengely helyzete és iránya törvényszerűen adódik a Z és X tengely rögzítésével a jobbsodrású derékszögű koordináta-rendszer definíciója alapján. A bővítő (másodlagos) tengelyek elnevezése: U, V és W. Az U, V, W tengelyek párhuzamosak elsődleges tengellyel. Az X tengellyel párhuzamos bővítő tengely neve U, az Y-nal párhuzamos neve V és a Z-vel párhuzamos neve W. Harmadlagos mozgások P, Q, R (lásd 3.3.1. ábra). A forgó tengelyek értelmezése: X tengely körül A, Y tengely körül B és Z tengely körül C. A forgó tengelyek mozgását akkor tekintjük pozitívnak, ha az origótól a X, Y és Z tengely pozitív irányába nézve a forgás az óramutató járásával megegyezik. Egy munkadarab megmunkálása különböző síkokban történhet. Két koordinátatengely határoz meg egy megmunkálási síkot. Esztergálásnál a forgácsolás a G18-as síkban történik (ezt a síkot az X és Z tengelyek határozzák meg). A marógépeknél a megmunkálás a G17-es síkban valósul meg (ezt a síkot az X és Y tengelyek határozzák meg).

#### Szerszámgépek vonatkozási pontjai.

##### Gépi nullpont:



A gép gyártója határozza meg, az összes koordináta-rendszer kezdőpontja. A szerszámgépek valamennyi vonatkozási rendszerét ehhez képest adják meg. Helyzete a gépkezelő által nem változtatható (szerviz állíthatja a gépi paraméterek megváltoztatásával). Esztergagépeknél általában a főorsó peremének ütközési felületének a középpontjában található (ide rögzítik az esztergatokmányt).

##### Referenciapont:



Növekményes mérőrendszerű CNC gépek bekapcsolásakor a vezérlés nem ismeri fel a szán tényleges helyzetét. A CNC gépek indításakor ezért elsőként a referenciapont felvétele utasítást kell kiadni. A gép gyártója választja meg, amelyet azért rögzítenek,



hogy a szerszámot (pl. a munka megkezdése előtt) pontosan meghatározott kiindulási helyzetbe lehessen állítani. A referenciapont a szerszám- és számozgás mérőrendszerének hitelesítésére és ellenőrzésére alkalmas és használatos. A referenciapont általában a munkatér határán található, és automatikusan elérhető.

**Munkadarab nullpont:**



Jele: W

A munkadarab koordinátarendszerének kezdőpontja. Ez a pont szabadon választható, és gép beállításakor vagy a program kezdetén a gépi nullappontra, illetve a referenciappontra vonatkoztatva rögzítik. A gépkészítő vagy a programozó határozza meg a helyzetét. Megválasztásakor fontos, hogy oda vegyünk fel, ahonnan a legtöbb méret kiindul (bázis felületre).

**Szerszámvonatkoztatási pont:**



Jele:

A szerszám koordinátarendszerének kezdőpontja. A szerszám geometria méreteit (hossz- és keresztirányú) e rendszerben kell megadni. A vezérlés alapvetően a szerszámvonatkoztatási pontot irányítja. A szerszám koordinátarendszerének tengelyei párhuzamosak a gépi, illetve a munkadarab koordinátarendszerével, de irányaik ellentétesek.

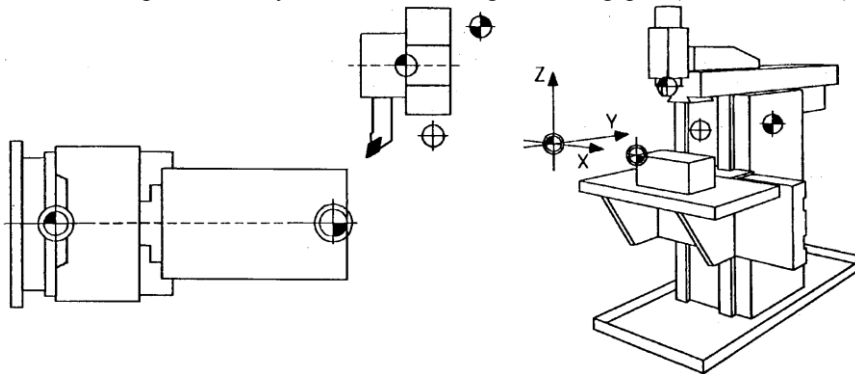
**Szerszámcsere pont:**



Jele:

A gép munkaterületén belül található, ahol a szerszámcsere biztonságosan végrehajtható. Az automatikus szerszámcsere-elővel rendelkező CNC gépeknél helyzetét a gép gyártója határozza meg.

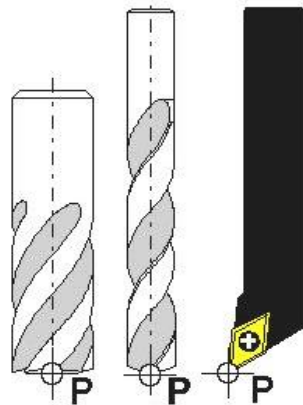
Vonatkozási pontok elhelyezése CNC- eszterga és marógépen (lásd.3.3.2. ábra).



3.3.2. ábra: Vonatkozási pontok elhelyezése CNC- eszterga és marógépen

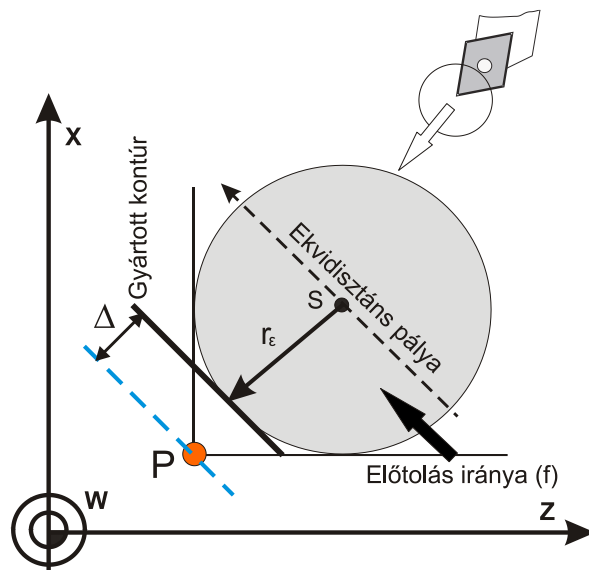
**A szerszám programozott pontjának, értelmezése.**

A CNC gép munkatérében a szerszámok pontos helyzetének a meghatározása érdekében a szerszámhoz hozzárendelünk egy „P” pontot. A vezérlés a megmunkálás során ezt a nevezetes pontot mozgatja. Ez a pont segítséget nyújt abban is, hogy a működő program független legyen a szerszámkinyúlástól (3.3.3. ábra). Forgó szerszámoknál a „P” pont a szerszám geometriai középpontja. A szerszám programozott pontja, „P” a lekerekítési sugár koordinátatengelyekkel párhuzamos érintőinek metszéspontja. Az „S” ponttal szemben a „P”- t használjuk gyakrabban, mivel a szerszám bemérő készülékkel, illetve a CNC-esztergagépen közvetlenül mérhető, beállítható.



3.3.3. ábra: „P” pont [3]

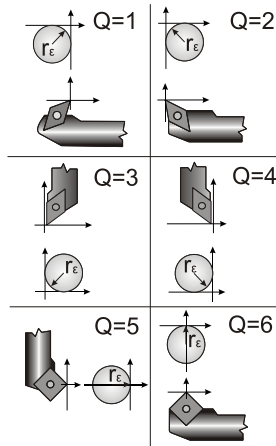
A „P” pont nem pontja a főélnek, ezért abban az esetben, ha mind a két tengely mentén mozgatjuk a szerszámot, „ $\Delta$ ” hibával gyártjuk a munkadarabot (3.3.4. ábra). Ahhoz, hogy egy tetszőleges alakzatot pontosan lehessen esztergálni, és az alakzatnak a rajz szerinti pontjait kelljen a programban megadni, a vezérlésnek a szerszámsugár középpontját a programozott kontúrral párhuzamosan, attól sugárnyi távolságra kell vezetnie.



3.3.4. ábra. A szerszám programozott „P” pontjának értelmezése [3]

Az egyentávolságú pálya (ekvidisztáns pálya) meghatározásához a vezérlésnek egyértelműen meg kell adni, hogy a korrekció a munkadarab beprogramozott körvonalától „balra” (G41) vagy „jobbra” (G42) található. Az ekvidisztáns pályát az „S” pont írja le. Azon kívül a szerszám lekerekítési sugarának nagyságát ( $r_\epsilon$ ), valamint a szerszámállás kódját (Q) is közölni kell a vezérléssel (lásd 3.3.5. ábra). Ezeket, az adatokat a gépkészítő a gép beállításakor egyéb szerszámadatokkal (hosszirányú és keresztirányú eltérés) együtt adja be a korrekciós tárba. A szerszámállás kódja (Q) azt mutatja meg, hogy a szerszámsugár középpontjából nézve a szerszám elméleti csúcsa milyen irányban található. A szerszám elméleti csúcsához van az X és Z irányú

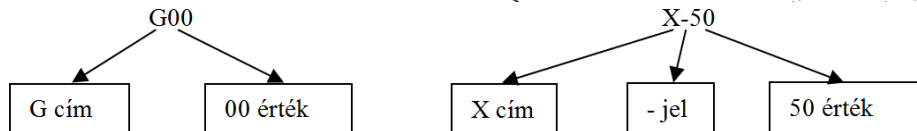
hosszkorrekció bemérve. A szerszámmállás kódja (Q) egyjegyű szám, értéke 0-9 között értelmezett. A szerszámmállás kódja függ az alkalmazott koordináta-rendszer állásától. Jobbsodrású koordináta-rendszer esetében külső felület megmunkálásánál Q=3 és Q=4, belső felület megmunkálásánál ez a szám Q=1 és Q=2. [3]



3.3.5. ábra: Szerszámmállás kódja (Q) CNC szerszámgépeken [3]

### CNC programozás alapjai

A technológus a munkadarab elkészítéséhez szükséges tevékenységeket (pl. oldalazás, beszúrás, keretmarás stb.) tovább nem osztható műveletekre bontja (pl. oldalazás művelet elemei a következők: szerszámváltás, főorsó fordulatszám és az előtolás beállítása, főorsó forgás bekapcsolása, hűtés elindítása, a munkadarab gyorsjárat megközelítése, X irányú munkamenet, gyorsjárat eltávolodás a munkadarabtól, főorsó megállítása, hűtés leállítása. A műveletelemekhez különböző betű és szám kombinációkat rendelünk (pl. hűtés elindítása: M08, gyorsjárat megközelítés: G00). Ezeket szavaknak nevezzük. **A szavak címből, jelből és értékből állnak** (3.3.6. ábra).



3.3.6. ábra: A szavak összetétele

A NC címek jelentését az 3.3.1. táblázat tartalmazza.

Karakterek	Jelentés
A	Szögméret „X” tengely körül
B	Szögméret „Y” tengely körül
C	Szögméret „Z” tengely körül
F	Előtolás
G	előkészítő funkció
I	Interpolációs méret „X” tengely irányában
J	Interpolációs méret „Y” tengely irányában
K	Interpolációs méret „Z” tengely irányában
M	Vegyes (kiegészítő) funkciók
N	A mondat sorszáma
S	Orsófordulat, forgácsolási sebesség

T	Szerszámfunkció
U	Másodlagos mozgási méret „X” tengellyel párhuzamos
V	Másodlagos mozgási méret „Y” tengellyel párhuzamos
W	Másodlagos mozgási méret „Z” tengellyel párhuzamos
X	Elsődleges „X” mozgási méret
Y	Elsődleges „Y” mozgási méret
Z	Elsődleges „Z” mozgási méret

3.3.1. táblázat: Címek jelentése [3]

A geometriai információ szavai előjelet is (plusz, vagy mínusz) tartalmazhatnak. Előjel nélküli szó pozitív értéként kerül értelmezésre. **A mínuszjelet (-) minden esetben programozni kell. Az értékeknél a tényleges szám előtt álló nullákat nem szükséges kiírni** (pl. G00-G0, M08-M8).

**A CNC mondat a szavak sorozatából áll, mely mondat vége jellel záródik.**

pl. N50 G00 X20 Z-10

**A CNC programot a mondatok összefűzése után kapjuk**, melynek végrehajtása során elkészül a műhelyrajzon megadott munkadarab.

### **Mondatfelépítés**

Az üzemi gyakorlatban sokféle CNC szerszámgéppel (pl. esztergagéppel, megmunkálóközponttal, köszörűgéppel, huzalszikkával, tömbszikkával stb.) és a hozzájuk tartozó vezérléssel (pl. NCT, HUNOR, FANUC, HEIDENHAIN, MITSUBISHI, MAZAK, SIEMENS, FAGOR, HURCO, HAAS, EMCO stb.) találkozhatunk. Az eltérő vezérléseket különböző módon kell programozni. A legtöbb vezérlés a DIN 66025 német szabvány utasításait alkalmazza, de ettől eltérő párbeszéd formátumú programnyelv is van. A CNC mondatban megadott szavak sorrendje lehet kötetlen illetve kötött. A mondat szavainak megadását a DIN 66025 a következőképpen ajánlja:

1. Mondat sorszám (N),
2. Előkészítő funkció (G)
3. Koordináták (X, Y, Z, U, V, W, P, Q, R, A, B, C, D, E)
4. Interpolációs adatok (I, J, K)
5. Előtolás (F)
6. Fordulatszám (S)
7. Szerszám és szerszámkorrekció (T)
8. Vegyes (kiegészítő) funkció (M)

### **A mondatfelépítés szabályai**

Az alkatrészprogram mondatfelépítésének szabályait a konkrét vezérlés határozza meg, ezért a következőkben a magyar NCT vezérlés törvényszerűségei lesznek ismertetve.

1. Az alkatrészprogram mondatai általában N mondatsorzámmal kezdődnek, de feltételes mondatkihagyást is programozhatunk törtvonal / címen. Vannak olyan vezérlések, amelyeknél nem szükséges mondatszámokat programozni. Természetesen az egyes programrészek azonosítására (ugrás, ciklusszervezés, alprogramhívás) ilyen esetekben is a mondatsorszámot használjuk.

2. A különböző, egy mondatba írt funkciókat a vezérlés általában az alábbi sorrendben hajtja végre:

- a. szerszámhívás: T
- b. főorsó tartományváltás: M11, ..., M18
- c. főorsó fordulatszám: S
- d. főorsó kezelés: M03, M04, M05, M19

e. hűtő víz: M07, M08, M09

f. egyéb M funkció: Mnnn

g. főorsó indexálás: M funkcióval

h. A funkció: A

i. B funkció: B

j. C funkció: C

k. programvezérlő kódok: M00, M01, M02, M30, M96, M97, M98, M99

Amennyiben a fenti végrehajtási sorrend nem megfelelő, a mondatot több mondatra kell bontani, és az egyes mondatokba a kívánt sorrendnek megfelelően kell beírni a funkciókat. [7]

3. A legtöbb szó mindaddig hatásos marad, míg ugyanazt a szót a program más értékkel felül nem írja (öröklődő funkció). Pl. gyorsjárat (G00), főorsó forgás bekapcsolása (M03).

4. Vannak szavak, melyek csak akkor érvényesek, ha minden mondatban megadjuk őket (nem öröklődő funkció). Pl. várakozás (G04), szerszámcsere (M06).

5. A mondatban nem minden címet kell kitölteni. Pl. a körív megmunkálásához elég megadni a szerszám haladási irányát (G02), a körív végpontját (X20, Z-10) és a sugarát (R10). Nem kell programozni a körinterpolációs segédparamétereket (I, K).

### A program felépítése

A program % karakterrel kezdődik, és % karakterrel végződik. A programszerkesztés során a programzáró karakter mindig az utolsó mondat után áll, így biztosítható, hogy a már lezárt mondatok akkor is megőrződnek, ha programszerkesztés közben áramkimaradás történik. A programszám és programnév a program azonosítására szolgál. A programszám használata kötelező, a programnévé nem. **A programszám** címe: **O**, melyet pontosan **négy számjegynek** kell követni. A programnevet, megjegyzéseket és szöveges kiegészítéseket a programba „(” „,)” jelek közé, más vezérlés esetén „;” „:”-t követően tehetők. [7]

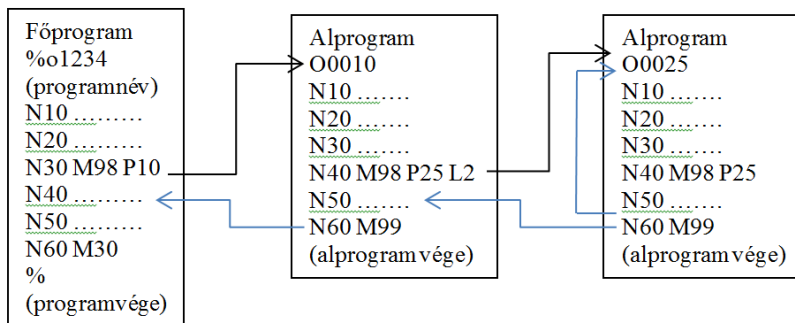
%O1234 (Programnév)	program kezdete, program azonosítása
N10 G0 X100 Z50	biztonsági pozicionálás
N20 T0101	szerszámváltás
N30 G0 X32 Z0	pozicionálás
N40 G96 S150 F0.1 M3 M8	technológiai értékek beállítása, főorsó forgás, hűtés elindítása
N50 G01 X-0.8	oldalazás
N60 G00 X28 Z2	elpozicionálás
N70 G01 Z-40	átmérőzés
N80 X32	oldalazás
N90 G0 X100 Z50	elpozicionálás
N100 M30	program vége
%	

Kétféle programot különböztetünk meg: **főprogramot és alprogramot**. Egy alkatrész megmunkálása során adódhatnak ismétlődő tevékenységek, amelyeket ugyanazzal a programrészlettel lehet leírni. Annak érdekében, hogy az ismétlődő részeket ne kelljen többször leírni a programban, ezekből a részekből alprogramot készíthetünk, amelyet az alkatrészprogramból hívhatunk. Kettejük között a különbség az, hogy míg a főprogram végrehajtása után a megmunkálás befejeződik, és a vezérlés arra vár, hogy újra elindítsák, az alprogram végrehajtása után a vezérlés visszatér a hívó programba és onnan folytatja a megmunkálást. A főprogram végét M02, vagy M30-as kóddal, az alprogramot pedig M99 kóddal kell lezárni.

Az alprogram hívása az M98 típuskóddal lehetséges úgy, hogy a „P” címen megadjuk az alprogram számát. Alprogramból hasonló módon lehet meghívni újabb alprogramokat (négyyszer). Az alprogramot M99 zárja le, és ezután automatikusan visszaugrik az előző program M98-at követő mondatára. „L” címen megadott számban hívja egymás után a „P” címen jelzett alprogramot. Ha „L”-nek nem adunk értéket, az alprogram egyszer hívódik meg, azaz L=1-et tételez fel a vezérlő (3.3.7. ábra).

Az alprogram szervezésénél az alábbiakra kell ügyelni:

A főprogramban, valamint az alprogramban módosított regiszterértékek érvényben maradnak. Az alprogramban megváltoztatott öröklődő kódok az alprogramból való visszatéréskor is érvényben maradnak. [7]



3.3.7. ábra: Főprogram és alprogramok

A típuskód megnevezése	FANUK* (16-18-21)	NCT- 104T -104M
Gyorsmenet	G00	G00
Lineáris (egyenes) interpoláció programozott előtolással	G01	G01
Körinterpoláció az óramutató járásával azonos irányban (harmadik tengely irányából nézve)	G02	G02
Körinterpoláció az óramutató járásával ellenkező irányban (harmadik tengely irányából nézve)	G03	G03
A megmunkálási sík kiválasztása (X-Y sík)	G17	G17
A megmunkálási sík kiválasztása (Z-X sík)	G18	G18
A megmunkálási sík kiválasztása (Y-Z sík)	G19	G19
Inches adatmegadás (egyes típusnál G70*)	G20	G20
Metrikus adatmegadás (egyes típusnál G71*)	G21	G21
Programozható munkatér behatárolás bekapcsolása	G22	G22
Programozható munkatér behatárolás kikapcsolása	G23	G23
Menetvágás állandó menetemelkedéssel	G32	G33
Szerszámkorrekció megszüntetése	G40	G40
Szerszámkorrekció balra. Az előtolás irányába nézve a szerszám a munkadarabot balról érinti.	G41	G41
Szerszámkorrekció jobbra. Az előtolás irányába nézve a szerszám a munkadarabot jobbról érinti.	G42	G42
Léptékezés kikapcsolása	G50	G50
Léptékezés bekapcsolása	G51	G51
Tükrözés kikapcsolása	G50.1	G50.1
Tükrözés bekapcsolása	G51.1	G51.1
Lokális koordinátarendszer létrehozása	G52	G52
Gépi koordinátarendszer kiválasztása	G53	G53

Munkadarab koordináta-rendszer	G54-G59	G54-G59
Tükrözés bekapcsolása	G68	G68
Tükrözés kikapcsolása	G69	G69
Simító ciklusok (egyes típusnál G72*)	G70	G70
Kontúrnagyoló ciklusok (egyes típusnál G73*)	G71	G71
Homloknagyoló ciklus	G72	G72
Kontúrisméltó ciklusok (egyes típusnál G75*)	G73	G73
Homlok beszűrő ciklus (*NCT-104T-nél)	G74	G74*
Beszűrő ciklus	G75	G75
Menetvágó ciklusok (egyes típusnál G78*)	G76	G76
Hosszsztergáló ciklus (egyes típusnál G90*)	G77	G77
Egyszerű menetvágóciklus (egyes típusnál G92*)	G78	G78
Oldalazó ciklus (egyes típusnál G94*)	G79	G79
Fűrőciklus, kiemelés gyorsmenettel (egyes típusnál G82*)	G81*	G81
Fűrőciklus várakozás, kiemelés gyorsmenettel	G82	G82
Mélyfűrő ciklus	G83	G83
Nagy sebességű mélyfűrő ciklus	G73	G83.1
Menetfűrő ciklus bal (NCT-104M-nél*)	G74	G74*
Menetfűrő ciklus kiegyenlítő betét nélkül (jobb)	G84.2	G84.2
Menetfűrő ciklus kiegyenlítő betét nélkül (bal)	G84.3	G84.3
Menetfűrő ciklus jobb (egyes típusnál G74*)	G84	G84
Fűrőciklus, kiemelés előtolással (dörzsárazás)	G85	G85
Fűrőciklus, gyorsmeneti kiemelés álló főorsóval	G86	G86
Fűrőciklus, kézi elhúzással a talpponton Kiesztergálás visszafelé aut. szerszámelhúzással	G87	G87
Fűrőciklus, várakozás után kézi működtetés a talpponton	G88	G88
Fűrőciklus várakozás a talpponton, kiemelés előtolással	G89	G89
Abszolút méretmegadás (nem minden FANUC típusnál*)	G90*	G90
Növekményes méretmegadás	G91	G91
Új munkadarab koordináta-rendszer létrehozása		G92
Abszolút helyzetregiszter beültetése és max. fordulatszám beállítása „S” címen (Fanuc 21-T)*	G92*	G92
Percenkénti előtolás	G94	G94
Fordulatonkénti előtolás	G95	G95
Konstans vágósebesség-számítás bekapcsolása „S” címen	G96	G96
Konstans vágósebesség számításának kikapcsolása	G97	G97
Visszatérés fűrőciklusból a kiindulási pontra	G98	G98
Visszatérés fűrőciklusból az „R” (megközelítési) pontra	G99	G99

A \*-gal jelölt kódoknál az egyes vezérlési típusok és gépek között különbségek vannak.

3.3.2. táblázat: Az előkészítő funkciók jelentése [3]

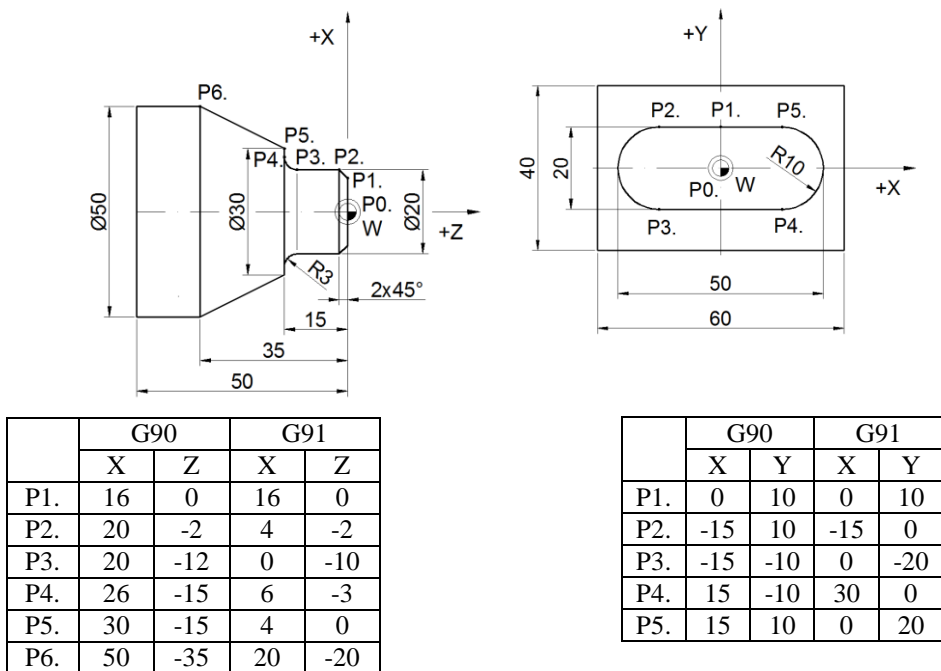
A címkód megnevezése	FANUK 0 (16-18-21)	NCT- 104T- 104M
Program stop	M00	M00
Feltételes stop	M01	M01
Program vége	M02	M02
Főorsó forgásának iránya (az óra járásával ellentétesen)	M03	M03
Főorsó forgásának iránya (az óra járásával egyezően)	M04	M04
Orsó stop	M05	M05
Szerszámcsere	M06	M06
Hűtővíz be- és kikapcsolása	M08, M09	M08, M09
Főorsó indexált megállása	M19	M19
Program vége	M30	M30
Alprogram hívása	M98	M98
Alprogram vége	M99	M99

3.3.3. táblázat: Vegyes (kiegészítő) funkciók jelentése [3]

### Méretmegadási módok

**1. Abszolút méretmegadás G90** Az abszolút méretmegadás esetében az elérendő pont koordináta értékeit kell megadni a munkadarab koordinátarendszer origójához (központjához) viszonyítva előjelhelyesen.

**2. Növekményes (inkrementális) méretmegadás G91 vagy az I jelű gomb** (Az I jelölés az Inkrementális méretmegadás rövidítéséből származik.) A növekményes méretmegadás esetben a kívánt elmozdulási méretet kell előjelhelyesen az előző ponthoz viszonyítva megadni. Esztergálási és marási példa a látható a 3.3.8. ábrán a két méretmegadási mód alkalmazására.



3.3.8. ábra: Abszolút és növekményes méretmegadás



### 3. Kombinált vagy vegyes méretmegadás

Az alkatrészrajzoknál ritkán fordul elő, hogy a méretezés csak bázisfelülettől vagy csak láncszerűen történik. Általában a műszaki rajzokon a két mérethálózat kombinációját találjuk. Tehát kombinált vagy vegyes méretmegadásról beszélünk, ha a CNC programban abszolút és növekményes rendszer is megtalálható.

A munkadarab mérethálózatból következtetni lehet, hogy melyik méretmegadási módot célszerű választani. Törekedni kell arra, hogy az alkatrészrajzon szereplő méretek kerüljenek be a CNC programba. Így kevesebb hibát követünk el a munkadarab geometriájának leírásakor.

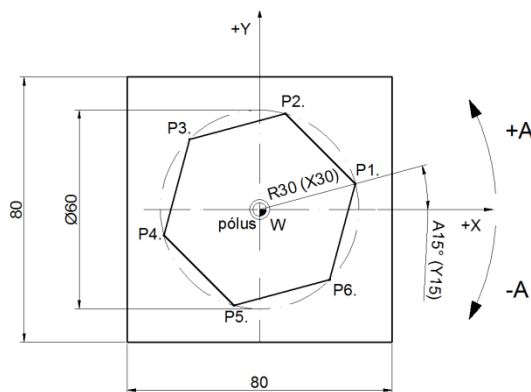
### 4. Polárkoordinátás méretmegadás G16

A végpont koordináták értékei polárkoordinátás adatmegadással, azaz szög és rádiusz megadásával is bevihetők.

G16: Polárkoordinátás adatmegadás bekapcsolása

G15: Polárkoordinátás adatmegadás kikapcsolása

Resetre a vezérlés G15 állapotba kerül. A G15, G16 öröklődő funkciók. A polárkoordinátás adat a G17, G18, G19 által meghatározott síkban érvényes. Adatmegadáskor a sík vízszintes tengelyének címét tekinti a sugárnak, függőleges tengelyét pedig a szögnek. Pl.: G17 állapotban az X (U) címre írt adat a sugár, Y (V) címre írt adat a szög. Vigyázat: G18 állapotban Z a vízszintes tengely (R adat) és X a függőleges tengely (szögadat). A szög adatmegadása esetén az óramutató járásával ellentétes irány a szög pozitív iránya, az óramutató járásával megegyező irány a szög negatív iránya. A többi tengely adatait Descartes (derékszögű) koordinátás adatnak veszi. A sugarat és a szöget is meg lehet adni úgy abszolút, mind növekményes értéként is. A munkadarab nullpontnak és a polárkoordináta rendszer középpontjának (pólus pont) meg kell egyeznie. Ezt mutatja a 3.3.9. ábra.



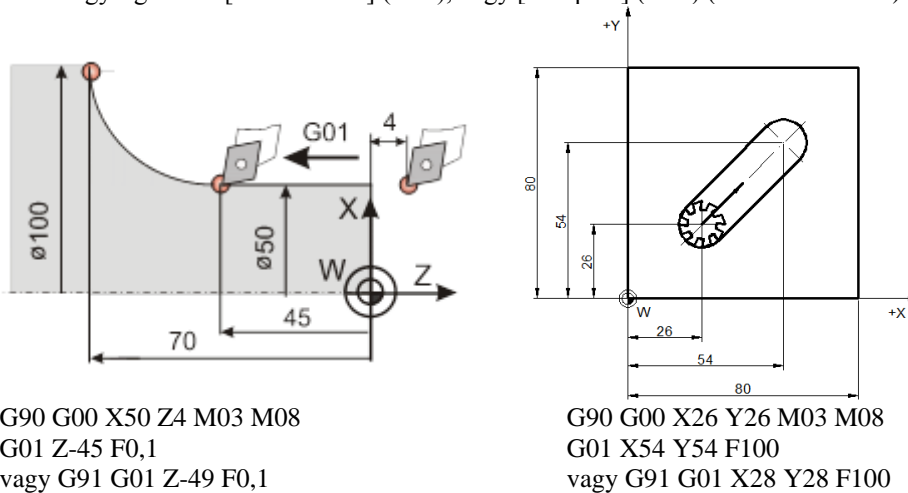
	G90		G91	
	X (R)	Y (A)	X (R)	Y (A)
P1.	30	15	30	15
P2.	30	75	0	60
P3.	30	135	0	60
P4.	30	195	0	60
P5.	30	255	0	60
P6.	30	315	0	60

3.3.9. ábra: Nullpont

### Alaputasítások

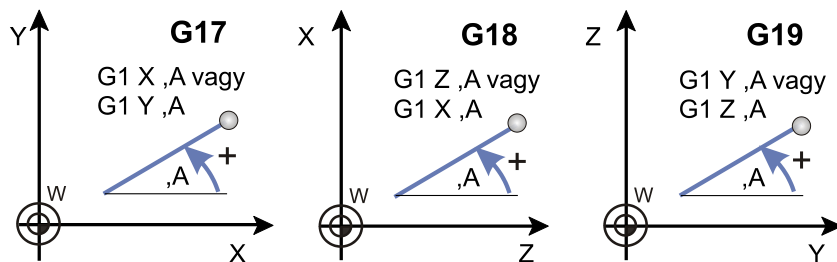
**Elmozdulás Gyorsmenetben G00.** A gyorsmenetben történő elmozdulást (G00) a szerszám és a munkadarab pozicionáló mozgásainál használjuk. A célpontot a vezérelt pont a szerszámgépre megengedett maximális sebességgel éri el. Az elmozdulások lehetnek abszolút és növekményes méretmegadással. A pozicionálás sebességét nem lehet programból állítani. Az értéket a szerszámgép építője a paramétertárban rögzíti. A „G00” utasítás végrehajtása során a mozgás indításakor a vezérlés minden esetben lineáris gyorsítást, a mozgás befejezésekor lineáris lassítást hajt végre. Mozgás közben a százalékos előtolás kapcsoló (előtolás override) hatásos. A „G00” öröklődő kód, addig érvényes, amíg egy másik interpolációs parancs át nem írja.

**Lineáris (egyenes) interpoláció G01.** A lineáris interpoláció (G01) programozásakor a szerszám vezérelt pontja (P) a programozó által meghatározott előtolási sebességgel (F), egyenes pályán halad a célkoordinátára. Az elmozdulás közben a szerszám forgácsol. A G01 kód öröklődik, addig érvényes, amíg egy másik, interpolációs parancs át nem írja. A végpont koordinátái megadhatók abszolút (G90) vagy növekményes (G91) módon. A lineáris mozgás sebességét (az előtolást) F címen kell programozni. Az előtolás értéke öröklődő, nem kell minden mondatban újra beírni, csak ha az előző értéket módosítani akarjuk. Az előtolás értéke a pálya mentén állandó, azaz ferde egyenes programozásakor a vezérlő kiszámítja az egyes tengelyek irányába eső sebességét. Az előtolás mértékegysége lehet [mm/fordulat] (G95), vagy [mm/perc] (G94) (lásd 3.3.10. ábra). [3]



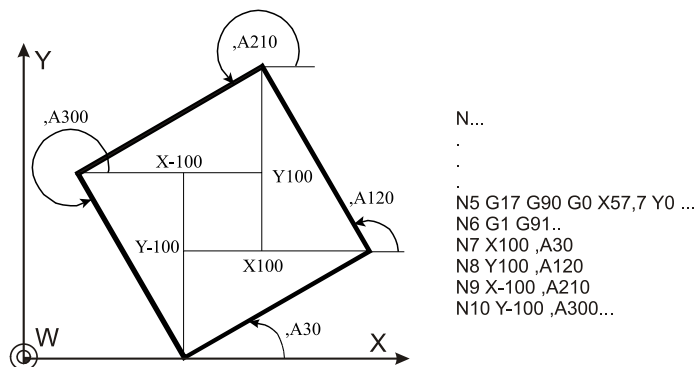
3.3.10. ábra: Az előtolás mértéke

Egyenest a **G17**, **G18**, **G19** kódok által meghatározott síkban meg lehet adni a kiválasztott sík egyik koordinátájával és az „A címen értelmezett egyenes irányszögével” (3.3.11. ábra)



3.3.11. ábra: Egyenes megadása irányszöggel [3]

A ,A címen történő megadás a **G0** és **G1** kód mellett is használható. Az ,A szög a kiválasztott sík első tengelyétől számított, és a pozitív irány az óramutató járásával ellentétes, negatív az óramutató járásával megegyező. Az ,A értéke  $-360^\circ$ -nál nagyobb, illetve  $360^\circ$ -nál kisebb lehet. A ,A cím használatára a 3.3.12. ábra nyújt segítséget.



```

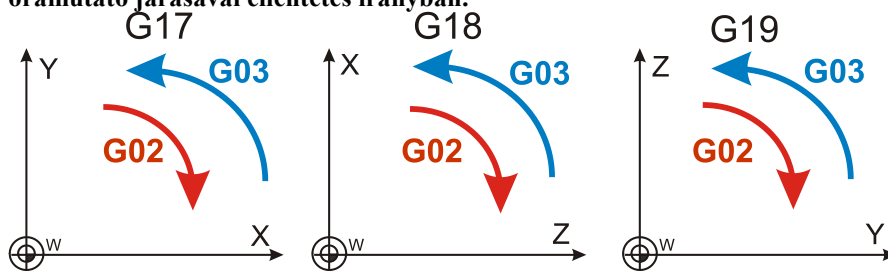
N...
.
.
N5 G17 G90 G0 X57,7 Y0 ...
N6 G1 G91..
N7 X100 ,A30
N8 Y100 ,A120
N9 X-100 ,A210
N10 Y-100 ,A300...

```

3.3.12. ábra: Példa a ,A alkalmazására. [3]

### Körinterpoláció G02, G03

A körinterpoláció programozásakor a szerszám a pillanatnyi és a célpont közötti utat körív mentén teszi meg. A körinterpoláció a G17, G18, G19 parancs által kiválasztott síkban megy végbe, **G02** esetén az óramutató járásával megegyező, **G03** esetén az óramutató járásával ellentétes irányban.

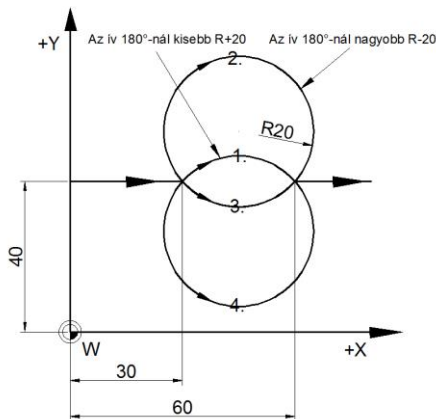


3.3.13. ábra: Körinterpoláció értelmezése az egyes síkokban [3]

A kör megadása kétféleképp történhet:

1. Körvégpont és sugár (R) megadással.
2. Körvégpont és az I, J, K körinterpolációs segédparaméterek megadásával.

**A kör megadása sugárral (R).** A 3.3.14. ábrán látható, hogy a kezdő és végpont között két különböző, R sugarú kör húzható, ha a **kör sugarát pozitív** számmal adjuk meg a vezérlés a **180°-nál kisebb ív** mentén halad, ha **R-re negatív** számot adunk meg a **180°-nál nagyobb ívet** járja be. Körív programozására alkalmas. Egy teljes kört ezzel az utasítással csak két egymást követő mondattal lehet elkészíteni.



```
N20 G90 G01 X30 Y40 F100
1. N30 G02 X60 Y40 R+20
2. N30 G02 X60 Y40 R-20
3. N30 G03 X60 Y40 R+20
4. N30 G03 X60 Y40 R-20
```

3.3.14. ábra: A kör megadás sugárral

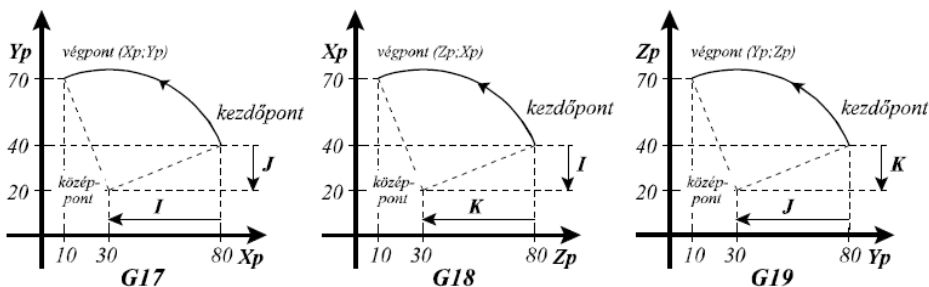
**A kör megadása I, J, K körinterpolációs segédparaméterekkel.** Az I, J, K címen megadott értékeket mindig inkrementálisan értelmezi a vezérlő, úgy, hogy az I, J, K értékek által definiált **vektor a kör kezdőpontjából a kör középpontjába mutat.**

**I** vektor (körinterpolációs paraméter) párhuzamos az **X** tengellyel.

**J** vektor (körinterpolációs paraméter) párhuzamos az **Y** tengellyel.

**K** vektor (körinterpolációs paraméter) párhuzamos az **Z** tengellyel.

A körinterpolációs paraméterek értelmezését a 3.3.15. ábra mutatja különböző megmunkálási síkokban.



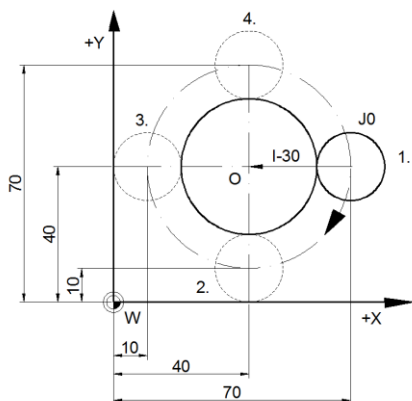
```
G03 X10 Y70 I-50 J-20
```

```
G03 X70 Z10 I-20 J-50
```

```
G03 Y10 Z70 J-50 K-20
```

3.3.15. ábra: Körinterpolációs paraméterek értelmezését

(Egyes vezérléseknél a kör középpontjának koordinátáit adják meg abszolút méretmegadással I, J, K címen.) Ezzel az utasítással teljes kör (360°) és körív is programozható. A teljes kör programozásakor a kezdő és a végpont megegyezik. Ha az I, J, K értéke nulla, megadása elhagyható (lásd. a 3.3.16. ábra).



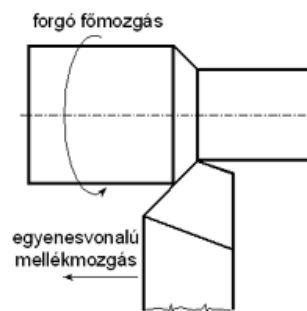
1. G90 G01 X70 Y40 F100  
G03 I-30
2. G90 G01 X40 Y10 F100  
G03 J30
3. G90 G01 X10 Y40 F100  
G03 I30
4. G90 G01 X40 Y70 F100  
G03 J-30

3.3.16. ábra: J, K értéke nulla, megadása elhagyható

### 3.4. Esztergálási feladatok

#### 3.4.1. Esztergálás általános jellemzése

Az esztergálás az egyik legelterjedtebb, főleg forgástestek megmunkálására alkalmas gépi forgácsoló technológia. Főmozgása forgómozgás, amit a munkadarab végez. Az egyenes vonalú mellékmozgásokat (előtolás, fogásmélység) az egyélű szerszám (esztergakés) végzi, amely folyamatosan, állandó keresztmetszetű forgácsot választ le.



3.4.1. ábra: Esztergálás

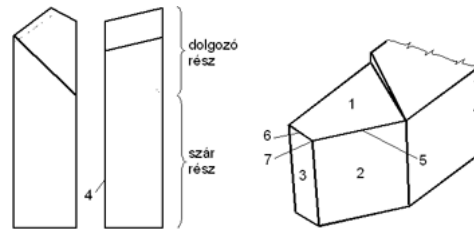
Az esztergálás lehet:

- **Nagyolás:** célja az anyagfelesleg gyors és gazdaságos eltávolítása. Nagyoláskor a lehető legnagyobb forgácsolási sebességgel az esztergagép motorjának a teljes kihasználására kell törekedni. Számolni kell azzal, hogy nagy forgácsoló erők ébrednek, a deformációk csökkentése érdekében merev befogást kell alkalmazni. A fogásmélység értéke 3-5mm között van, az alkalmazott előtolás nagyobb, mint 0,3 mm/ford. A nagyolt felülettől IT12-14 pontosság várható el, az elérhető érdesség pedig  $R_a \geq 12,5\mu\text{m}$ .
- **Félsimító esztergálás:** hőkezelés előtt alkalmazzák, ha köszörülés a forgácsolás befejező művelete, vagy simításhoz készítik vele elő a munkadarabokat. Pontossága: IT10-11, az elérhető átlagos érdesség:  $R_a = 3,2 - 12,5\mu\text{m}$ .
- **Simítás:** célja az előirt pontosság és felületminőség (érdesség) biztosítása. Simításkor kicsi az időegység alatt leválasztott forgácsmennyiség (a fajlagos forgácstérfogat) és kis forgácsolóerővel, a meghajtómotor teljesítményének minimális kihasználásával dolgozunk. Kis előtolással, magas fordulatszámon

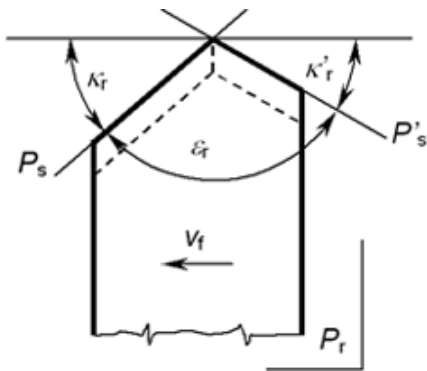
végezzük. Simításnál a IT7-9 méretpontosság érhető el, a megmunkált felület átlagos érdessége  $R_a = 1,6 - 3,2 \mu\text{m}$ .

### 3.4.2. Az esztergakés részei, élgeometriája

- Befogórész vagy szár
- Dolgozó rész vagy késfej
- Homloklap (1)
- Főél (5)
- Főél hátlap (2)
- Mellékél (6)
- Mellékhátlap (3)
- Szerszámcsúcs (7)



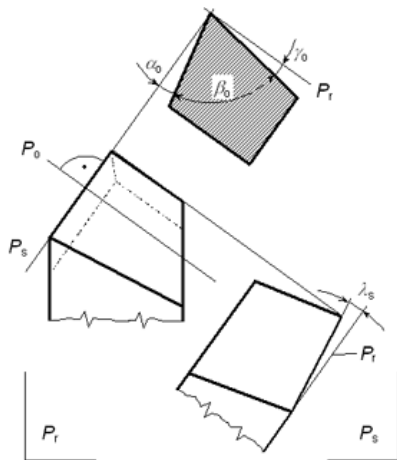
3.4.2. ábra: Esztergakés



3.4.3. ábra: Alapsíkban értelmezett élszögek

Az alapsíkban értelmezett élszögek:

- szerszám-elhelyezési szög ( $\kappa_r$ ) a szerszám élsík és az előtoló irány közötti szög,
  - szerszámcsúcsszög ( $\epsilon_r$ ) a szerszám élsík és a szerszám melléksík között mérhető,
  - a mellékforgácsoló él elhelyezési szöge ( $\kappa'_r$ ) az előtoló irány és a szerszám melléksík által bezárt szög.
- Régebbi jelölése:  $\tau$   
 $(\kappa_r + \epsilon_r + \kappa'_r = 180^\circ)$



3.4.4. ábra: Ortogonális élszögek

Az ortogonális síkban, a szerszám metszetén értelmezett élszögek:

- hátszög ( $\alpha_0$ ),
- ékszög ( $\beta_0$ ),
- homlokszög ( $\gamma_0$ )

A terelőszögnek ( $\lambda$ ) a leváló forgács távozási irányításában van szerepe. A megfelelően megválasztott terelőszög a leválasztott forgácsspirált a nyers, forgácsolandó felület felé irányítja, így nem sérti meg a megmunkált felületet és a munkadarabra való rácsavarodást is megakadályozza.

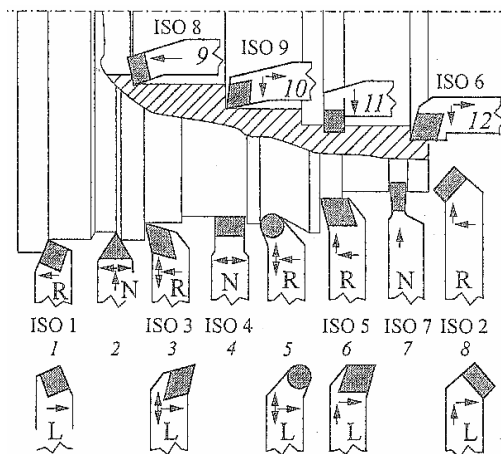
### **Esztergagépen végezhető műveletek**

Az esztergagépen végzett leggyakoribb művelet a hosszesztergálás. Ezen kívül végezhető síkesztergálás (oldalazás), átmenő- és zsákfurat esztergálás, külső és belső kúpok esztergálása többféle módszerrel, leszúrás, beszúrás (külső, belső, vagy síkfelületi), menetesztergálás, alakesztergálás stb. A szegnyeregbe fogott szerszámokkal furatmegmunkálásokra (központfúrás, fúrás, felfúrás, dörzsárazás stb.) is alkalmas az esztergagép, illetve speciális szerszámmal a felület szándékos, valamilyen szabályos mintázat szerinti eldurvítása a recézés is elvégezhető rajta.

#### *3.4.3. Esztergakések osztályozása*

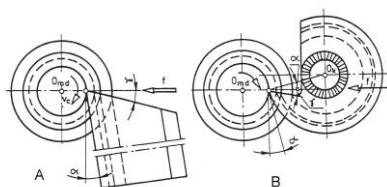
- a dolgozórész és a csatlakozórész elhelyezkedése szerint
  - egyenes kések
  - hajlított kések
- a fővágóél elhelyezkedése (forgácsolásiirány) szerint
  - jobbos kések (R)
  - balos kések (L)
  - semleges kések (N)
- rendeltetésük szerint
  - nagyoló vagy simító
  - hosszesztergáló, oldalazó, beszúró, leszúró, menetkés, furatkés, alakos kés stb.
- alakjuk szerint
  - száras kések: tömör, tomphaegesztett és lapkás (fix vagy váltó) kivitelűek
  - hasábkések
  - körkések.

A jobbos esztergakéssel (R) normál pozícióban befogva a tokmány felé haladva (jobbról balra), a balos késsel (L) pedig balról jobbra, a szegnyereg felé esztergálunk.



1. Egyenes nagyolókés
2. Egyenes (hegyes) simítókés
3. Hajlított simítókés
4. Széles simítókés
5. Sugaras simítókés
6. Homlokélű forgácsolókés
7. Szűrő forgácsolókés
8. Hajlított nagyolókés
9. Furatkés átmenő furathoz
10. Furatkés zsákfurathoz
11. Furatbeszűrő kés
12. Oldalélű esztergakés

3.4.5. ábra: Száraz esztergakések



3.4.6. ábra: Hasábkés és körkés

A forrasztott lapkás kések különböző változatait szemlélteti a 3.4.5. ábra. A hasábkéseket (A) és a körkéseket (B) élezéskor csak a homloksíkon köszörülük, így a profiljuk változatlan marad. Főleg alakesztergálásnál alkalmazzák ezeket a késeket.

Az esztergakések anyaga lehet: szerszámacél ( $v_c = 6-10 \text{ m/min} = 0,1-0,17 \text{ m/s}$ ), gyorsacél ( $v_c = 20-40 \text{ m/min} = 0,33-0,66 \text{ m/s}$ ), keményfém ( $v_c = 100-300 \text{ m/min} = 1,7-5 \text{ m/s}$ ), kerámia ( $v_c = 100-3000 \text{ m/min} = 1,7-50 \text{ m/s}$ ). A gyakorlatban a szerszámacélból készült esztergakéseket nagyon ritkán alkalmazzák. A gyorsacél, illetve a keményfém vagy kerámia lapkával ellátott kések az elterjedtek. A lapkás esztergakések közül a korszerű szerszámrendszereknél a **váltólapkás** késekkel találkozunk.





3.4.7. ábra: Váltólapkás esztergákések

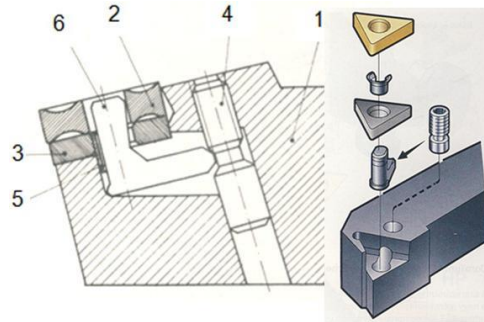
A váltólapkák élgeometriáját a lapkafészekkel valósítják meg, amit a késtartóban (szerszámtestben) alakítanak ki. A szárkialakítás a lapka alakjától, rögzítésének módjától, valamint a szerszámél elhelyezési szögétől függően változik. A készzár alakját és méreteit szabvány írja elő. A legtöbb lapkának több forgácsolási pozíciója van. Ha az egyik forgácsolási pozícióban a vágóél elkopik, akkor másik pozícióba kell átállítani a lapkát. Ezeket a késeket nem élezzük újra, hanem valamennyi él elhasználása után a lapkákat el kell dobni.

A váltólapkák lehetnek furatos és furat nélküli kivitelűek. (3.4.8. ábra)

A váltólapkák szögemelő rögzítési módját szemlélteti a 3.4.9. ábra. Az alátét lapka (3) a forgácsoló lapka (2) törése esetén a szerszámtestben kialakított fészket védi.



3.4.8. ábra: Váltólapkák



3.4.9. ábra: Lapkarögzítés

Elterjedt a szorítóvasas lapkarögzítés is. A szorítóvashoz kapcsolt alátét forgácstörőként is szolgál. A korszerűbb megoldásoknál a külön forgácstörő elmaradhat, mert homloklapot alakítják ki úgy, hogy a forgácstörésre is alkalmas legyen. Egyes változatoknál (pl. szúrókéseknél) a lapka a lapkafészekbe a forgácsolóerő hatására szorul be, ami lehetővé teszi a szorítóelem elhagyását. A forgácsoló szerszámokat gyártó cégek legfontosabb törekvése, hogy sokoldalúan felhasználható, jó forgácsoló képességű, hosszú élettartamú szerszámrendszereket fejlesszenek ki. Ezekről ma már az internet világában a szakemberek naprakész információkhoz juthatnak.

### Forgácstörés

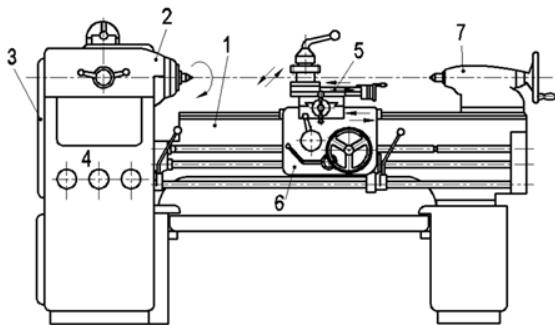
A forgácskezelés szempontjából nemcsak az élgeometriánál említett terelőszögnek van szerepe. Az esztergakések homloklapjának a kialakításakor mindig gondolni kell arra, hogy a forgács tört forgács legyen. Rideg anyagok forgácsolásakor - általában - minden külső beavatkozás nélkül is ilyen forgács keletkezik. Szívós anyagok forgácsolásakor a hosszú szalagforgácsot spirálszerűen meg kell csavarni, és olyan irányba kell terelni, ahol sem a dolgozó testi épségét, sem a gép működését, sem a már megmunkált felületet nem veszélyezteti. Simító esztergálásnál mindig folyó forgácsra kell törekedni, hiszen a megmunkált felület minősége szempontjából az az ideális. A folyó forgács csavarását és törését legrégebben az ún. íves forgácstörővel kialakított homloklappal végzik. A keményfém lapkás szerszámokon forgácstörő hornyokat, vagy forgácstörő szemölcsöket képeznek ki. A mechanikus forgácstörőkkel felszerelt esztergakéseken a forgács törését állítható lap végzi.

#### 3.4.4. Esztergagépek

Az egytetemes esztergagép a leelterjedtebb esztergagép típus, a **csúcsesztergák** közé tartozik. A csúcsesztergáknál a munkadarab két csúcs közé fogható be, illetve az egyik végén befogott munkadarab a másik végén csúcscsal megtámasztható. A csúcsesztergák fontos jellemzője a csúcsmagasság és a csúcstávolság. Egytetemes jellegét a rajta elvégezhető sokféle művelet adja. A csúcsesztergák közé tartozik még

- műszerész eszterga - különleges pontosságú, nagy fordulátú esztergagép,
- teljesítmény eszterga - leegyszerűsített szerkezetű, nagy teljesítményű gép,
- finomeszterga - különleges az orsócsapágyazása, rendkívüli a futáspontossága,
- többkéses eszterga - több szerszám befogására alkalmas nagy forgácsteljesítményű esztergagép.

#### Egytetemes esztergagép felépítése



3.4.10. ábra. Egytetemes esztergagép részei

1. **Gépágy** a rajta kimunkált prizmatikus és lapos ágyvezeték rendszerrel. Követelmény a nagy merevség és a jó rezgéscsillapító hatás. Általában öntöttvasból készül, hordozza az alapszánt és a szegnyereg alapot. 2. **Orsószekrény**. Benne helyezkedik el a főhajtómű a csapágyazott főorsóval. A főhajtómű nagy szabályozhatóságú ( $SZ = 40 \dots 100$ ), fokozati tényezője  $\phi = 1,25$  vagy  $1,4$ . A fokozatok száma általában  $Z = 12 \dots 24$ , kivételesen 32. A csőtengely alakú főorsó szabványos orsóvégződésel rendelkezik, furata Morse kúpban végződik. 3. **Cserekerékszékény**. A főorsó és a mellékajtómű között létesít kapcsolatot. A gép vele járó tartozéka a cserekerék készlet (fogaskerék

sorozat), amellyel többféle leejtás valósítható meg. 4. **Előtolószekevény** (Norton-szekevény). A vezérsó és a vonórsó fordulatszámát változtatja meg, ezáltal a különböző gépi előtolásokat biztosítja. 5. **Szánrendszer**, amely az alapszánból (hosszán), a keresztzánból és a kéziszánból (készsán) áll. Az alapszán az ágyvezetéken fogaskerék-fogasléces mozgás-átalakítással kézi és gépi előtolással mozgatható. A keresztzán szintén kézi és gépi előtolással is működtethető menetes orsó-anya kapcsolattal. A keresztzánon helyezkedik el a kúpesztergáláskor függőleges tengely körül elfordítható kéziszán, amely csak kézi előtolással mozgatható. Erre van szerelve a késtartó. 6. **Szánsekevény** (Más néven zárszekevény, vagy lakatszekevény). Gépi mozgatása a szánszerkezettel együtt a vonó- vagy vezérsóval történik. Benne helyezkedik el a szétnyitható lakatánya. Ezzel tudjuk az orsókapcsolatot váltani. Kézi mozgatása a kézikerekkel történik. 7. **Szegnyereg**. Két fő részből áll: az ágyvezetéken csúszo alapból és a rajta lévő nyeregtestből. Oldalirányban az alaphoz képest a nyeregtest néhány milliméternyit elállítható. Ezt a lehetőséget a hosszú enyhe kúpok esztergálásánál használjuk ki. A nyeregtest furatában mozog a kézikerekkel, menetes orsó-anya kapcsolattal működtetett szegnyereg hüvely. Ennek furata is szabványos Morse kúppal rendelkezik, lehetővé téve a csúcsok, furatmegmunkáló szerszámok csatlakoztatását. A szegnyereg az ágyvezetéken adott helyzetben egy kar segítségével rögzítható.

#### **Síkesztergák**

- karusszel eszterga - függőleges tengelyű, nagy átmérőjű siktárcsával rendelkező esztergagép,
- fejeszterga - egyszerű felépítésű, nagyteljesítményű, vízszintes tengelyű siktárcsával ellátott esztergagép.

#### **Revolversztergák**

- toronyrevolver eszterga - kis- és középsorozatok gyártására alkalmazott függőleges revolverfejű (forgatható szerszám tartó) ellátott esztergagép,
- dobrevolver eszterga - kis- és középsorozatok gyártására alkalmazott, vízszintes tengelyű revolverfejű ellátott esztergagép.

#### **Automata esztergák**

Ezeket a gépeket a sorozatgyártás és a tömeggyártás területein tudjuk gazdaságosan üzemeltetni. Lehetnek mechanikus és CNC vezérlésűek, egy- és többorsós kivitelűek.

#### **Különleges esztergagépek**

Speciális esztergálási munkák elvégzésére kifejlesztett gépek. Pl. másolóeszterga, hátraeszterga, forgattyústengely eszterga, bütököstengely eszterga stb.

#### *3.4.5. Szerszámok befogása esztergagépen*

Az esztergákéseket **késtartókba** fogjuk. Legegyszerűbb az **egykeses** késtartó. A legáltalánosabban használt típus a **négykeses** késtartó, amelybe egyidejűleg négy kést lehet befogni, és szükség szerint bármelyiket forgácsolási helyzetbe lehet fordítani és ebben a helyzetében rögzíteni. Sorozatgyártás bonyolultabb alkatrészeinél, ahol a munkadarab alakja több szerszám egymás utáni használatát igényli, rövid szerszámváltást, illetve szerszámcsereét tesz lehetővé a **gyorsváltó (olasz)** késtartó. Alkalmazásával a gyártás mellékideje csökken. A különböző profilú készszárak befogására alkalmas késtartó betétek a késtartó fej köszörült fecskefarkok vezetékeiben a szerszám pontos be-, és visszaállítását biztosítják. A szerszámél magassági helyzete állítócsavarral állítható. Egy betétbe egyszerre egy szerszám fogható be. A betéteket a késtartó fejben elhelyezett excenter rögzíti a rászereelt kar elfordításával. A furatmegmunkáló szerszámokat (központfúrók, csigafúrók, dörzsárak stb.) a **szegnyereg**

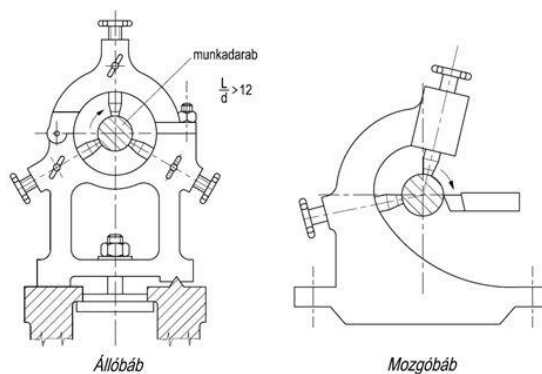
**hüvelyébe** fogjuk. A kúpos szárú szerszámokat közvetlenül, vagy átalakító hüvellyel foghatjuk be, a hengeres szárú szerszámokat pedig kúpos szárú fűrőtokmányba fogjuk.

### 3.4.6. Munkadarab befogási és megtámasztási lehetőségek esztergagépen

Leggyakrabban **esztergatokmányba** fogjuk be a munkadarabokat. Lehetnek két, három és négy pofásak, működtetésük szerint mechanikus vagy hidraulikus működtetésűek. Legelterjedtebb a hárompofás, spirálmenetes mechanikus működtetésű esztergatokmány. A **síktárcsa** a főorsó végére a tokmány helyére szerelhető. Szorítópofái külön-külön menetes orsókkal állíthatók, így a tokmányba nem fogható, szögletes, aszimmetrikus munkadarabok befogására alkalmas. Ha a munkadarabot két csúcson között munkáljuk meg, akkor a menesztésére **esztergaszív** és **menesztőtárcsát** használunk.



3.4.11. ábra: Esztergaszív



3.4.12. ábra: Állóbáb és futóbáb

A bábok hosszú, rúdszerű munkadarabok megmunkálása közben fellépő kihajlásos deformációját csökkentik. Az **állóbáb**ot az ágyvezeték megfelelő helyén rögzítjük. A **mozgóbáb** az alapszánra rögzíthető, azzal együtt halad. Így mindig az esztergakéssel szemben támasztja meg a munkadarabot. A sugárirányban külön-külön állítható betétek vége általában bronzból készül. Kisebb méretű hidegen húzott rúdanyagok befogásánál **hasított szorítópatronokat** alkalmazunk. A patronok külső kúpja a főorsó furatába illeszkedik, a végükön lévő menettel a behúzószár segítségével tudjuk a kúpos furatba kényszeríteni. Ezáltal a hasításnál a patron sugárirányban összehúzódik, és elvégzi a központosító szorítást. A szorítópatronok szabványos kialakításúak, készletekben bármilyen egytetemes esztergagéphez beszerezhetők. Ha készre munkált furattal rendelkező, perselyszerű munkadarabok külső felületét szeretnénk futáspontosan esztergálni, akkor az alkatrészt **fesztítő tuskére**, vagy **expanziós hüvelyre** fogjuk fel.

### 3.4.7. Technológiai adatok meghatározása esztergálási változatokra

#### Hosszesztergálás

A technológiai paraméterek megválasztásánál a műszaki szempontok mellett a gazdaságosság is nagy szerepet kap. Például egy hosszesztergálást nagyobb fordulatszámra végezve a művelet gépi ideje csökken, de a szerszám (váltólapka) élettartama is lecsökken. Sorozatgyártás esetében lehet, hogy a lecsökkent gépi időből jelentkező bérköltség megtakarítás fedezi a váltólapkák többletköltségét, esetleg jóval gazdaságosabb a nagyobb vágósebességgel végzett gyártás. Első lépésként a fogásmélység (a) nagyságát kell megállapítani, úgy hogy a ráhagyást minél kevesebb fogással (i) távolítsuk el. A nagyoláskor alkalmazható fogásmélység több tényezőtől

függ, elsősorban a géptípustól, a munkadarab anyagminőségétől, de függ az alkalmazott szerszámtól, a hűtés-kenéstől stb. is. A munkadarab méreteinek ismeretében a

fogásmélység  $a = \frac{D-d}{2 \cdot i}$  (mm) összefüggéssel számítható ki. Az adott műveletre

jellemző gazdaságos vágósebességből lehet kiszámítani a beállítandó fordulatszámot a

forgó főmozgás alapképletéből:  $v = d \cdot \pi \cdot n \rightarrow n = \frac{v}{d \cdot \pi} \left( \frac{1}{\text{min}} \right)$ . Mivel az egytetemes

esztergagépnek fokozatos főhajtóműve van, nem biztos, hogy a kiszámított fordulatszám beállítható a gépen. Ha a beállítható fordulatszámok közül a nagyobbat választjuk, a kés (lapka) éltartama csökken, de a szükséges gépi idő is lecsökken. Simító esztergálásnál a felületi minőséget figyelembe véve a beállítható fordulatszámok közül a nagyobbat szoktuk kiválasztani. Az esztergakés terhelése szempontjából fontos technológiai paraméter a főforgácsoló erő ( $F_c$ ), ami a fajlagos forgácsolóerő ( $k_c$ ) és a forgácskeresztmetszet ( $A$ ) szorzataként tudunk meghatározni:  $F_c = k_c \cdot A$  (N). A forgácskeresztmetszet az előtolás és a fogásmélység szorzata:  $A = f \cdot a$  (mm<sup>2</sup>). A forgácsolás teljesítményszükséglete a  $P_c = F_c \cdot v_t$  (W), ahol a  $v_t$  a beállított

fordulatszámból számított tényleges vágósebesség  $\left( \frac{m}{s} \right)$ . Az esztergagép kihasználtságát

a forgácsolási teljesítmény és az effektív teljesítmény hányadosaként számoljuk %-ban:

Kihasználtság =  $\frac{P_c}{P_{eff}}$ . Az effektív teljesítmény a gép motorteljesítményének és a gép

állapottól függő hatásfokának a szorzata.  $P_{eff} = P_m \cdot \eta$  (W). Fontos jellemző az esztergálás gépi ideje. A gépi főidő alatt történik a forgácsolás, melybe a kés ráfutása és

túlfutása is beletartozik:  $t_g = \frac{\Sigma L \cdot i}{n_{be} \cdot f}$  (min).  $\Sigma L$  = az esztergált hossz + a kés ráfutásának

hossza + a túlfutás hossza (mm).

Hosszesztergálás technológiai számításaira példa a **Gyártási technológia elkészítése** fejezetben található.

### **Kereszesztergálás (oldalazás)**

Oldalazásnál megmunkálás közben a forgácsolt átmérő és vele együtt a forgácsoló sebesség is folyamatosan változik. Ez az oldalazott felület minőségén jól látható.

### **Furatesztergálás**

Szerszámai a különböző furatkések és a fűrőrudak. A szerszám viszonylag zárt térben forgácsol. A furatkések kinyúlása nagyobb, mint a hosszesztergáláskor, a kés szárkeresztmetszete pedig általában kisebb. Emiatt a furatkések hajlamosak a rezgésekre. A hűtőfolyadék szerszámhoz vezetése is nehézkes. Ezért a hosszesztergálás vágósebességének csak 80-90%-ával forgácsolunk a furatesztergálásnál.

### **Beszúrás és leszúrás**

A beszúrókés szélességét a készítendő horony szélessége határozza meg. Ez a méret a kés többi méretéhez viszonyítva általában elég kicsi, a beszúrás, ill. leszúrás mélysége viszont nagy, emiatt a szerszám hővezető képessége jelentősen csökken. A szerszám csúcsai fokozott igénybevételnek vannak kitéve. A viszonylag nagy fogásban lévő élhossz miatt fokozódik a rezgésveszély. A beszúrásnál, leszúrásnál ezért a hosszesztergálásnál használatos vágósebességnek csak 25-35%-ával forgácsolhatunk. Nagy gondot kell fordítani itt is a megfelelő hűtésre, valamint a kés központba állítására.

### Kúpsztergálás

Kúpfelületet többféle módszerrel esztergálhatunk.

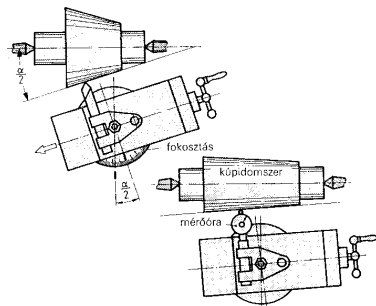
a) *Ferde élű késsel* viszonylag rövid kúpok esztergálhatók. Ilyenkor a kés főél-elhelyezési szöge megegyezik a munkadarab félkúpszögével. A főél hossza valamivel nagyobb, mint a kúp alkotója. Az előtolás lehet hossz- és keresztirányú is, értéke rendszerint 0,1-0,01 mm/ford.

b) *Késszán elfordítással*

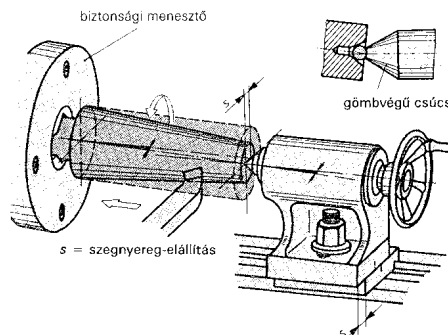
A kúp adatainak ismeretében kiszámítjuk a kúpszöget. A késszánt a kúpszög értékének a felével (félkúpszög) elfordítjuk, külső kúp esetén az óramutató járásával ellentétes irányban, belső kúp esetén az óramutató irányával megegyező irányban. Külső kúp esztergálása esetén a kúp kis átmérőjétől haladunk a nagy átmérő felé. Belső kúpsztergálás esetén fordítva. Csak kézi előtolással dolgozhatunk, ezért csak akkor alkalmazható az eljárás, ha az előírt felületi minőség nem túl szigorú. Az elállítás pontossága mérőórával és kúpidomszerrel ellenőrizhető.

Az esztergálható kúp hosszának az adott gép késszánjának a munkautja szab határt. Az

elállítás szögértékét a következő képlettel számíthatjuk ki:  $\text{tg } \alpha = \frac{D-d}{2l}$ .



3.4.13. ábra: Kézzsán elfordítása



3.4.14. ábra: Szegnyereg elállítás

c) *Kúpsztergálás szegnyereg elállításával:*

Hosszú, enyhe kúpok esztergálására alkalmas módszer. A kiszámított „S” értékkel kell a nyeregtestet elállítani oldalirányban a szegnyereg-alaphoz képest. Az elállítást a

következő összefüggésekkel tudjuk számítani:  $S = \frac{D-d}{2}$  (ha a munkadarab teljes

hosszában kúpos), vagy  $S = \frac{D-d}{2l} \cdot L$  (ha L a munkadarab teljes hossza, a l pedig a

kúpos rész hossza). A beállítása történhet a szegnyereg felső részén levő orsóval, a főorsóba helyezett esztergacsúcs és a szegnyeregcsúcs közötti távolság mérésével. Ha a szegnyeregen nincs beosztás a beállítást, végezhetjük mérőszalaggal, tolómérővel, mélységmérővel. A támasztócsúcs bebeszülésének elkerülése érdekében gömbvégű csúcsot kell alkalmazni. Az alapszán gépi előtolásával dolgozunk, tehát jó felületi minőség érhető el ezzel a módszerrel.

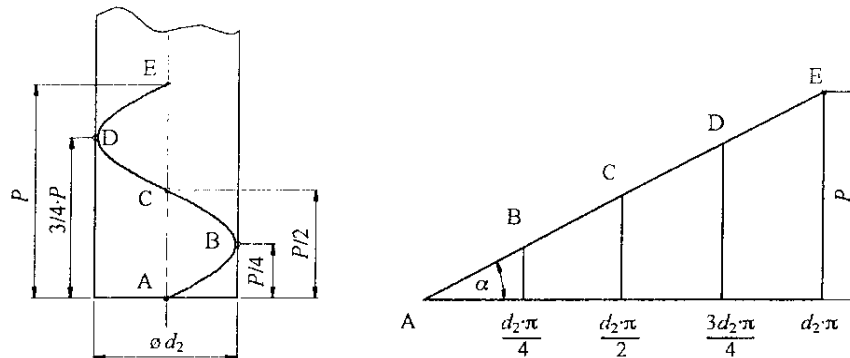
d) *Kúpsztergálás vezetőléccel:*

A vezetőléc, vagy más néven kúpvonalzó az esztergagépek tartozéka. A kúpvonalzót tartó konzolt az esztergaágyra csavarozzuk, a vonalzó talpát pedig az alapszánra. A kúpvonalzó beosztása lehet fokokra, vagy milliméterekre kalibrált. A vezérlőléc megfelelő beállításával vezérelhető a szerszám keresztirányú mozgása. A kúpvonalzó

használata előtt ki kell iktatni a keresztcsán orsóját és a kúpvezető csúszkájához kapcsolni. A lécs beállítási szöge a munkadarab félkúpszögével egyenlő.

### 3.4.8. Menetesztérgálás

Menetekkel kapcsolatos elméleti ismeretek: **Csavarvonal** (térbeli szabályos görbe) akkor keletkezik, ha egy egyenletes sebességgel forgó henger palástján egy pontot tengelyirányban egyenletes sebességgel mozgatunk. Ha a csavarvonalat a hengerpalástról lefejtve a síkba kiterítjük, akkor egy derékszögű háromszöget (lejtőt) kapunk. Az átfogó a csavarvonal, a rövidebb befogó a csavarvonal emelkedése, a hosszabb befogó pedig a henger kerülete. A csavarvonal fontos geometriai jellemzője az emelkedése és az emelkedési szöge.



3.4.15. ábra: Csavarvonal keletkezése, jellemzői

**Csavarment** akkor keletkezik, amikor a hengert a csavarvonal mentén, valamilyen szabványos profil szerint kimunkáljuk. Így származtatható

- derékszögű négyszöggel a laposmenet
- egyenlőszárú háromszöggel az élesmenet
- egyenlőszárú (szabályos) trapézzal a trapézmenet
- derékszögű trapézzal a fűrészmenet
- körívvel a zsinórmenet.

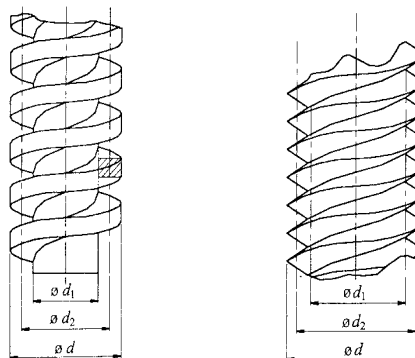
A **szabványos menetprofilok** adatait a Műszaki táblázatok kiadvány 99. – 102. oldalán találhatjuk meg. A csavarmentek külső és belső felületeken is kimunkálhatók, így a felsorolt profilokkal orsó- és anyamenet egyaránt kialakítható. A legelterjedtebb menetfajta a metrikus- vagy métermenet.

	Meghatározás	Jelölés-érték
	Névleges átmérő	$d = D$
	Menetemelkedés	$P$
	Profilszög	$60^\circ$
	Menetmélység orsó	$H_3 = 0,6134 \cdot P$
	anya	$H_1 = 0,5413 \cdot P$
	Középátmérő	$d_2 = D_2 = d - 0,6495 \cdot P$
	Magátmérő orsó	$d_3 = d - 1,2269 \cdot P$
	anya	$D_1 = d - 1,0825 \cdot P$
	Lekerekítés	$R = 0,1443 \cdot P$
A magfurat átmérője	$d_4 = d - P$	
Méretezési keresztmetszet	$A = \frac{\pi}{4} \cdot \left( \frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$	

3.4.16. ábra: Normál métermenet jellemzői MSZ 204:1985 (DIN 13)

#### A menetek geometriai jellemzői:

- $d$  = névleges menetátmérő
- $d_1$  = magátmérő
- $d_2$  = középátmérő
- $P$  = menetemelkedés
- $\alpha$  = menetemelkedési szög
- $\beta$  = profilszög



3.4.17. ábra: Menetek geometriai jellemzői

A  $\beta$  profilszög értéke métermeneteknél  $60^\circ$ , Whitworth és csőmenetnél  $55^\circ$ , trapéz- fűrész- és zsinórméteknél  $30^\circ$ . A menetemelkedési szöget a középátmérőből számítjuk:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{P}{d_2 \cdot \pi} \quad \text{és} \quad d_2 = \frac{d + d_1}{2}$$

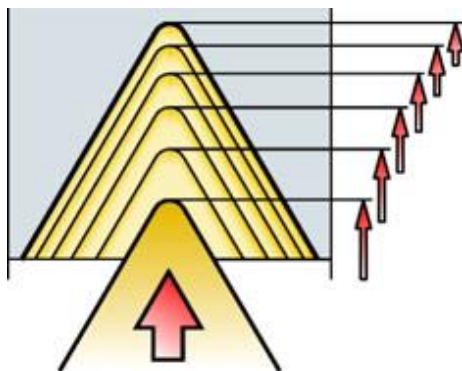


A menetek feladatukat tekintve lehetnek kötőmenetek és mozgatómenetek, illetve csatlakozó menetek. A kötőmeneteket (melyek háromszög profilú élesmenetek) a csavarkötések elemeinél használjuk. Fő jellemzőjük, hogy a menetemelkedési szögük kicsi, ez eredményezi az önzárásukat. A szabványos kötőmenetek mindig önzáróak. A mozgatómenetek viszonylag nagy menetemelkedésűek és jó felületi minőséggel rendelkeznek. A felületi minőség befolyásolja a létrehozott mozgás-átalakítás, mozgatás hatásfokát. Gyakran használt csatlakozó menet a zsinórmenet. Erősen lekerekített menetszelvénye miatt dinamikus igénybevételeknek kitett vagy különösen szennyezett helyeken alkalmazzák.

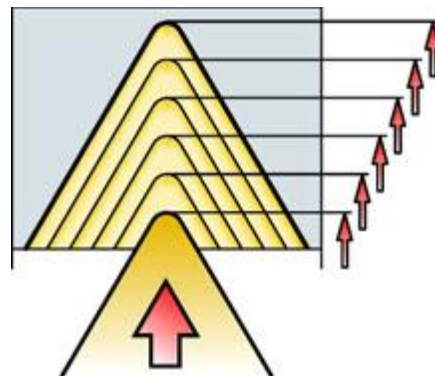
Menetet sokféle technológiával lehet készíteni. Jegyzetünkben terjedelmi okokból csak a menetesztérgálásra térünk ki. Menetesztérgáláskor is a kedvezőtlen hőelvezetés és forgácsleválasztási körülmények miatt kisebb vágósebesség engedhető meg, mint a hosszesztérgáláskor. Eltorzulhat a menetprofil, ha a menetszelvény középvonala és a menet forgástengelye nem merőleges. Ugyancsak **profiltorzuláshoz** és a forgácsolási viszonyok romlásához vezethet, ha a késcsúcs nincs **középpontba állítva**. Figyelembe kell venni a **menetkifutást** is: ha nem szabad kifutásos a menet, akkor megfelelő szélességű beszúrást kell készíteni a magátmérőnél kisebb méreten, vagy kúpos menetkifutást kell alkalmazni. A teljes menetmélységet csak több fogásból lehet kialakítani. A technológia további specifikumai:

- Az alkalmazott előtolásnak meg kell egyeznie a menetemelkedéssel
- A megfelelő fogásmélység és megfelelő számú menetvágási fogás kiválasztása
- A forgácsképzés, hogy elkerülhető legyen a keletkező forgács szerszám körüli felhalmozódása
- Forgácseltávolítás – különösen belső menetek készítésénél
- A hosszú túlnyúlások okozta rezgések elkerülése

**Fogásvétel elosztása** A fogásmélységet minden fogásvétel esetén kétféle módon lehet megválasztani, függetlenül a fogásvétel módjától.



3.4.18. ábra: Változó fogásmélység



3.4.19. ábra: Állandó fogásmélység

**a) Fogásonkénti mélység csökkentésével (állandó forgácsterület)** Ez a leggyakrabban használt módszer, mely a megmunkált menetfelület végső minőségét is javítja és a

„kiegyensúlyozottabb” forgácsterület a lapka egyenletesebb terhelését eredményezi. Az utolsó simító fogás mélysége kb. 0,06-0,07 mm legyen.

**b) Állandó fogásmélységgel.** Az egyes fogások egyenlő mélységűek, a fogások számától függetlenül. Ennél a módszernél a lapkaterhelés változó és a megmunkált menetfelület minősége is rosszabb. A CNC esztergák külön menetesztergáló ciklusokkal rendelkeznek, amelyekben a menetemelkedés, mélység és fogások száma különböző módokon beállíthatók – az első és az utolsó fogást is beleértve. Ezek alkalmazásával jobb menetminőség és hosszabb lapka éltartam érhető el.

#### *3.4.9. Esztergálás biztonságtechnikája*

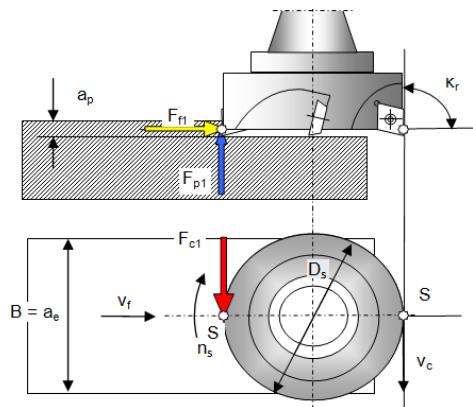
Esztergálásnál a fő veszélyforrás a forgó munkadarab és a keletkező forgács. Ezek ellen a dolgozót megfelelő védőeszközökkel (pl. burkolattal) kell megvédeni. A korszerű esztergagépeken már reteszelt, zárt burkolat van. Az esztergatókormányban felejtett tokmánykulcs indításkor kirepülve súlyos balesetet okozhat. Ennek elkerülésére biztonsági tokmánykulcsot alkalmazunk. A pattogó, töredezett forgács a gép fölé hajoló munkavégző személynél okozhat sérülést, ami megfelelően kialakított védőernyővel, védőszemüveg használatával védhető ki. A szétrepülő forgács a szomszédos gépen dolgozót is veszélyezteti, ennek elkerülésére, a hagyományos gépekre hátsó forgácsvédő burkolatot szerelünk fel. A folyamatos forgács rátekeredhet a szerszámmra, munkadarabra, a gép szerkezeti elemeire, ezért balesetveszélyes. A forgács mozgását, eltávolítását szabad kézzel tilos végezni, mert vágott, szúrt sérüléseket okozhat. Használjunk forgácselhúzó kampót vagy gépkéft, esetet A leváló forgács magas hőmérséklete is balesetveszélyes. Munkadarabot mérni, ellenőrizni csak álló gépen szabad. A forgó esztergatókormányt a gép kikapcsolása után a gyorsabb leállítás végett kézzel fékezni tilos! Esztergaszív és menesztótárcsa alkalmazásánál a forgó tagolt részek balesetveszélyességét védődobos burkolattal csökkenthetjük. A szabadon lógó ruha, a hosszú haj is balesetet okozhat!

### 3.5. Marási feladatok

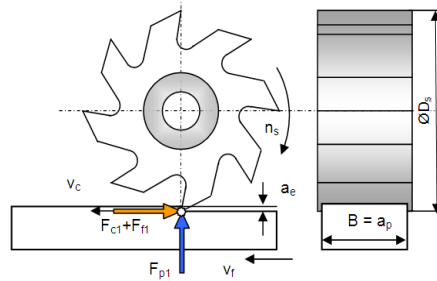
#### *3.5.1. A marás általános jellemzése*

A marás folyamatos forgó főmozgású szerszámmal megvalósuló, korszerű, pontos, termelékeny technológia. Szerszáma a szabályos élgeometriával rendelkező többélű maró a technológia változataiból adódóan igen sokféle kialakítású lehet. A mellékmozgásokat a változatoktól függően leggyakrabban a munkadarab végzi, de végezheti a szerszám is. A marás változó keresztmetszetű forgács szakaszos leválasztása útján valósul meg. A hagyományos marási technológia széles körben elterjedt főleg síkfelületek nagyoló és simító megmunkálására, de a korszerű CNC marógépekkel, megmunkáló központokkal tetszőleges térbeli felületek is marhatók. A marásnak a szerszám és a munkadarab egymáshoz viszonyított helyzete alapján két alapváltozata van: **a homlokmarás és a palástmarás.**

Homlokmaráskor a maró tengelye merőleges a megmunkált felületre (3.5.1. ábra.), míg palástmaráskor párhuzamos a megmunkált felülettel (3.5.2. ábra.). Mindkét változatnál a szerszám forgástengelye lehet függőleges vagy vízszintes, esetleg ferde helyzetű.

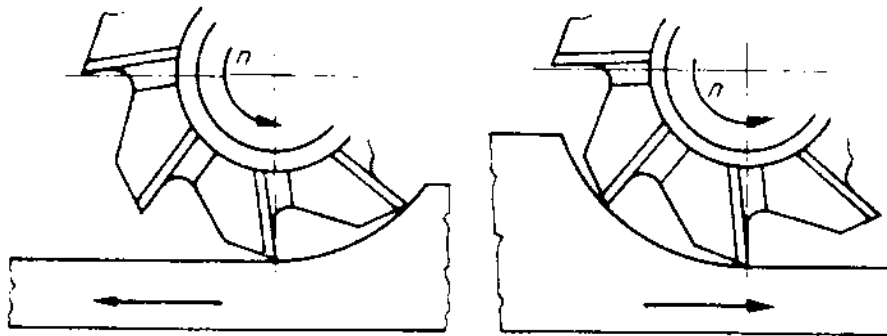


3.5.1. ábra: Homlokmarás



3.5.2. ábra: Palástmarás

Az első ábra függőleges helyzetű, szimmetrikus homlokmarást, a második vízszintes tengelyű palástmarást mutat be. Az első esetben a forgácsleválasztást és a felületkialakítást a szerszám homloksíkjában elhelyezkedő főélek végzik, melyek a palástfelületen is folytatódnak és részt vesznek a forgácsolásban. A palástmaróknál csak a szerszám palástfelületén vannak forgácsoló élek. A palástmarásnak két változata az **ellenirányú** és az **egyenirányú** palástmarás.



3.5.3. ábra: Ellenirányú és egyenirányú palástmarás

Mindkét változatnál változó keresztmetszetű, „vessző” alakú forgács keletkezik, ezért a gép és a szerszám terhelése nem egyenletes. Az **egyenirányú palástmarásnál** a legnagyobb forgácskeresztmetszettel kezdi a maró foga a forgácsleválasztást, így a marófogak hátkopása kisebb. Az ébredő forgácsolóerő a munkadarabot a marógép asztalára szorítja, ezért vékony, lécszerű alkatrészeket ezzel a változattal kell marni. Az egyenirányú palástmarás csak akkor alkalmazható, ha a gép elég merev és az asztalmazgatásnak nincs holtjátéka. Nagy fogásmélységgel lehet dolgozni, de külső kemény réteggel rendelkező, öntött vagy hengerelt munkadarabokat nem célszerű ezzel az eljárással forgácsolni.

Az **ellenirányú palástmarásnál** a forgácsleválasztás kezdetekor a marófogak megcsúsznak, ezért jelentős a hátkopás, de minden marógépen alkalmazható ez a módszer. Ezért a gyakorlatban ez az elterjedtebb változat.

### 3.5.2. A marás szerszámai

A változatos kialakítású marószerszámokon legtöbbször három, jól elkülönülő rész található:

- a szerszámgéphez való csatlakoztatást biztosító befogórész
- a tényleges forgácsleválasztást végző dolgozórész
- és az előbbi kettőt összekötő szerszámtest.

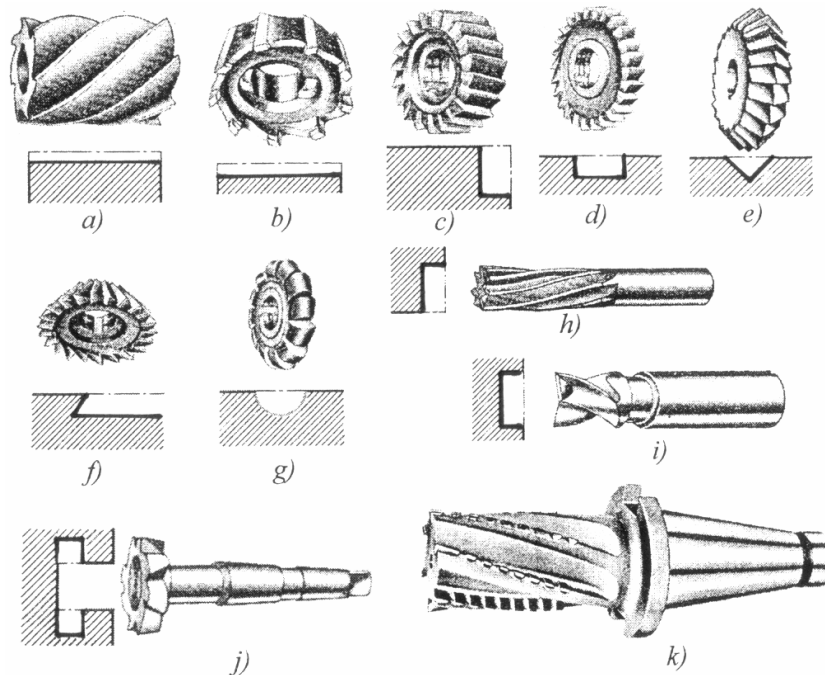
A **csatlakozórész** lehet furatos vagy száras kivitelű. A tőréssel ellátott csatlakozó furatok szabványos méretűek, szabványos reteszhoronnyal vannak ellátva, amelyek a nyomatékátadást biztosítják. Általában a tárcsamarók, fűrész tárcsák, szögmarók, alakos tárcsamarók furatos kivitelben készülnek. A szerszámok menesztését hosszirányú retesz kötéssel vagy keresztirányú menesztő szegmensekkel oldjuk meg. A száras marók csatlakozó felülete lehet kúpos vagy hengeres. A kúpos felület jól központosít, és behúzó menettel biztosítjuk a nyomatékátvitelt. A hengeres szárákkal a kisebb méretű szármaróknál találkozhatunk, ezeknél általában patronos szorítást alkalmazunk.

A marók **dolgozó része** végzi a forgácsleválasztást, kalibrálást, alakítja ki a megmunkált felület minőségét. Itt található a forgácsolóélek, melyeket a homlok és hátfelületek metszsvonalai képeznek. A marófogak között helyezkednek el a forgácsárkok, melyek a leválasztott forgács eltávolítását biztosítják. A marófogak kialakítása alapján vannak martfogú, hátraesztorgált fogkialakítású és lapkás marók. A martfogú marók készülhetnek egyenes, és ferde (csavart) fogazattal. Az egyenes fogúakat egyszerűbb gyártani, a ferde élű maróknál egyszerre több foguk forgácsol, így egyenletesebb a forgácsleválasztás, viszont tengelyirányú erőhatások is ébrednek. A csavart élű marók gyártása, élezése a körülményes, de a megmunkált felület szempontjából a legjobb marótípus. A hátraesztorgált fogkialakítással főleg profilmaróknál találkozhatunk. Ilyen kialakításúak a profilozó fogmarásoknál alkalmazott modulmarók. Előnyük, hogy az újraélezéseknél nem változik meg a maró profilja. A lapkás maróknál a szerszámtest olcsóbb szerkezeti acélból készül, csak a lapkák készülnek költséges szerszámanyagokból, keményfémből, bevonatos keményfémből, kerámiából. A lapka rögzítése alapján lehetnek fixlapkás (a lapkarögzítés forrasztással történik) és váltólapkás kivitelűek. A korszerű marószerszámok váltólapkás kivitelűek, a lapkákat nem élezük, hanem tompulásuk esetén másik lapkapozícióba állítjuk, vagy cseréljük őket. A váltólapkák nagyon sokféle összetétellel, változatos alakban, sokféle élgeometriával, forgácstörővel készülnek, porkohászati technológiával. A lapkák forgácsleválasztási tulajdonságait különböző, igen vékony rétegek felhordásával javítják (bevonatolás). A nagyteljesítményű homlokmarók betétkéses marófejes változatban készülnek.

Az **összekötő rész** (vagy szerszám test) az adott marótípusnak megfelelő kialakítású és arra jellemző alakú.

A marásnak sokféle változata van, ezért szerszámai is változatos kialakításúak és sok szempont szerint csoportosíthatók. A csoportosítás szempontjai a következők lehetnek:

- **a maró alakja**
- **a forgácsoló él kivitele**
- **a marószerszám anyaga**
- **egyéb szempontok**



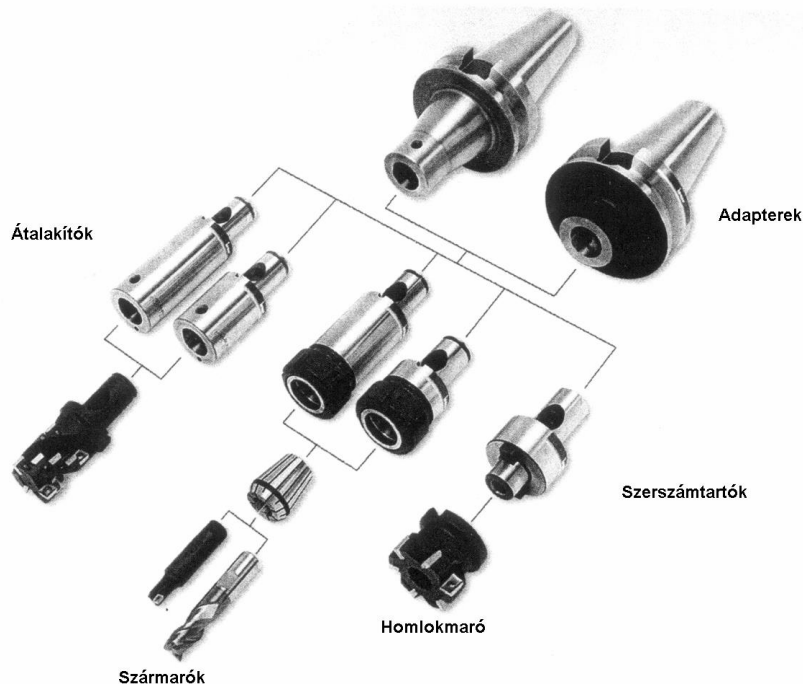
3.5.4. ábra: Marószerszámok

Az ábrákon a következő marószerszámok láthatók:

- a) Csavart élű (ferde fogazatú), mart fogú palástmaró
- b) Betétkéses marófej (feltűzhető marófej, keresztirányú menesztéssel)
- c) Ferde fogazatú homlok-palástmaró
- d) Tárcsás horonymaró
- e) Szimmetrikus kétoldalas tárcsás szögmaró
- f) Egyoldalas feltűzhető tárcsás szögmaró (prizmavezeték maró)
- g) Hátraesztergált fogú alakmaró (domború félkörprofilú tárcsamaró)
- h) Hengeres szárú tömör ujjmaró
- i) Hengeres szárú hosszlyukmaró (tengelyirányú fogásvételre alkalmas)
- j) Kúpos szárú „T”-horonymaró (tárcsás horonymaróval elő kell munkálni)
- k) Osztott élű kúpos szárú maró (forgácstörő élű „kukorica” maró)

#### Korszerű marószerszámok kialakítása

A korszerű marásoknál **moduláris felépítésű szerszámrendszerekkel** találkozhatunk. Szerszámrendszeren egy adott gép szerszámhordozójához kapcsolódó szerszámelemek összességét értjük, a szerszámtartótól a váltólapkáig. A moduláris kialakítás csökkenti a készletezendő szerszámok számát, növeli a szerszámozás rugalmasságát. A 3.5.5. ábrán egy ilyen korszerű moduláris marórendszer néhány eleme látható.



3.5.5. ábra: Korszerű marószerszám rendszer

### 3.5.3. A marás gépei

A marásnál a mellémozgások függetlenek a főmozgástól, ezért a marógépek (az esztergagépektől, a fűrőképektől és a gyalugépektől eltérően) **független mellékhajtóművel** rendelkeznek. A mellékhajtómű legfontosabb technológiai jellemzője az előtoló sebesség ( $v_f$ ), mely azt adja meg, hogy az asztal 1 perc alatt hány

mm-t mozdul el. Az előtoló sebesség mértékegysége:  $\frac{mm}{min}$ .

#### Marógépek csoportosítása

- a főorsó helyzete szerint lehetnek vízszintes vagy függőleges marógépek
- az asztal mozgatása alapján lehetnek konzolos vagy hosszmarógépek
- a maróorsók száma szerint lehetnek egy- vagy többorsós marógépek
- az alkalmazhatóságuk alapján lehetnek általános vagy különleges feladatokra alkalmazható marógépek (pl.: másolómarógép, lefejtő fogaskerékmaró gép, menetmarógép, horonymarógép stb.)
- működtetésük szerint lehetnek hagyományos vagy CNC marógépek

#### Konzolos marógépek

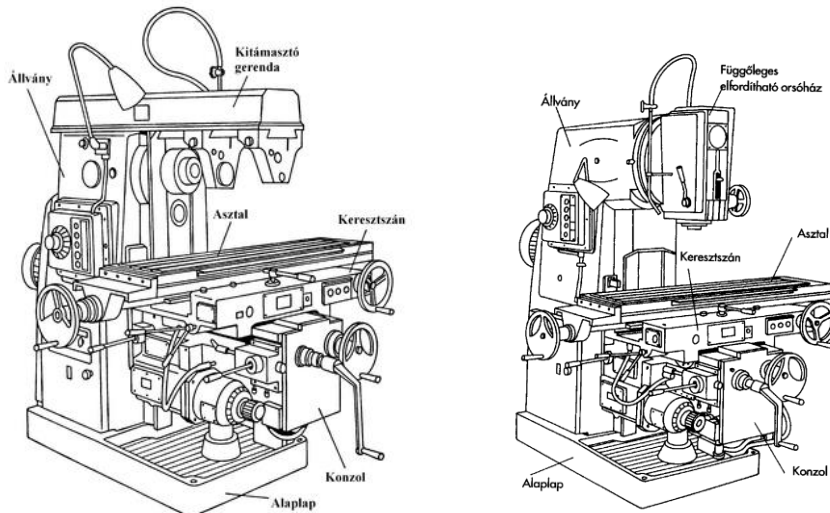
Nevüket az állvány mellső részén elhelyezkedő, függőleges irányban állítható és forgácsolás közben rögzíthető géprészről kapták.

A főorsó helyzete szerint két változata van: a **vízszintes** és a **függőleges** konzolos marógép. A konzolos vízszintes marógépek közül az **egyetemes** marógép a legelterjedtebb. A konzolos marógépek speciális változata az **egyetemes szerszámmarógép**. A konzol lapos vezetőkeken hordozza a keresztcsánt, amelyen hosszirányban a „T”-hornyos kialakítású asztal mozog. Az asztalt mozgató

mellékajtómű működése alapján kétféle lehet. Az egyik változatnál az állványban helyezkedik el, hajtását a főhajtás motorjáról kapja és kardántengellyel van összekötve a konzollal. A másik változatnál a konzolban helyezkedik el a mellékajtómű és az itt elhelyezkedő külön motor működteti.

A konzolos marógépek főhajtóműve többfokozatú fogaskerekes hajtómű. A fokozatok száma általában  $z = 12 \dots 24$ , a szabályozhatóság  $Sz = 50 \dots 100$  közötti érték. A főhajtómű az alaplappal egybeöntött, merev, szekrényes kivitelű gépállványban helyezkedik el a hajtómotorral együtt.

A **vízszintes marógépen** az állvány felső részén, a vízszintesen csapágyazott főorsó felett található a kitámasztó gerenda. Ehhez fecskefarok illesztéssel csatlakoznak az állítható helyzetű csapágybakok. Alkalmazásukkal a marószerszámok befogásának merevsége növelhető. Az orsó szabványos Morse-, illetve Metrikus kúppal, vagy meredek kúppal és menesztő retesszel készül. Külön tartozékként függőleges fejjel (vertikálfej) is felszerelhető, így az egyébként függőleges marógépre való munkák is elvégezhetők rajta.



3.5.6. ábra és 3.5.7. ábra: Vízszintes és függőleges konzolos marógép

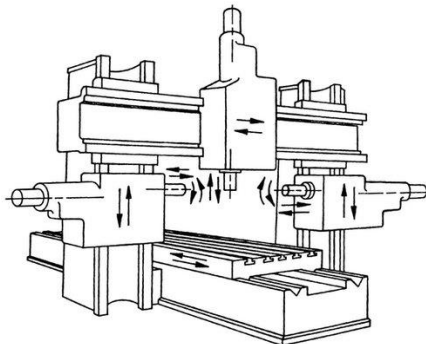
A **függőleges marógép** csak a főorsó elrendezésében különbözik a vízszintes marógéptől. Az orsótűz (gépfaj) kúpfogaskerék kapcsolattal kapja a meghajtást a főhajtóműből. A fej vízszintes tengely körül elforgatható, így ferde tengelyhelyzetű szerszámmal is dolgozhatunk. Az orsó több változatnál kismértékben tengelyirányban kézi mozgatással állítható. Ezen a géptípuson főleg szármarókkal és homlokmarókkal dolgozunk. Síkfelületek, hornyok marására, de furatmegmunkálási eljárások végzésére is alkalmas. A gép fontos tartozéka a kézi- vagy gépi hajtású körasztal, amelyet körívек marására vagy síkbeli osztási műveleteknél alkalmaznak.

Az **egyetemes marógép** felépítése a vízszintes konzolos marógépével megegyezik, csak a tárgyasztala a keresztszám függőleges tengelyű forgószámla körül a vízszintes síkban  $\pm 45^\circ$ -os szögben elfordítható. Így alkalmassá válik ferdefogazatú fogaskerekek készítésére, nagy emelkedésű menetek, csigák, spirálhornyok marására. Ezek elvégzéséhez szükség van a marógép legfontosabb tartozékára az egytetemes osztófejre is. A gépre még vésőfej is felszerelhető, amivel egyszerű vésési műveletek végezhetők el. Ez az univerzális marógép az egyedi gyártásoknál, szerszámgyártó vállalkozásoknál, javítóüzemekben nélkülözhetetlen géptípus.

A **szerszámmarógép** sokirányú beállítási lehetőséggel rendelkezik. Két főorsója van, az egyik függőleges, a másik vízszintes helyzetű. Konzolja függőlegesen állítható és vízszintes és függőleges tengely körül billenthető. A hosszirányú mozgást az asztal, a keresztirányút pedig az orsófej végzi. A függőleges orsófej függőleges síkban elfordítható. A szerszám- és készülékgyártás jellegzetes marógép típusa.

### Hosszmarógépek

A hosszmarógépek a síkmarógépek közé tartoznak. A masszívan lealapozott gépágy vezetékein mozog a nagyméretű tárgyasztal, mely magassági irányban nem emelhető, csak síkbeli mozgáslehetősége van. Felépítésük merevebb, mint a konzolos marógépeké. Nehéz, nagyméretű szekrényes kivitelű alkatrészek marására alkalmasak. A nagyobb merevség miatt nagyobb fogankénti előtolással és forgácsoló-sebességgel dolgozhatnak, mint a konzolos marógépek. A hosszmarógépeknek van egy- és kétállványos változata. A kétállványos változatnál az állványoszlopok merevségét az összekötő merevítő gerendával oldják meg. Ezáltal kapjuk a kapuszerű állványkialakítást, amit portál elrendezésnek nevezünk (3.5.8. ábra). Ha a munkadarab átfogása (átszerelése) nélkül akarnak több felülethez hozzáférni, akkor több szerszámot kell elhelyezni a darab körül. A főorsókat tartalmazó szánokat (marófejeket) az állvány oszlopain, vagy gerendáján lévő vezetékek hordozzák. Minden marószánnak önálló fő- és mellékajtóműve van. Egészen nagyméretű munkadarabok már álló asztalon vannak és a kapuállvány két oszlopát helyezik az asztal két oldalán elhelyezett vízszintes vezetékre, tehát az ilyen gépen az egész kapuállvány utazik (mozgóportálos kivitel). Az oszlopokon általában egy-egy, a gerendán egy vagy két főorsószán található.



3.5.8. ábra: Portálmárógép

#### 3.5.4. Szerszám és munkadarab befogás marásnál

A forgácsolóerő a meghajtó motorról a hajtóművön, a főorsón, a **szerszámrögzítésen**, a marószerszám élén keresztül jut el a munkadarabhoz. A forgácsolási művelet ellenereje a gép alapjától kiindulva a konzolon, az asztalon és a **munkadarab rögzítésen** keresztül hat a munkadarabra. Tehát a marások szakszerű elvégzésénél nagy figyelmet kell fordítanunk a megfelelő szerszám és munkadarab befogásra, rögzítésre.

#### Marószerszámok befogása

A marószerszámok befogásával a szerszám megfelelő központosítását (a futáspontosságának biztosítását), a nyomatékátvitelt, a kellő merevséget és a gyors befogást, cserélhetőséget kell lehetővé tenni. A csatlakozó felületek szennyeződés



mentességére, tisztaságára mindig nagy gondot kell fordítani. A marók befogásának alapesetei:

- közvetlenül a maróorsó furatába
- kúpos befogófejbe szerelve
- marótengelyre szerelve (általában vízszintes helyzetű)
- marótüskére szerelve (általában függőleges helyzetű)

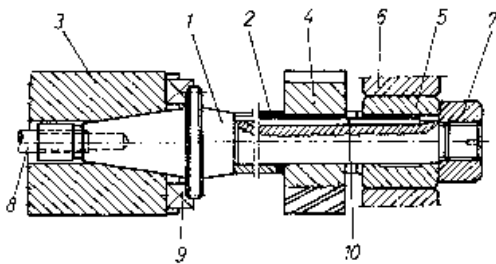
A marógépek főorsói szabványos végződésel rendelkeznek. A kisebb teljesítményű gépeknél Morse vagy Metrikus kúpos furatvégződéssel találkozhatunk. Ezek önzáró kúpok, nyomatékot is képesek átvinni, de biztonsági okokból külön gondoskodunk menesztésről. A kúpos szármarókat az **maróorsó furatába** menetes behúzószárral rögzítjük. Nagyobb marógépeken a főorsó furata meredek kúpos, ami csak a központosítást biztosítja, nincs önzárása, de ez az automatikus szerszámváltáshoz kitűnően megfelel. Hengeres szárú marókat **kúpos szárú befogófej** segítségével foghatunk be. A kúpos szár-hasonlóan a marótengelyhez vagy a marótüskéhez-a maróorsóba csatlakozik. Másik felén külső menetes és belső kúpos kiképzés található, melybe külső kúpos hasított szorítóhüvely (patron) illeszkedik. A patron általában három helyen hasított, ez biztosítja radiális rugalmasságát. A maró hengeres szárát a patronba helyezük, majd a szorítóanya forgatásával a kúpos fészekbe szorítjuk. Az rugalmasan összehúzódik és rögzíti a hengeres szárát. A szorítóhüvelyek szabványosak, minden marószár mérethez más-más patronra van szükség



3.5.9. ábra: Patronok



3.5.10. ábra: Marótengelyek



3.5.11. ábra: Marótengely befogása



3.5.12. ábra: Marótüske

A furatos marókat marótengelyre vagy marótüskére rögzítik. A **marótengely** (1) egyik végén kúpos csatlakozással a főorsóba (3), a másik oldalon, a gerendán elhelyezett csapágybak (6) furatába illeszkedik. Behúzó csavarral (8) rögzítjük a főorsó furatába és menesztjük (9). A reteszkötéssel (10) ellátott hengeres szárra fűzzük fel a távtartó gyűrűket (2), a furatos marót (4) és a futóhüvelyt (5). Ez utóbbi a csapágyazást biztosítja a csapágybakban. A tengelyirányú rögzítést csavaranyával (7) oldjuk meg. A **marótüske** hasonló a marótengelyhez, de rövidebb méretű, merevebb és általában függőleges helyzetben biztosít szerszámbefogást. Főleg homlokmarók befogására szolgál. Nagy átmérőjű marófejeket közvetlenül a főorsófej külső felületére illetve csavarkötéssel szerelhetünk fel, a nyomatékot a forgatóreteszekkel visszük át.

**Munkadarabok befogása marásnál.** A munkadarabok befogásánál a forgácsolt tárgy helyzetét kell meghatározni a maróorsóhoz és a marógép asztalához viszonyítva. Ezen kívül a biztonságos forgácsoláshoz szükséges megfelelő szorítóerőt is ki kell fejteni, valamint azt a gépszatlnak átadni. A munkadarabok befogásának két esete a közvetlen befogás és a közvetett befogás.

Közvetlen befogáskor a munkadarabot közvetlenül a marógép asztalára fogjuk fel. Ekkor többnyire az asztalon kialakított „T” hornyokba illeszkedő leszorító csavarokat, szorítóvasakat, alátéteket használunk. A közvetett befogásnak sok változata van, például történhet gépszatuba, osztófejbe, körasztalra, marókészülékbe stb. Az egyik leggyakrabban használt munkadarab befogó készülék az **egyszerű gépszatu**, amelyet kisebb méretű alkatrészek befogásánál alkalmaznak. A szerszámgyártásban gyakran használják a forgatható-billenthető változatát. Az excenteres vagy pneumatikus gépszatuk gyors szorítást eredményeznek. A **körasztal** a ráerősített munkadarab függőleges tengely körüli forgatását és egyes szöghelyzetekben való rögzítését teszi lehetővé. A szögeket a szögskálán, vagy egyes típusoknál a forgatókerékre szerelt osztótárcsával lehet beállítani. A T hornyos forgóasztalt csiga-csigakerék kapcsolattal forgatjuk. A készüléket a maróasztalra csavarkötéssel rögzítjük



3.5.13. ábra: Körasztal

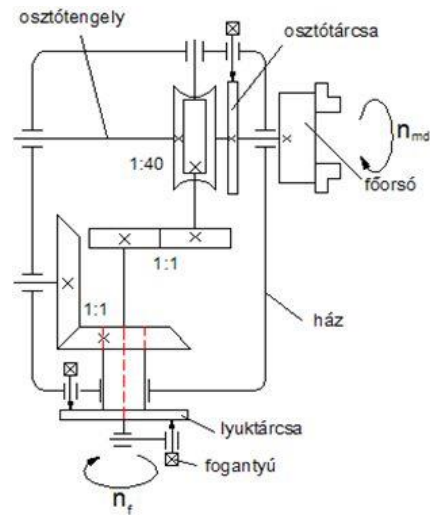


3.5.14. ábra: Egyetemes osztófej

A konzolos marógépeken a legelterjedtebb osztókészülék a vízszintes tengelyű **egyetemes osztófej**. Olyan munkadarabok marásánál használjuk, amelyek kerületén egyenlő távolságban vagy meghatározott szögben különböző marási műveleteket kell elvégezni (pl. horonymarás, bordamarás, sokszögmarás, profilozó fogmarás stb.). A

munkadarabot az osztótengely végére fogjuk. Az osztóorsó olyan csőtengely, amely végén központosító csúcs vagy szorítóhüvely befogadására alkalmas meredek kúp van.

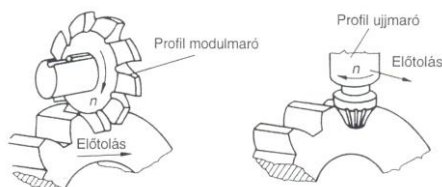
Külső részére menesztőtárcsa vagy tokmány szerelhető fel. Az orsó első részén található a közvetlen osztások elvégzésére alkalmas osztótárcsa, mely használatánál az osztófej belső csiga-csigakerék kapcsolatát oldani kell. Az egybekezdésű csigahajtás 1:40 áttételű. (a csigát a kézi forgatókkal negyvenszer kell körbeforgatni ahhoz, hogy a csigakerék az osztótengellyel egyszer körbeforgjon.) A forgatókar a furatos lyuktárcsa előtt forog, sugárirányban eltolható, így a fogantyú osztócsapja bármelyik furatsor furatába rögzíthető. Az osztás megkönnyítésére az osztótárcsa előtt állítható mutatópár található.



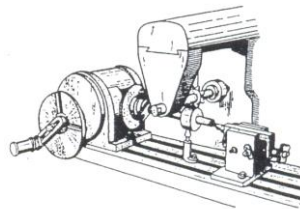
3.5.15. ábra: Osztófej vázlatrajza

Egyetemes marógépen az osztófej segítségével **csavarvonal marása** (spirálmárás) is elvégezhető. Ekkor a munkadarab tengelyét és a marószerszám síkját egymáshoz viszonyítva szögben beállítjuk, majd a munkadarabot tengelyirányú mozgathatóságán kívül elforgatjuk. A bekezdések számának megfelelően felszereljük az osztótárcsát. A mutatópárt és az osztócsapot a megfelelő lyukkörre állítjuk. A bekezdések osztási művelete egyszerű osztással végezhető el.

Fogaskerek egyedi gyártásánál gyakran alkalmazzák a **profilozó fogmarást**, amelyhez szintén szükséges egyetemes osztófej. Az eljárás lényegében egyszerű alakmarás, amivel a fogarkokat kimunkáljuk. Egy fogárok kimunkálása után a keréktestet az osztófej segítségével egy fogosztásnyira elforgatjuk. Ezt annyiszor kell megismételni, ahány fogú a fogaskerék. A gyártó szerszám (modulmaró) alakja megegyezik a fogárok alakjával. Készül száras kivitelben és tárcsamaróként is. Mivel azonos modul esetén is a fogszám változásával az evolvens görbülete (vagyis a fogalak) változik, elvileg végtelen sokféle szerszámmra lenne szükség. A gyakorlatban 8, 15, illetve ritkán 26 darabos modulmaró készletet használnak. Kis termelékenyséű, pontatlan, de egyetemes marógépen elvégezhető eljárás. Egyedi és kissorozat-gyártásban alkalmazzák.



3.5.16. ábra: Profilozó fogmarás



3.5.17. ábra: Osztófej felfogása

### 3.5.5. Marás technológiai paraméterei, biztonságtechnika

A marással készült munkadarab anyagminőségét, méreteit és egyéb tényezőket figyelembe véve kell kiválasztani a megfelelő marószerszámot. A szerszám legfontosabb jellemzői: a kialakítása (alakja), anyagminősége, élgeometriája (élszögei), fogszáma stb. alapján tudjuk meghatározni a technológiai paramétereit. A ráhagyás figyelembe vételével tudjuk megállapítani a fogások számát ( $i$ ) és a fogásmélységet ( $a$ ). Kovácsolt, öntött előgyártmányoknál, lángvágással darabolt felületeknél rideg keményfém- illetve kerámialapkás marókat lehetőleg ne használjunk. A fogankénti előtolás ( $f_z$ ) a marószerszámok fontos forgácsolási jellemzője, amit technológiai táblázatok, szerszámkatalógusok tartalmaznak a megmunkált anyagminőség függvényében. A kiválasztott maróhoz tartozó gazdaságos vágósebesség ( $v_c$ ) ugyancsak a megmunkálandó anyag minőségének függvénye. A szerszám percenkénti fordulatszámát  $v_c = D \cdot \pi \cdot n$

összefüggést rendezve az  $n = \frac{v_c}{D \cdot \pi}$  képlettel tudjuk kiszámolni ( $D$  = a maró átmérője

méterben). Ha a kiszámított fordulatszám a marógépen beállítható fordulatszámok két szomszédos értéke között nagyjából középen van, akkor a kisebb értéket állítjuk be. Igaz, hogy ezáltal a gépi idő valamivel megnövekszik, de figyelembe kell venni, hogy az egyéltű szerszámokhoz viszonyítva a marók előállítás, utánélezése költségesebb, mint a késeké. A vágósebesség növelése az éltartam rovására a marók esetében nem ajánlatos. Az asztalelőtolás sebességét a  $v_f = f_z \cdot z \cdot n_{be}$  összefüggéssel tudjuk meghatározni. (Pl. ha

0,1 mm fogankénti előtolással marunk 10 fogú maróval,  $120 \frac{1}{\text{min}}$  fordulatszámmal,

akkor a beállítandó asztal előtolási sebesség  $v_f = 0,1 \cdot 10 \cdot 120 = 120 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$ .) Ha ez az

érték a gépen nem állítható be, a legközelebb eső kisebb értéket választjuk a fentebb említett okok miatt. A kisebb asztalelőtollással a fogankénti előtolás is lecsökken, ezáltal a megmunkált felület minősége javul, ellenben a gépi idő megnövekszik. A fajlagos forgácsköbtartalmat a  $V_t = A \cdot v_{tbe}$  képlettel tudjuk kiszámítani, ahol  $A = B \cdot a$  ( $\text{mm}^2$ ) szorzat az előtolásirányú keresztmetszet. A forgácsolás teljesítményszükségletét a  $P_c = k_c \cdot V_t$  összefüggéssel számolhatjuk ki. Az átlagos forgácsoló erőt pedig a teljesítmény másik képletéből lehet kifejezni:  $P_c = F_c \cdot v_c \rightarrow F_c$ . Marással kapcsolatos technológiai számításokkal a „Gyártási technológia elkészítése” fejezetben találkozunk. A forgácsolások technológiai számításaihoz hasznos segítőtárs a Fenyvessy T. – Fuchs R. – Plósz A.: Műszaki táblázatok NS 108 027606 001-3 kiadvány.

#### A marás biztonságtechnikája.

A marási műveletek végzése során a forgó mozgású géprészek, szerszámok jelentenek elsődleges veszélyforrást. A burkolatok meglétét, rögzítését a gép beindítása előtt ellenőrizni kell. A szakaszos forgácsleválasztás miatt a marásnál mindig töredezett forgács keletkezik, melynek szét pattogása szintén veszélyforrás. Védőlemezzel, plexi védőlappal védekezünk ellene, illetve a szembejutását védőszemüveg használatával akadályozhatjuk meg. Mozgásban lévő szerszámgepről a forgács eltávolítása tilos! A marógép beindítása előtt a megfelelő szerszám és munkadarab rögzítést ellenőrizni kell. Az asztalelőtolás megfelelő beállítását is mindig ellenőrizzük, különösen a gyorsjárat bekapcsolása előtt győződjünk meg arról, hogy a szerszám nem ütközik-e a felfogott munkadarabbal vagy készülékkel. Túl nagy fogásvételnél a maró eltörhet, a szétrepülő szilánkok balesethez vezethetnek.

### 3.6. Kösörülési feladatok

#### 3.6.1. Abrázív megmunkálások jellemzői, felosztásuk

A kösörülés az **abrazív megmunkálások** csoportjába tartozó technológia.

Az abrazív megmunkálás olyan forgácsolási folyamat, melynek során egy adott felületről a felesleges anyag eltávolítása rendkívül apró részecskék (forgácsok) formájában, mechanikus karcolás révén valósul meg. Szerszáma nagyszámú, szabálytalan alakú és orientációjú szemcsét tartalmaz. Az időegység alatt leválasztott forgácstérfogat (fajlagos forgácsköbtartalom) általában igen alacsony. A megmunkált felület jó minőségű, méretpontos. Edzett, igen kemény anyagok is megmunkálhatók abrazív forgácsolással. A szemcsék kötött formájú kösörűkorongokban vagy csiszolóhasábokban, csiszoló szalagokon, esetleg folyékony pasztákban helyezkednek el.

**Abrazív megmunkálások felosztása:**

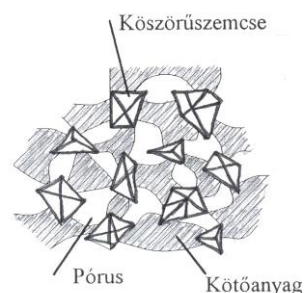
- **Kötött szemcséjű koronggal végzett kösörülések**
  - síkkösörülés,
  - palástkösörülés,
  - csúcsnélküli kösörülés,
  - szerszámélezés,
  - jellegzetes felületek kösörülése (furat-, menet-, fogkösörülés)
- **Kötött szemcsés csiszolótestekkel végzett finommegmunkálások**
  - dörzskösörülés (hónolás)
  - tükrösítés (szuperfiniselés)
- **Szabad szemcsével végzett abrazív megmunkálások**
  - tükrösítés (leppelés)
  - polírozás (fényesítés)
  - ultrahangos megmunkálás
  - mágneses megmunkálás
  - koptató csiszolás
  - szemcseszórás

Jegyzetünkben csak a kösörülésekkel foglalkozunk.

#### 3.6.2. Abrázív szerszámok (kösörűkorongok) szerkezete

A szerszám minőségét, alkalmazhatóságát a következő tényezők befolyásolják:

- a megmunkáló szemcse anyaga és mérete
- a kötőanyag minősége és mennyisége (kötéskeménység)
- az abrazív szemcsék és a kötőanyag térbeli elhelyezkedése, a pórusok mennyisége (porozitás)



3.6.1. ábra: Abrázív szerszámok szerkezete

### 3.6.3. Szemcseanyagok

- Természetes csiszolóanyagok (kvarc, surla, természetes korund stb.) Elsősorban csiszolópapír, csiszolóvászon készítésére használják őket.
- **Elektrokorund** ( $Al_2O_3$ ). A szabványos korongjelölésben azonosítója: „A”. Bauxitból, majd timföldből készítik. A szennyezettségtől függően barna, fehér, vagy rózsaszín színű. Olcsó, a legnagyobb mennyiségben felhasznált szemcseanyag.
- **Szilíciumkarbid** (SiC) Azonosítója: „C”. Kvarchomokból és szénből mesterségesen előállított szemcseanyag. Színe zöldes, szürkés, vagy feketés. Elsősorban nagykeménységű anyagok köszörülésére használják. (keményfémek, kerámia), de könnyű- és színesfémek megmunkálására is alkalmas.
- **Bórkarbid** ( $B_4C$ ) Anyagjele: „BC”. Kedvező a keménysége és a szilárdsága, de a vascsoporthoz tartozó fémek iránti erős kémiai affinitása miatt köszörűkorong anyagként nem használható. Csiszolóporok és paszták formájában alkalmazzák.
- **Köbös bórnitrid** ( $B_3N$ ) A korong szabványos jelölésében azonosítója: „B”, ill. „CBN”. Igen nagy nyomáson, kb.  $1500^\circ C$  hőmérsékleten hexagonális bór-nitridből katalizátor jelenlétében mesterségesen állítják elő. Színe szürke vagy fekete, esetleg sárga. Nehezen megmunkálható, edzett acélok gyorsköszörülésére kiválóan alkalmas. Vízrel hűteni tilos, mivel a magas hőmérsékleten kémiai bomlás következik be. Szuperkemény mesterséges szerszámanyag.
- **Gyémánt** (Képlete: C). A korongok szabványos jelölésében azonosító jele: „D” A legkeményebb természetes anyag. A mesterséges gyémánt előállítása óta felhasználási területe egyre bővül. Keménységét kb.  $700^\circ C$ -on elveszti, ezért alkalmazása hűtést igényel. Vas alapú ötvözetek megmunkálására nem alkalmazható, keményfémek, színesfémek köszörülésére használják.

A felsorolt szemcseanyagok legfontosabb tulajdonsága az úgynevezett relatív keménység, amely a gyémánt keménységéhez viszonyított keménységüket jelenti.

Szemcseanyag azonosító jele	A	C	BC	CBN	D
Relatív keménység	25%	33%	50%	75%	100%

Szemcseanyagok fontos jellemzője a **szemcseméret**. Az osztályozásra használt szita  $1\text{ inch} = 25,4\text{ mm}$  hosszúra eső lyukszámával adják meg a szemcseméretet, Mesh számban. A szemcseméretet szitaszám szerinti osztályozása a következő:

Nagyon durva	Durva	Közepes	Finom	Nagyon finom	Mikro-szemcse
8	14	30	70	150	240
10	16	36	80	180	280
12	20	46	90	220	320
	22	54	100		400
	24	60	120		500
					600
					800
					1000
					1200

A makroszemcséket 220-as mérettel bezárólag rostálással, míg a mikroszemcséket folyadékban való elkeverés után ülepítéssel különítik el.

(Pl. egy 10 szemcsefinomsági szám  $25,4 \text{ mm}/10 = 2,5 \text{ mm}$  átlagos szemcseméretet jelöl, egy 100 szemcsefinomsági szám  $25,4 \text{ mm}/100 = 0,25 \text{ mm}$  átlagos szemcseméretet jelöl és az 1000 szemcsefinomsági szám  $25,4 \text{ mm}/1000 = 0,025 \text{ mm}$  átlagos szemcseméretet jelöl.)

#### 3.6.4. Kötőanyagok

Feladatuk a köszőrüszemcsék megfelelő eloszlású szilárd vázba foglalása úgy, hogy a korong szilárdsága megfelelő legyen, de ugyanakkor a kopott, életlen szemcséket a megnövekedett forgácsoló erő a kötésből ki tudja fordítani (önélezés).

A kötő- ragasztóanyag a szemcseanyagnál alacsonyabb olvadáspontú, így a sajtolást követő égetésnél megolvad és a szemcsék között kötőhidat alakít ki. Szerepet játszik a korong kötéskeménységében és rugalmasságában. Erős mechanikus, kémiai és termikus hatásoknak van kitéve.

- Kerámia kötőanyag ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  por, földpát és agyag keveréke).
- Szerves kötőanyagok (múgyanta, bakelit, gumi, sellak)
- Fémes kötőanyagok (bronz, nikkel, kobalt főleg gyémánszemcsés korongoknál) Lehet porkohászati és galvanikus technológiával a fémes kötőanyagokat alkalmazni.

Az alábbi táblázat néhány kötőanyag szabványos betűjelét tartalmazza:

Kerámia (Vitrified)	Múgyanta (Bakelit)	Gumi (Rubber)	Szinterfém (Metal)	Galvanikus fémkötés
V	B	R	M	G

Az ipari gyakorlatban a legelterjedtebb a keramikus kötőanyag, ami 25-35 m/s forgácsolási sebességig alkalmazható. Az ilyen kötésű szerszámok ridegek, ütésekre érzékenyek. A szerves kötőanyagú korongok rezgéscsillapító hatásúak, kevésbé érzékenyek dinamikus hatásokra és akár 80 m/s kerületi sebesség esetén is használhatók (pl. gumikötésű vágótácsák). A korongokra megengedett maximális kerületi sebességet a korongokon fel kell tüntetni! A különböző kötőanyagok különböző **kötéskeménységet** biztosítanak. A kötéskeménység a szemcsék ellenálló képességét jelenti a kötőanyagból való kiszakadással szemben. Keményebb korongokban erősebb és több kötőanyag van, mint a lágyakban. Helyesen megválasztott kötéskeménységnél az eltompult szemcsék a nagyobb terhelés miatt helyükből kifordulnak, és így új, éles szemcsék kerülnek a felszínre. Ez a kipergés a korong önéleződését eredményezi.

A munkadarab anyagától nagyban függ a kötéskeménység. **Általános szabály, hogy kemény anyagok megmunkálásához (pl. edzett acél) lágy kötőanyagú szerszámot, lágy szerkezeti anyagokhoz pedig nagy kötéskeménységű szerszámot kell választani.**

A kötés keménységét a latin abc nagybetűivel jelöljük E-től Z-ig, a növekvő keménységnek megfelelően. (E: nagyon lágy, Z: különlegesen kemény)

#### Porozitás (Tömörség)

Azt fejezi ki, hogy mennyi hely van a szemcsék között a szerszámban. A pórusok tulajdonképpen az abrazív szerszámok forgácssterének felelnek meg. Pórus nélkül nincs elegendő hely a leválasztott forgácsnak, ezért a korong „nyom, éget”. A tömörség a köszőrüszerszám pórusainak, hézagainak nagyságát és mennyiségét, valamint a

kötőanyag arányát kifejező mérőszám. A tömörségi szerkezeti szám értéke 0-12-ig terjedhet.

Tömőrségi szám	0-3	4-6	7-9	10-12
Tömőrségi elnevezés	sűrű	közepes	porózus	lyukacsos

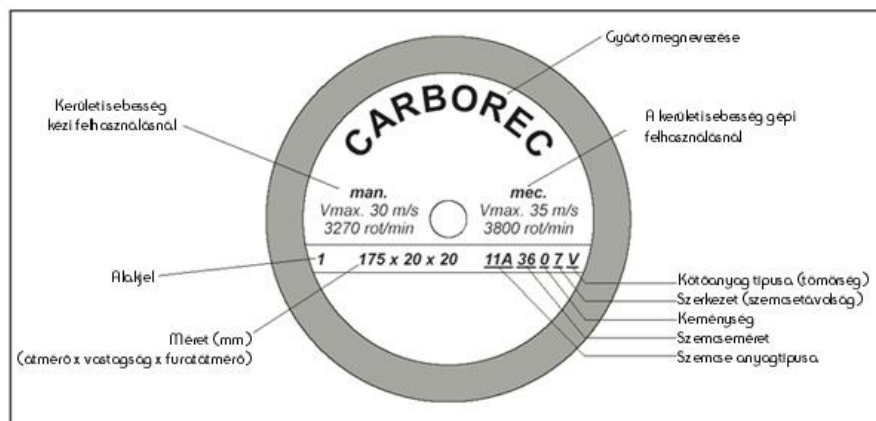
### Köszörűkorongok alakja

A köszörűszerszám a forgó főmozgás miatt legtöbbször korong vagy tárcsa alakú. (Vannak hasáb, ill. rúd alakú abrazív szerszámok is, pl. a dörzscsiszolásnál használt betétek.) A szabványosított korongalakok jelölését a Fenyvessy T. – Fuchs R. – Plósz A.: Műszaki táblázatok NS 108 027606 001-3 kiadvány 342. oldalán találhatják meg az érdeklődők.

Alakjel	Értelmezés
1	sima köszörűkorong
1C	élezett köszörűkorong
5	egyik oldalán mélyített köszörűkorong
6	fazék alakú köszörűkorong
11	kúpos fazék alakú köszörűkorong
27	üvegszövet erősítésű, süllyesztett agyú tisztítókorong
41	üvegszövet erősítésű sima darabolókorong

### 3.6.5. Korongok jelölése, kiválasztása

A köszörűkorongok legfontosabb jellemzőit szabványos jelölésükkel a korongokon is feltüntetik. A jelölés megadására a következő ábrán látható példa.



A szakszerű munkavégzéshez elengedhetetlen követelmény, hogy az adott munkadarabhoz az anyagminőség és az előírt felületi minőség figyelembe vételével megfelelő korongot válasszunk. Természetesen a korong üzemeltetését is szakszerűen



kell végeznünk (megfelelő technológiai paramétereket kell beállítani, megfelelő hűtést kell alkalmaznunk a köszörülésnél).

### **Korongok felfogása, kiegyensúlyozása, szabályozása**

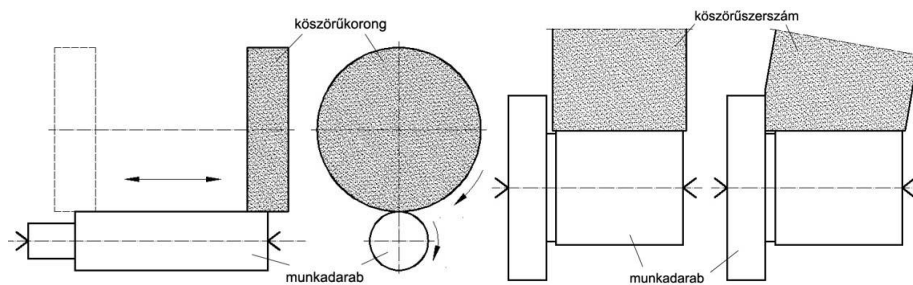
A felfogás előtt a korongok ép állapotáról meg kell győződni. A köszörűkorongokat felfogó furatukon keresztül felfogótárcsák közé erőzáró kötéssel fogjuk fel a korongtartó orsóra. A nyomatékot a korong homlokfelületén fellépő súrlódással kell átvinni. A szorítóperemek csak körgyűrű felületen érintkeznek a koronggal. A szorító tárcsa és a korong közé nem nedvszívó papírból betéteket kell helyezni, így a felerősítéskor a korong nem repedhet meg. A korongokban a szemcseeloszlás inhomogén és magas fordulatszámokon üzemelnek, ezért a felfogásuk előtt kiegyensúlyozás szükséges. Ennek elmaradása rezgésekhez vezet, amelyek rontják a köszörült felület minőségét és csökkentik a szerszám, illetve a gép élettartamát. A statikus kiegyensúlyozást vízszintbe állított kiegyensúlyozó állványon végzik el az állítható kiegyenlítő tömegek segítségével. Nagyméretű, széles korongoknál (ha a szélesség nagyobb, mint a korongátmérő hatod része) a statikus kiegyenlítés mellett dinamikus kiegyensúlyozás is szükséges. Az újonnan felfogott korongokat kb. 5 percig próbajáratásnak kell alávetni. Ezután a korong szabályozásával kell a futáspontosságot biztosítani. A felfogást, kiegyensúlyozást, szabályozást csak szakképzett személy végezheti.

A szabályozás a korong elhasználódása miatt is szükséges. A korong munkafelületén a munkadarabbal való kölcsönhatás eredményeként egyes szemcsék legömbölyödnek, más szemcsék megrepedeznek, részek töredeznek, pattognak le róluk. Normál szerszámkopás esetén a szemcse elkopása és a szemcse töredezése egyaránt végbemegy. Először a szemcse tompulása következik be, majd a megnövekedett erő hatására a szemcse kifordul a kötőanyagból (kipergés). Ha a tompulás és a kipergés egyensúlyban van, akkor a korong sokáig megőrzi a forgácsoló képességét. Ez a jelenség az önélezés. A szabályozással a korong felületéről eltávolítják a megkopott réteget és új, ép szemcséket hoznak a felszínre. A szabályozás történhet egyélű gyémánttal, polikristályos szabályozórúddal, vagy csillagtárcsás lehúzóval.

### *3.6.6. A köszörülés változatai*

#### Külső palástköszörülés csúcsok között

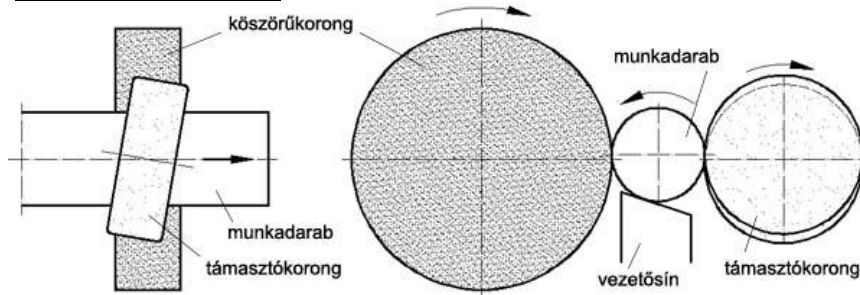
Ennél az eljárásnál a munkadarabot két csúcs közé fogjuk és forgását esztergaszíves menesztéssel biztosítjuk. A munkadarab homlokfelületén védősüllyesztéses (B alakú) csúcsfuratokat kell előzőleg kialakítani. Két változata van, a hosszolótólós és a beszűrő. A hosszolótólós változat hosszabb, tengelyszerű munkadarabok köszörülésére való.



3.6.2. ábra és 3.6.3. ábra: Hosszolótólós és beszűrő palástköszörülés

A fogásvétel történhet löketenként vagy kettőslöketenként. Készre köszörüléskor az utolsó néhány löketet fogásvétel nélkül szokás elvégezni, ezt hívják kiszikráztatásnak. A beszúró (sugárirányú) módszert általában kis hosszúságú forgástestek pl. tengelycsapok) köszörülésekor alkalmazzák. Oldalelőtolás nincs, legfeljebb 1–3 mm-es oszcilláció. Beszúró palástköszörüléssel lépcsős tengelyek vállainak a sikköszörülését is el lehet végezni. Van merőleges és ferde változata. Az elérhető méretpontosság IT5...IT7, a megmunkált felület átlagos érdessége pedig  $R_a = 0,4 \dots 1,6 \mu\text{m}$ .

Csúcs nélküli köszörülés

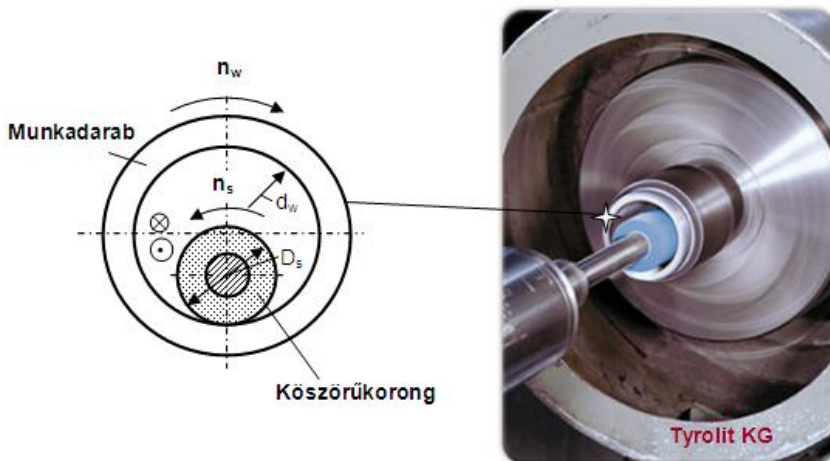


3.6.4. ábra: Csúcs nélküli köszörülés

Az eljárás általában áteresztő jellegű, de lehet beszúró is. Az áteresztő módszerhez a támasztókorongot 2–6°-kal megdöntik, így a munkadarab előre tud haladni a vezetősínen, lehetővé téve a teljes vagy tetszőleges hosszszon való köszörülést. Beszúró eljárás alkalmazásakor a támasztókorong nincs megdöntve. A köszörűkorong fordulatszáma 1000-1200, a támasztókorongé pedig 10 és 100 között változtatható percnként. Rendkívül nagy termelékenységgű és alacsony mellékidejű megmunkálási módszer, melyet főleg sorozat-, illetve tömeggyártásnál alkalmaznak. A palástköszörüléssel szemben előny, hogy kis átmérőjű, akár néhány tized mm-es, hosszú munkadarabok is megmunkálhatók. Automatikus adagolással is működtethetők a csúcsnélküli köszörűgépek. A munkadaraboknál csúcsfuratra nincs szükség.

Tipikusan ezzel az eljárással megmunkált alkatrészek: gördülőcsapágyak gyűrűi, görgői, dugattyú csapszegek, illesztőszegek stb.

Furatköszörülés

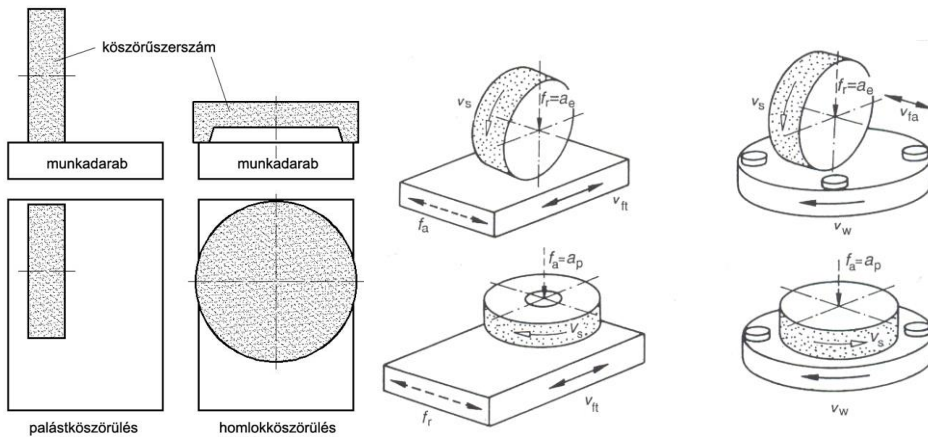


3.6.5. ábra: Furatköszörülés

A furatköszörülést belső forgásfelületek köszörülésére alkalmazzák. Az előtolás iránya alapján szintén két változata van: a hosszirányú és a keresztirányú (beszúró). Az ábrán hosszleőtolásos változat látható. A munkadarabot leggyakrabban tokmányba fogjuk, de van csúcs nélküli változata is. Bolygórendszerű furatköszörüléssel főleg nagyobb méretű furatokat célszerű köszörülni. Ennél az eljárásnál köszörülés közben a munkadarab áll, míg a köszörűorsó saját tengelye körül, a furat palástjával megegyező pályán forog. A szerszám (nyeles korong) átmérője a furatátmérő kb. 2/3-a lehet, nehogy a kontaktfelület túl nagy legyen. A külső palástköszörüléshez viszonyítva itt a szerszám kedvezőtlenebb forgácsolási körülmények között üzemel, lényegesen kisebb a mérete. Ezért merevsége is kisebb (vibráció veszélye). A furatköszörűknél a megfelelő forgácsolási sebesség eléréséhez a kis átmérőjű nyeles korongok miatt több tízezres nagyságrendű percnkénti fordulatszámot kell biztosítani. A rezgésmentes, nyugodt hajtást ilyen nagy fordulatszámoknál csak szíjhajtással lehet megvalósítani.

#### Síkköszörülés

A síkköszörüléssel síkfelületeket munkálunk meg. Az eljárással elérhető méretpontosság IT7...IT12, az átlagos érdesség  $R_a = 0,4...3,2 \mu\text{m}$  közötti érték. Végezhető a köszörűkorong *palástjával* vagy *homlokfelületével*. A korongpalásttal végzett síkköszörülés lassú, kis termelékenyséű, de pontos eljárás. A koronghomlokkal végzett síkköszörülés nagy termelékenyséű módszer, minden löket vagy kettőslöket után lehet fogást venni, oldalirányú előtolás nincs. Kis teljesítményű gépeken a korong fazék alakú, nagy teljesítményű gépeken szegmensbetétes. A nagy teljesítményű síkköszörű gépek a keményfémlepkás homlokmarásnak megfelelő anyagleválasztási sebességgel is képesek dolgozni. A síkköszörűgépek kétféle asztallal készülnek: hossz- és körasztallal. A hosszasztal egyenes vonalú, alternáló, a körasztal folyamatos körmozgást végez. A munkadarabot leggyakrabban elektromágneses felfogólap rögzíti az asztalhoz. Előnyük a gyors rögzítés és az, hogy egyidejűleg több munkadarabot is fel lehet fogni. Elterjedt még a szögben elfordítható mágnesasztal (színusasztal) is, amivel tetszőleges szögben lehet köszörülni. A munkadarabot lehet rögzíteni satuval is, amely mágnesre is helyezhető. Ezáltal lehetőség van akár a munkadarab szögben történő megmunkálására, akár merőleges felületek készítésére.



3.6.6. ábra és 3.6.7. ábra: Síkköszörülés változatai

### Szerszámélezés

A szabályos élgeometriájú, megkopott forgácsoló szerszámok (esztergakések, vésőkések, csigafúrók, marók stb.) újraélezése köszörülési technológiával történik. Az egyélű szerszámokat leggyakrabban kétkorongos asztali köszörűgépen élezzük. Az egyik korong rendszerint elektrokorund, a másik szilíciumkarbid szemcseanyagú. Nagyobb korongátmérőjű állványos köszörűgépek is alkalmasak szerszámélezésre. Az egytetemes szerszámköszörűn szinte valamennyi forgácsolószerszám élezése elvégezhető. Az élezendő szerszám alakjától függően más-más befogást és köszörülési mozgást kell alkalmaznunk. A száras szerszámokat általában szorítóhüvelybe fogva köszörüljük. A szármarókat a homlokfelületen élezzük. Minden él megköszörülése után osztást végzünk a befogófejjel. Az egytetemes szerszámélező gép csavart élű szerszámok élezésére is alkalmas.

### *3.6.7. Hűtés szerepe köszörüléskor*

A köszörülést végezhetjük szárazon (hűtőfolyadék alkalmazása nélkül) és nedvesen (hűtőfolyadék alkalmazásával). A nagyoló köszörülés, a darabolás és a szerszámélezés simító köszörülése általában száraz köszörülési műveletek.

A többi köszörülés gazdaságosan csak megfelelő hűtés mellett lehetséges. A jelentős forgácsolási hő a munkadarabra és a korongra egyaránt hátrányos. A szakszerűen megválasztott hűtőfolyadék csökkenti a hőfejlődést, megakadályozza az edzett munkadarab kilágyulását, a hő okozta káros deformációját. A hűtőfolyadék mossa is a korong felületét, így csökkenti annak eltömődését. Gondoskodni kell arról, hogy a hűtővíz a folyadéktartályból ne ragadja magával a már leköszörült apró forgácsokat és a levált szemcseanyagot. (Szűrők, filterek ellenőrzése). A bőséges hűtést mindig a forgácsleválasztás helyére kell irányítani, lehetőleg olyan szélesen, amilyen a korong szélessége. A hűtőanyagnak olyan összetételűnek kell lennie, ami a köszörült felület korrózióját is megakadályozza. Régebben kb. 2% szódát tartalmazó vizet használtak a köszörülés hűtésére. Ma már szinte kizárólag vízbázisú, adalékolt köszörű hűtőfolyadékokat alkalmaznak. Ezek többféle köszörülési műveletnél eredményesen használhatók. Lekötik a köszörüléskor keletkezett port, erőteljesen hűtést biztosítanak, tisztán tartják a köszörűkorongot, korrózióvédő hatásúak, oxidáció gátlók következtében hosszú élettartalmúak, így a felhasználásuk gazdaságos. Környezetre ártalmas anyagokat nem tartalmaznak, biológiailag lebonthatók. Általában 10 vagy 20 literes műanyag kannában, vagy 200 literes lemezfordóban kerülnek forgalmazásra. Több gyártó forgalmaz jó minőségű, vízbázisú hűtő-kenőadalékokat. Beszerzés előtt érdemes a világhálón tájékozódni a lehetőségekről.

### *3.6.8. Köszörülés biztonságtechnikája*

A köszörülés fokozottan balesetveszélyes technológia. Fontos a balesetelhárítási szabályok szigorú betartása. Korongrobbanáskor a szétrepülő darabok halálos kimenetelű baleseteket is okozhatnak. Csak védőburkolattal ellátott koronggal, megfelelően beállított tárgyasztallal, védőszemüveg használatával szabad a szerszámélezést végrehajtani. A maximális fordulatszámra figyelni kell. A korongokon feltüntetett megengedett legnagyobb kerületi sebességet nem szabad túllépni. Sérült korongot felszerelni tilos. A köszörűkorongok felerősítését leggyakrabban szorítóperemmel végzik. A szorítóperem alá 0,5-1,0 mm vastagságú, lágy vagy rugalmas anyagból (pl. kéregpapírból) készült alátétet kell helyezni, így lehet biztosítani az egyenletes felfekvést. A szorító csavaranya menete irányú legyen, hogy a korong forgása közben le ne csavarodhasson. A csavarkötés meghúzásakor csavarkulcs-hosszabbítót vagy bármilyen ütőszerszámot tilos használni. A köszörűkorongokat

üzembe helyezésük előtt mindig ki kell egyensúlyozni, mert az egyenlőtlen tömegeloszlás berezgéshez vagy a korong töréséhez vezethet. Felszerelés után a korongot próbajáratásnak kell alávetni. Ilyenkor a forgás síkjában senki sem tartózkodhat. A próbajáratás után a korongokat megfelelő szerszámmal fel kell szabályozni. A köszörűgépek beindítása előtt mindig ellenőrizni kell a köszörűkorong és a munkadarab helyes felfogását, a kapcsolókarok alapállását és az ütközők helyzetét. Ügyelni kell a korongok helyes és gondos raktározására. Műgyantakötésű korongok megfelelő körülmények között is csak 2 évig tárolhatók! Száraz köszörülések esetében nagy gondot kell fordítani a porelszívásra.

### 3.7. Gyalulási és vésési feladatok

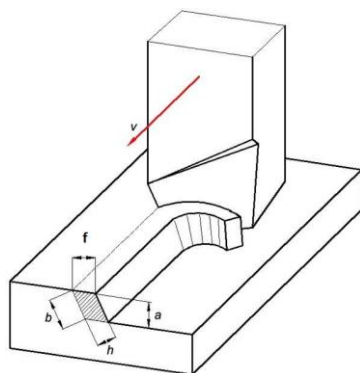
#### 3.7.1. A gyalulás és a vésés általános jellemzése

A gyalulás és a vésés olyan hagyományos gépi forgácsoló technológia, amely során állandó keresztmetszetű forgács szakaszos leválasztása valósul meg. A szerszáma egyélű forgácsoló szerszám (kés), amely az egyenes vonalú alternáló főmozgást végzi (kivételt képez a hosszgyalugépen végzett megmunkálás). A mellékmozgás szakaszos és a hosszgyalulás kivételével a munkadarab végzi. A főmozgás végzése alatt a mellékmozgások szünetelnek.

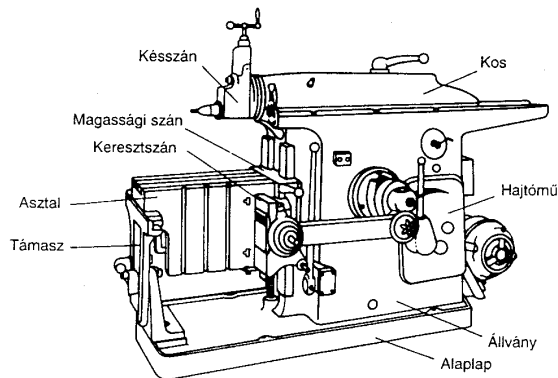
Főleg síkok, hornyok és egyenes alkotójú alakos felületek megmunkálására alkalmas technológiák, amelyeket egyedi, vagy kissorozat-gyártásban alkalmaznak. A gyalulás a szakaszos mozgásból adódó üresjárat miatt gazdaságtalan megmunkálási mód, melyet sok helyen már a folyamatos forgó főmozgású marás kiszorít.

#### 3.7.2. Harántgyalulás

Az egyenes vonalú alternáló vízszintes főmozgást a késszánon lévő késtartóba fogott gyalukés végzi. A harántgyalugép (3.7.2.) **lengőhimbás önirányváltó főhajtóműve** biztosítja az üresjárat nagyobb sebességét, tehát a kés irányváltás után visszafelé gyorsabban halad. Ez a mellékidő szempontjából kedvező. A fogásvétel irányú mellékmozgást (fogásmélység =  $a$ ) a gyalugép kosfejére szerelt késszán függőleges mozgatásával állíthatjuk be. A munkadarabot a magassági irányban állítható és a vízszintes síkban szakaszos előtolást ( $f$ ) végző asztra fogjuk fel.



3.7.1. ábra: Harántgyalulás



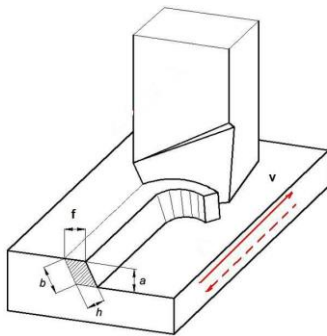
3.7.2. ábra: Harántgyalugép

Az előtolás a kettőslöketek végén történik. A szakaszos előtolást a főhajtásról leágazó kilincsművel biztosítjuk. Lehet közvetlenül a tárgyasztra lévő „T” hornyok

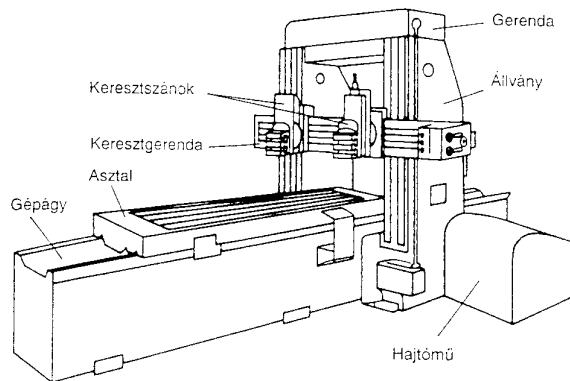
segítségével a felfogást elvégezni, de az asztalra fogott gépsatuba is fogható a munkadarab. A konzolos asztal megmunkálás közbeni merevségét a támasz biztosítja. A kos lökethossza és lökethelyzete állítható. A harántgyalulás kisebb méretű tárgyak sík vagy alakos felületeinek megmunkálására alkalmas. Ferde felületek is megmunkálhatók az asztal elfordításával. A kosfejen a késtartószán szögben elállítható és kézi úton vagy kúpkerék-hajtáson keresztül, kilincsművel szakaszosan géppel is mozgatható. Üresjáratban a késkiemelést billenő késtartóval oldják meg.

### 3.7.3. Hosszgyalulás

A hosszgyalugépeken (3.7.4. ábra) nagyméretű, hosszú munkadarabokat (például gépágyak vezetékeit) lehet gyalulni. Az egy- vagy kétállványos gépeknél az egyenes vonalú alternáló főmozgást a nagy merevségű asztalra felfogott munkadarab végzi. Van mozgóállványos hosszgyalugép is. Ezen megmunkálás közben a munkadarab álló helyzetben van. Az egymásra merőleges mellékmozgásokat az előtolást (f) és a fogásvételt (a) a szerszám végzi. A kétállványos kivitelű portálgyalugépnek is nevezik. Az igen nagy terhelésű gépágy szekrényes kivitelű, belül bordázott vasöntvény. Felső felületén kialakított prizmatikus ágyvezetékein mozog az ugyancsak bordázott öntvényből készült, hosszirányban „T” hornyokkal ellátott asztal. A 3...9 fokozatú fogaskerekes főhajtómű forgó mozgását fogaskerék-fogasléc vagy csiga-fogasléc kapcsolattal alakítják át az asztal egyenes vonalú mozgásává.



3.7.3. ábra: Hosszgyalulás



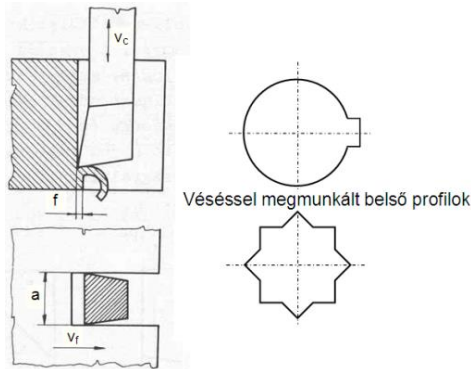
3.7.4. ábra: Hosszgyalugép

Az irányváltásnál mágneses súrlódó tengelykapcsolót alkalmaznak. A hátrameneti sebesség közel háromszorosa a munkameneti sebességnek. A nagy merevségű állványokat felül gerenda fogja össze, ezáltal nyeri a gép a portál kivitelű. Az állványok mellső felületén helyezkednek el a vezetékek, melyek a mellgerenda (keresztgerenda) függőleges mozgását vezetik. Ezen mozognak a keresztcsánok. A nagyobb hosszgyalugépeken oldalszánok is találhatóak. A mellékhajtóművek működtetik a szánok előtolómozgását és gyorsmenetét.

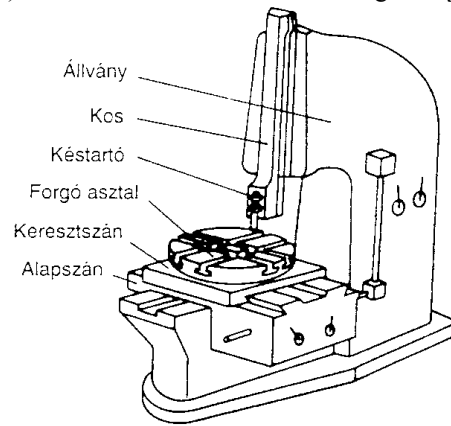
### 3.7.4. Vésés

A vésés rokon művelete a gyalulásnak. A függőleges egyenes vonalú, váltakozó irányú főmozgást a vésőkés végzi, melynek élgeometriája a gyalukésektől kissé eltér. Az előtolás (f) egyenes vonalú szakaszos mozgás, amelyet minden kettőslöklet után a főmozgás irányára merőlegesen végez a munkadarab. Fogásvétel irányú mellékmozgás

nincs a vésésnél, a fogásmélységet (a) a vésőkés élének hosszúsága adja.



3.7.5. ábra: Vésés jellemzői



3.7.6. ábra: Vésőgép

Véséssel furatokban lévő hornyokat, bordás agyakat, előfűrt szögletes üregeket (pl. vágólapok, vezetőlapok áttörései) munkálunk készre. A vésést főleg egyedi gyártásban alkalmazzák. Sorozat és tömeggyártásban a jóval költségesebb szerszámigényű üregelés helyettesíti. A szikraforgácsolás elterjedése szintén a vésési technológia háttérbeszorulását eredményezi.

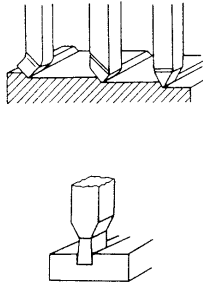
A kisebb kivitelű vésőgépek konzolos, a nagyobbak pedig ágyas kivitelűek. A 3.7.6. ábrán egy ágyazatos vésőgép látható. A főhajtómű legtöbbször fogaskerekes fokozathajtómű, amely a motortól kapott forgómozgást a kosmozgató mechanizmusnak továbbítja. A kisméretű vésőgépeken forgattyús mechanizmust alkalmaznak, a nagyobb vésőgépek kosmozgatását lengőhimbás szerkezettel vagy hidraulikus hajtással végzik. A szakaszos mellékmozgások működtetése rendszerint kilincsműves szerkezettel történik. A szánok a gépi mozgatáson kívül kézzel is mozgathatók. A munkadarabot közvetlenül vagy befogókészülékben a tengelye körül csigahajtással elfordítható körasztalra fogjuk fel, a „T” hornyok segítségével. Így pontos osztások is elvégezhetők. A vésőgépeken úgy kell befogni a munkadarabot, hogy a szerszámnak szabad kifutása legyen, ezért a munkadarabot többnyire alátétre helyezik, és ezután végzik el a leszorítást. A kör keresztmetszetű darabokat tokmányba fogva helyezik alátétre.

A vésésnek van vízszintes változata is.

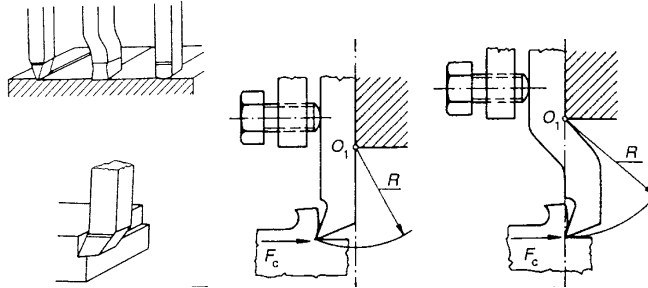
### 3.7.5. Gyalulás és vésés szerszámjai

Az alkalmazott szerszámok szabályos élkialakítású, egyélű forgácsolókécek, melyek élgeometriája hasonló az esztergakécekéhez, de a nagy igénybevétel és a nagyobb szerszámkinyúlás miatt a szárkeresztmetszetük nagyobb. A munkalöket kezdetén a kések dinamikus, ütősszerű igénybevételt szenvednek, ezért anyaguk legtöbbször gyorsacél. Ritkábban jó ütőállós tulajdonságú, szívós keményfém lapkás késeket is használnak. A megmunkálás jellege szerint a gyalukécek lehetnek nagyoló, simító, beszűrő, vagy oldalazó kések. A 3.7.7. ábrán hajlított, egyenes és hegyes nagyoló kések láthatók. Mellette hegyes, könyökös széles és sugaras simító késeket láthatunk. A szár kialakítása lehet egyenes vagy könyökös.





3.7.7. ábra: Különböző típusú vésőkések



3.7.8. ábra: Egyenes és ívelt vésőkés

Az egyenes kések a forgácsolóerő hatására lehajlanak, megnövelve ezzel a fogásmélységet és így a forgácsolóerőt. Ezért a készár rugalmassága miatt rezgések lépnek fel. A ívelt gyalukéseknel a létrejövő kihajlás csökkenti a fogásmélységet és így a forgácsolóerőt (3.7.8. ábra). Ezáltal a rezgésveszély elkerülhető. Vésőkéseknel korlátozó tényező, hogy a forgácsolás közben el kell férnie a munkadarab üregében, ezért itt fokozottan jelentkezik a lehajlás, illetve a rezgés veszélye.

### 3.7.6. Gyalulás és vésés biztonságtechnikája

A hosszgyalugép alternáló asztala és a harántgyalugép kos része könnyen balesetet okozhat, ha a gépek körül figyelmetlenül, helytelenül viselkedik a dolgozó. Nagyobb hosszgyalugépeknél az asztal szélső helyzetét mindig jelölni kell, ha szükséges védőkorlátot kell alkalmazni. A gondosan rögzített munkadarabon is próbafogást kell alkalmazni. Mérni, ellenőrizni, a fogácsot a munkatérből eltávolítani csak a gép leállítása után szabad. A dolgozót védeni kell a lepattanó forgácsoktól. A megmunkált felületet kézzel simítani tilos.

## 3.8. CNC gépek kezelése, programozása

### Általános kezelői ismeretek

A gép kezelése csak a programozási, forgácsolási és karbantartási ismeretek birtokában sajátítható el. Először hallgassa meg a gépet jól ismerő oktató tapasztalatait és tanácsait, tanulmányozza át a rendelkezésre álló dokumentációkat (gépkönyvet, kezelési és programozási leírást stb.), csak ezek után kezdhet el dolgozni!

### A gépek bekapcsolásának lépései.

A CNC-szerszámgép bekapcsolása előtt célszerű szemrevételezéssel ellenőrizni a gép biztonságos, bekapcsolható állapotban van-e:

Biztonsági berendezései sértetlenek legyenek (pl. vészleállító gomb, ajtóretesz, forgácsvédő ajtó stb.).

Ne legyen végálláson a gép egyik irányban sem.

A szerszám és a munkadarab egymáshoz viszonyított helyzete megfelelő legyen (pl. a szerszám ne legyen fogásban).

Az előtolás szabályozót (Override) ~80%-ra állítsuk.

Fontos a munkatársak információit, véleményeit meghallgatni a gép működésével kapcsolatban főleg, ha több műszakban dolgoznak vele.



Csak akkor végezzük el a bekapcsolást, ha minden körülményt úgy ítélünk meg, hogy a szerszámgép bekapcsolható állapotban van.

**A gépek bekapcsolásának lépései:**

1. A főkapcsoló bekapcsolása (fali) és szükség esetén (pl. marógép) a sűrített levegővel való ellátása a gépnek.

2. A gép oldalán lévő főkapcsoló bekapcsolása „ON” állásban.

3. A vészkapcsoló kioldása (a gomb fejének a nyíl irányában való elforgatásával történik).

4. Relé vezérlő feszültség bekapcsolása (a vezérlés és a gép összekapcsolódik).

A gép lekapcsolásának lépései.

**A kikapcsolási sorrend** fordított, tehát a vezérlőnél kezdjük és a fali főkapcsolónál fejezzük be.

1. Kézi üzemmódra váltunk

2. A szerszámot a munkatérből hozzuk el és a szánokat a mozgástartomány közepére állítsuk.

3. A vészkapcsolót nyomjuk meg (Egyes gépeknél a vezérlésből történik a gépkikapcsolása).

4. A gép oldalán lévő főkapcsoló kikapcsolása „OFF” állásban.

5. A főkapcsoló kikapcsolása (fali) és a sűrített levegővel való tápellátás megszüntetése.

**A CNC gépeken leggyakrabban alkalmazott grafikus jelképek: [1]**



Kézi mozgás („JOG”)



Léptetés („inkrementális „jog”)



Kézikerék



Referencia pontra futás



Automata üzemmód



Mondatonkénti végrehajtás



Feltételes stop (M1)



Program tesztelés



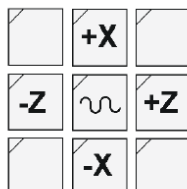
Feltételes mondat kihagyás



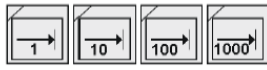
Ciklus stop gomb



Ciklus start gomb



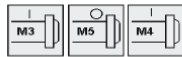
Tengelymozgatási gombok



Lépésválasztó gombok



Override kapcsoló



Főorsó forgatás kapcsológombjai



Fordulatszám százalék kapcsolók



Reset (hibamentes alapállapot beállítása)

### A CNC szerszámgépeken található fő üzemmódok.

1. Referenciapont felvételi üzemmód.
2. Kézi üzemmód.
3. Kézikerék üzemmód.
4. MDI (Manual Data Input) vagy MDA (Manual Data Automatic) üzemmód.
5. Program bevétel és szerkesztési üzemmód.
6. Programteszt üzemmód.
7. Mondatonkénti programfuttatás.
8. Folyamatos vagy automata programfuttatás.

#### 1. Referenciapont felvételi üzemmód

A bekapcsolást követően a szerszámgép mérőrendszerét tengelyenként vagy több tengelymentén egyszerre hitelesíteni kell. A referenciapont felvétel sorrendjét a gép gyártója határozza meg (esztergagépeknél X, Z, marógépeknél Z, Y, X), de ettől el is térhetünk. Ha valamelyik tengelyen nincs referenciapont felvéve, azon a tengelyen nem lehet abszolút pozícionálást (G90) programozni, tehát nem működik a gép automatikus, mondatonkénti és MDI üzemmódokban. A szoftver (paraméteren beállított) végállások is csak a referenciapont felvétele után működnek.

#### A referenciapontra futás típusai: [4]

- a. *Referenciapont felvétel kapcsolóra futással*, utána nullimpulzusra állás. A kiválasztott tengely nagy sebességgel ráfut a refpontkapcsolóra, majd leáll. Vagy a ráfutás irányában, vagy ellenkező irányban lassú sebességgel lejön a kapcsolóról és megkeresi az első nullimpulzust, és ezt a pontot jegyzi be referenciapontként.
- b. *Referenciapont felvétel távolságkodolt mérőrendszerrel*. A kiválasztott tengely lassú sebességgel két szomszédos nullimpulzust keres meg. A két nullimpulzus távolságából megállapítja a tengely abszolút helyzetét.
- c. *Referenciapontfelvétel rácsponton*. A kiválasztott tengely lassú sebességgel megkeresi a nullimpulzust és ezt a pontot jegyzi be referenciapontként.
- d. *Lebegő referenciapont felvétel*. A megfelelő mozgatógomb lenyomása után mozgás nem történik, hanem a szán pillanatnyi pozícióját jegyzi be referenciapont gyanánt.

## A referenciapont felvétel típusai

Az üzemmód kiválasztását követően addig nyomjuk a kiválasztott tengelyirányú gombot, amíg az adott tengely mentén a szán referenciapontra nem fut. A tengelyirány gomboknál a „+” vagy „-” kiválasztásának a legtöbb vezérlőnél nincs jelentősége, mivel a referenciapontra futás irányát a vezérlő „ismeri”.

Szokásos eljárás, hogy az üzemmód beváltása és a START gomb megnyomása után a mozgatógombokat csak rövid ideig kell nyomva tartani, majd el lehet őket engedni és a folyamat ezután automatikusan lejátszódik. Ebben az esetben a STOP gombbal lehet a folyamatot leállítani.

Mindkét módszernél hatásos az előtolás szabályzó (Override gomb), tehát a referenciapontra küldés sebességét a gépkezelő megválaszthatja. Előfordulhat, hogy valamelyik tengely mentén a referenciapontra küldés nem minden esetben sikeres. Célszerű ilyenkor a referenciapontra futást megismételni úgy, hogy nem a START gombon keresztül végezzük, hanem folyamatosan nyomjuk a tengelyirány gombot. A sikeres felvételtől a képernyő kijelzőjén keresztül meggyőződhetünk.

## 2. Kézi üzemmód [4]

A kijelző a következő információk találhatóak (lásd. 3.8.1. ábra):

*Abszolút pozíció (Pill.):* a kiválasztott koordináta-rendszerben a megfelelő nullponteltolások és korrekciók figyelembe vételével.

Relatív pozíció: referenciapont felvétele után megegyezik az abszolút pozícióval. Tetszőleges helyzetben átírható, vagy nullázható.

*Gépi pozíció (Ref.):* a G53-as koordináta-rendszerben mért pozíció a hosszkorrekciók figyelembe vételével.

*Végponti pozíció (Cél):* az aktuális koordináta-rendszerben a mondat végponti pozíciója a hosszkorrekciók figyelembe vételével.

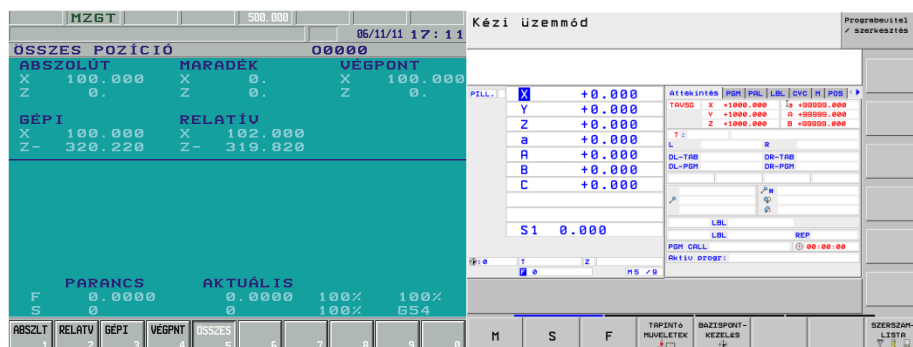
*Maradék (Távsg.):* is kijelzésre kerül, ami azt mutatja, hogy az aktuális mozgásból még mennyi van hátra.

*Derékszögű pozíció:* A polárkoordináta interpoláció bekapcsolt állapotában a szerszám pozíciója a programozott derékszögű koordináta-rendszerben. A polárkoordináta interpoláció kikapcsolt állapotában az itt kijelzett pozíciók megegyeznek az Abszolút képernyőn látható pozíciókkal.

*Fordulatszám értéke (S1000).*

*Előtolás értéke (F100).*

*Az aktuális nullpont (G54).*



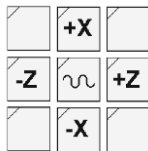
3.8.1. ábra: Kijelzőn látható pozíciók [1]

Ez az üzemmód alkalmas egyszerű megmunkálások elvégzésére, szerszám-és munkadarabnullpont (nullponteltolás) bemérésre.

*Egyszerű megmunkálások.*

A forgácsolási művelet elvégzéséhez szerszámot, fordulatszámot, előtolást, fosásmélységet és, ha szükséges hűtővizet kell beállítani. A megmunkálás egyenletes forgácsleválasztását kétféle módon biztosíthatjuk. A kívánt tengelyirányú gomb folyamatos nyomva tartásával és az előtolás szabályzó állításával. A másik, hogy a mozgás indításakor a kiválasztott tengelyirányú gombot és a START gombot egyszerre benyomjuk. Veszélyt jelent, ha mozgás közben a gyorsjárat gombot is benyomjuk, mert folyamatos gyors elmozdulás jön létre. A ciklus STOP vagy a Reset gombbal lehet megállítani a mozgást. A kívánt fogásmélységet legegyszerűbben a léptetéssel vehetünk. Először a ki kell választani a lépésmélységet, ami 1,10,100,1000 inkremens lehet (1

inkremens 0,001 mm).  Vannak vezérlések, ahol a léptetés nagysága szabadon választható. A léptetés indítását a megfelelő tengelyirányú gomb megnyomásával végezhetjük.



A léptetési üzemmódot beállításokhoz is alkalmazható. Nagyobb lépések végrehajtását kerülni kell. Biztonságot nyújt, ha az előtolás szabályzóval állítjuk be a léptetés sebességét.

*Szerszám-és munkadarabnullpont (nullponteltolás) bemérésre.*

A gépi nullpontot a gép gyártója határozza meg. A gépen lévő összes koordinátarendszer kiindulási pontja. Esztergagépeknél általában a főorsó perem ütközőfelületének középpontjában (tengelyvonalban) található. Marógépek esetén a gép gyártók különböző helyeken rögzítik.



Jele: M

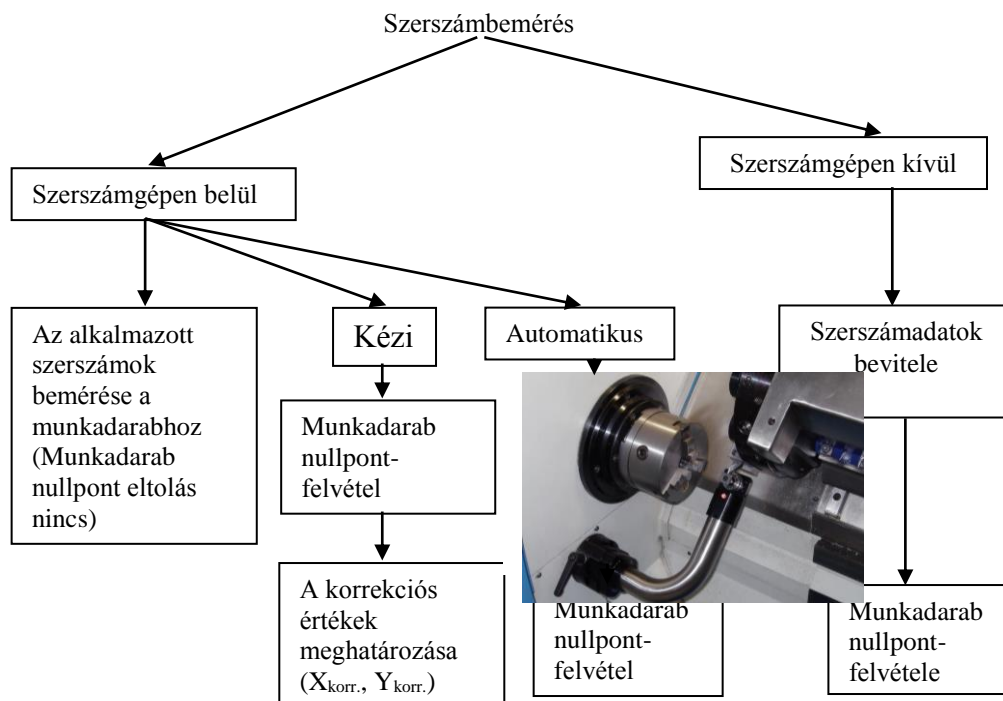
A szerszámvonatkoztatási pont a szerszám koordinátarendszerének kezdőpontja. A szerszám geometriai méreteit (esztergagépeknél  $X_{korr.}/2$ ,  $Z_{korr.}$ , marógépeknél L,  $D(R=D/2)$ ) ehhez képest kell megadni. A vezérlés alapvetően a szerszámvonatkoztatási pontot irányítja. A szerszám csúcsa úgy kerül a munkadarab kívánt pontjára, hogy a vezérlés a korrekciós adatokkal átszámítja a szerszám vonatkoztatási pont helyzetét.



Jele:

*Munkadarab nullponteltolás felvétele és szerszám bemérés esztergagépeken.*

A CNC esztergáknál a két bemérés összetartozik (gyakran össze is keverik). Az üzemi helyi sajátosságai döntik el, hogy milyen módszereket választanak. Vázlatszerű áttekintést mutatunk be az 3.8.2. ábrán a bemérési eljárásokról.



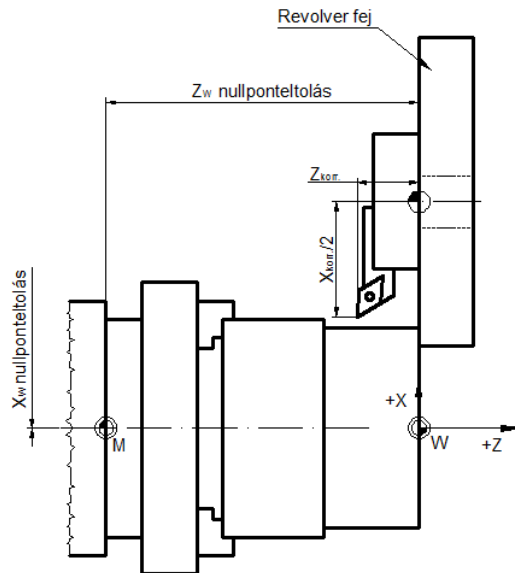
3.8.2. ábra: Szerszámbemérési eljárások

*Gépen belüli szerszámbemérés* esetén elterjedt gyakorlat, hogy nullaértékű nullponteltolás mellett mérünk be minden szerszámot, vagyis elhagyjuk a nullpontfelvételi műveletet. A megmunkálási helyzetbe beállított szerszámmal tengelyenként próbafogást veszünk és a próbafogás méretén állva a szerszámbemérés üzemmódban beadjuk a lehető legpontosabban mért értéket. A szerszámkorrekciós tábla ilyen jellegű bemérés esetén a szerszám forgácsolóél pontjának a gépi nullponton elfoglalt helyzetének és a beméréskor felvett pozíciójának a távolsága kerül. Ez az érték minden bemért szerszámnál magában foglalja a munkadarab nullponteltolást és a szerszámkinyúlást is. Előnye, hogy rendkívül egyszerű, viszonylag gyors, mindazonáltal a több szerszámot tartalmazó munkáknál a gépi idő nagyobb lehet, mint a gépen kívüli szerszámbemérés esetén. Kezdő gépkezelőknek ezt a módszert ajánljuk mivel itt az ún. beállási folyamat csak néhány lépésből áll és könnyen áttekinthető.

*Gépen kívüli szerszámbemérés munkadarab nullpont felvétellel (lásd. 3.8.3.ábra).*

Végezhető a közvetlen módszerrel, vagyis úgy, hogy a revolverfej homloksíkjával óvatosan megközelítjük a munkadarab homloklapfelületét és megérintjük azt (ügyelve az ütközés elkerülésére). A gépi koordináta kijelzőn olvasható le a nullponteltolási érték. Fontos, hogy ilyenkor egy nulla korrekciós értékű szerszám legyen előzetesen beváltva egyedi mondat segítségével és az esetlegesen korábban betöltött nullponteltolási értéket is törölni kell. Korszerű CNC esztergáknál az X irányú nullponteltolás korrekciós tárból kiolvasható értéke általában nulla (nem kell külön felvenni) mivel a gyártó szoftveres úton a főorsó tengelyvonalára helyezi a gépi nullpont „X” tengelyét (így a fúró jellegű szerszámok 0 (nulla) átmérő korrekciós érték lehívása esetén mérés, beállítás nélkül azonnal a fúrás tengelyvonalába pozícionálhatók).

Közvetett módszer alkalmazása esetén nem a szerszám koordináta rendszer nullpontjával, hanem a beszerelt szerszám forgácsolóélével vesszük fel a nullponttolást úgy, hogy a művelet folyamán a vezérlő beszámítja a szerszámkinyúlást, sőt a munkadarab méretét is.



3.8.3. ábra: Munkadarab nullponttolás és a szerszám hosszkorrekciók értelmezése

#### *Korrekciózás.*

A CNC gépkészítők feladata egyszerűbb programírása, programbelövése, gépfelügyelete, munkadarabcsere, méretek ellenőrzése és a mérés alapján történő szerszámkorrekciózás. A korrekciózáson a pontatlan szerszámbeállítás vagy a szerszámkopás miatti helyesbítést értjük. A korrekciózás általában század vagy tized milliméter nagyságrendű. Ezzel a művelettel történik az előírt rajzi tűrések beállítása. A szerszámkorrekciózás tábla a következő értékek módosíthatók (lásd. 3.8.4. ábra):

- $X_{kor}/2$ , a szerszám éle és a revolver furatának tengelyvonala közötti távolság és a hozzátartozó növekmény.
- $Z_{kor}$ , a szerszám éle és a revolver homloksíkja közötti távolság és a hozzátartozó növekmény.
- R a szerszám sugara és a hozzátartozó növekmény.
- Q a szerszámállítás kódja.

REF		06/11/12 11:47	
SZERSZÁMKORREKCIÓK			
		GEOMETRIA	KOPÁS
N01	X	0.000	0.000
	Y	-320.220	0.000
	Z	0.000	0.000
N02	X	0.000	3.000
	Y	0.000	0.300
	Z	0.000	0.000
N03	X	0.000	2.000
	Y	0.000	0.250
	Z	0.000	0.000
N04	X	0.000	4.400
	Y	0.000	0.200
	Z	0.000	0.000

3.8.4. ábra: Szerszámkorrekcióstár [1]

Általánosan használt szabály, hogy amennyivel növelni szeretnénk a munkadarab méretét, akkor pozitív irányban annyival nagyobb értékre állítjuk be a szerszám adott tengelyen mért hosszkorrekciós értékét, illetve fordítva.

Az alábbi példán keresztül mutatjuk be a helyes korrekciózást. Egy 40 mm átmérőjű és 20 mm hosszú csap gyártására írtunk programot, majd le is gyártottuk. Az elkészült munkadarab mérete a következő: a csap átmérője Ø39,9 mm, a csap hossza 19,94 mm. Az  $X_{\text{kor.}}$  növekménye (kopás): +0,1 mm, az  $Y_{\text{kor.}}$  növekménye (kopás): -0,06 mm.

*Munkadarab nullponteltolás felvétele és szerszámbe mérés marógépeken.*

A munkadarab nullpont szabadon választható és a gép beállításakor vagy a program kezdetén a gépi nullpontra vonatkoztatva rögzítik. A munkadarab rajz alapján határozzuk meg úgy, hogy a legtöbb méret kiindulópontja legyen (bázisfelület).

Nullpont meghatározás főbb eszközei:

a. *Forgácsoló szerszám.* A legrégebbi és a legolcsóbb eljárás. Szerszámmal mind a három irányban fel lehet venni a munkadarab nullpontot (X, Y, Z). Hátránya, hogy a mérés pontatlan, mert az érintő fogás nagyságát nem lehet tudni és a munkadarabban nyomot hagyunk.

b. *Rugós szélkereső.*



Két félből álló forgó tapintó, melyet rugó köt össze. A mérőeszközt megforgatva  $S=500$  1/min-es fordulatszámmal a két különálló rész üt egymáshoz képes, mely szemmel jól látható. A munkadarab felületéhez érve az alsó és felső hengeres részek palásfelületei pontos tapintás esetén egy vonalba esnek mely szemmel követhető. Előnye nem hagy nyomot az alkatrészben és olcsó. Hátránya a beállítás pontossága a gépkezelőtől függ és csak kétirányú mérésre alkalmas (X, Y).

c. *Elektromos szélkereső.*



A mérőeszközben elem és led égő található. A munkadarabhoz érve záródik az áramkör és a led égő pirosan világít, ezért csak olyan alkatrészekhez használható, melyek vezetnek az áramot. A szélkereső végén rugóval behúzott meghatározott átmérőjű golyó található, amelynek a kilengése kicsi, így a helytelen irányú elmozduláskor a szára könnyen elhajolhat. Kétirányú mérésre alkalmas (X, Y)

d. 3D taster.



számlapján lévő piros rész figyelmeztet). Rendkívül kedvelt és sokat használat mérőeszköz.

Az elnevezése is utal arra, hogy háromirányú mérésre alkalmas. A mérőórán két mutató található (Egy fekete és egy piros). A mérésnél mind a két mutatónak a nulla értéken kell állnia, ilyenkor a gömbvégű tapintó kihajlik, a szerszám tengelyvonala és a munkadarab felülete egy síkba esik. A mérés befejeztével vigyázni kell a helyes irányba történő elmozdulással, mert a cserélhető porcellán tapintószár eltörhet (erre a mérőóra

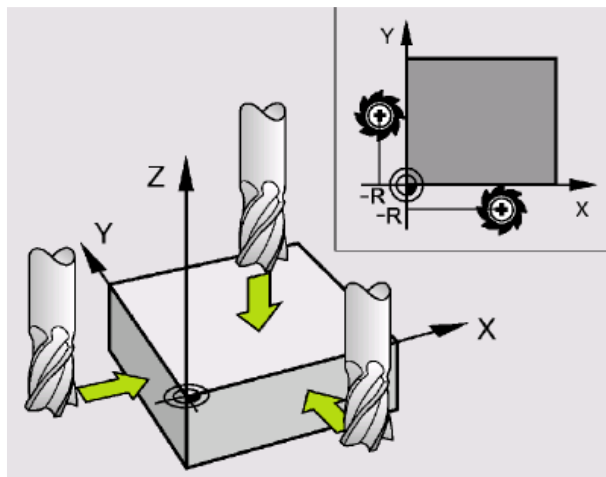
e. Heidenhain tapintó.



Az eddig felsorolt eszközöknél a gépkezelő végezte el a munkadarabra való ráállást. A heidenhain tapintónál kiválasztjuk a tapintó üzemmódot és az alkatrész felületét megközelítjük, majd a ciklus START gomb megnyomásával a mérőeszköz automatikusa elvégzi a bemérést. Különböző feladatok végezhetők el vele: Gyors és pontos munkadarab nullpontfelvétel, automatikus munkadarab helyreigazítás, munkadarab mérés programfuttatás végrehajtása alatt, 3D-alakzatok digitalizálása, szerszám bemérés és ellenőrzés.

Munkadarab nullpont bemérés menete.

Az 3.8.5. ábra szerint forgó szerszámmal (vagy az fent említett nullpont bemérővel) érintsük meg az előgyártmányt. Az érintést annak a tengelynek az irányában végezzük, amely mentén a nullpontot szeretnénk felvenni. A marógép vezérlőjében a szerszám középpontjának a távolságát kell megadni a munkadarab nullpontjához képest. Az ábra alapján ez az érték X és Y irányba  $-R$  és Z-be nulla.

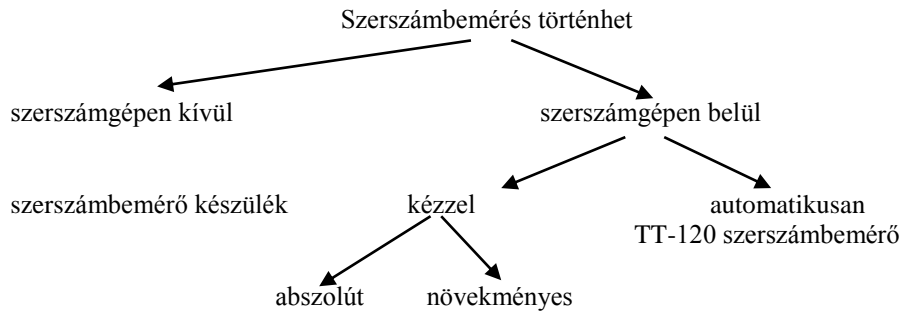


3.8.5. ábra: Nullpont bemérés menete [2]



### **Szerszámbemérés**

*Szerszámgépen kívüli és belüli szerszámbemérési módok:*

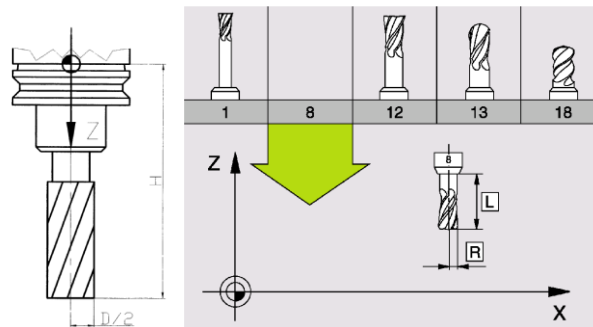


### **Szerszámgépen kívüli szerszámbemérés**

A bemérő készülékeknél a szerszámtartó meredek kúpos (ISO 30, ISO40 vagy ISO50) befogó része ugyanúgy kerül be a befogó kúpba, mint a szerszámgép főorsójába. Ezért a főorsó homloksíkjától (szerszám koordináta rendszer kezdőpontja) mért szerszámhossz a bemérő készülékben is ugyanolyan értékű mintha a főorsóba befogott szerszám kinyúlását mérnénk. Az átmérőt akkor is meg tudjuk mérni, ha a szerszám páratlan élű mivel a készülékek a szerszámsugarat mérik a forgástengelytől. A legmodernebb szerszámbemérő készülékek PC-s támogatás mellett dolgoznak így a mért adatok a PC-n archiválhatók, sőt helyi hálózaton akár be is tölthetők a szerszámgépek korrekciós táraiba. Egyszerűbb bemérő készülékek adatait kézzel kell a szerszám korrekciós tába betölteni. Ha csupán a szerszámok hosszkorrekciójának bemérését kívánjuk megoldani, egy a főorsót modellező kúpos hüvellyel és digitális talpas tolómérővel viszonylag egyszerűen létrehozhatunk egy mérőhelyet. A bemért hosszkorrekciókat kézzel kell a szerszám korrekciós tába betölteni.

### Szerszámgépen belüli abszolút szerszámbemérés

A szerszámgépen belüli kézi bemérésnél csak a Z irányú korrekció határozható meg. Elve, hogy a szerszám hosszmetét a szerszámvonatkozási ponthoz képest kell meghatározni. Ez legegyszerűbben úgy hajtható végre, hogy a gépasztalra mérőhasábot helyezünk (pl. 100 mm-es) és a főorsó homlokfelületével megérintjük. Az érintés akkor jó, ha a mérőhasábot „húzósan” tudjuk mozgatni a főorsó alatt. A kijelzőt ezután Z irányban lenullázzuk. A mérendő szerszámokat egyenként behelyezzük a főorsóba és mindegyikkel megérintjük (húzósan) a mérőhasábot. A kijelzőről leolvasható a szerszámhossza (L), melyet a hosszkorrekción tárbá lehet bevinni. Lásd az 3.8.6. ábrát.

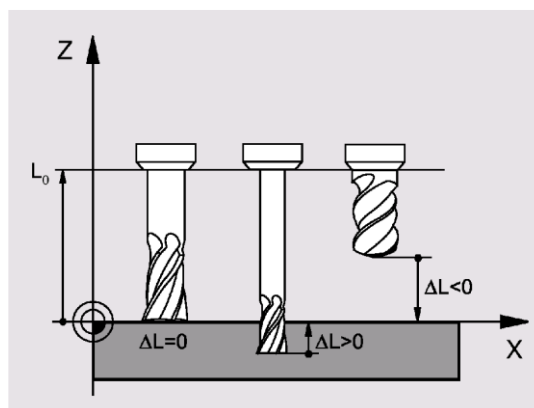


Az ábrán lévő számok a szerszámok korrekcióstárát jelölik.  
3.8.6. ábra: Abszolút szerszámbemérés [2]

### Szerszámgépen belüli növekményes szerszámbemérés

Ezt a módszer már ritkán alkalmazzák. A mérés lényege, hogy egy kiválasztott szerszámtól „nullszerszámtól” adjuk meg a többi szerszám hosszeltérését. A befogott munkadarab felületét megérintjük a bázis szerszámmal (nullszerszám) és a kijelzőt Z irányba lenullázzuk. Ezután a mérendő szerszámokat is egyenként behelyezzük a főorsóba és mindegyikkel érintőt veszünk a munkadarab felületén. A kijelzőről leolvashatók a szerszámhossz különbségeket ( $\Delta L$ ), melyet a hosszkorrekción tárbá lehet bevinni. Lásd az 3.8.7. ábrát.

A szerszám hosszabb, mint a bázis szerszám, akkor a  $\Delta L$  értéke pozitív.  
A szerszám rövidebb, mint a bázis szerszám, akkor a  $\Delta L$  értéke negatív.



3.8.7. ábra: Növekményes szerszámbemérés [2]

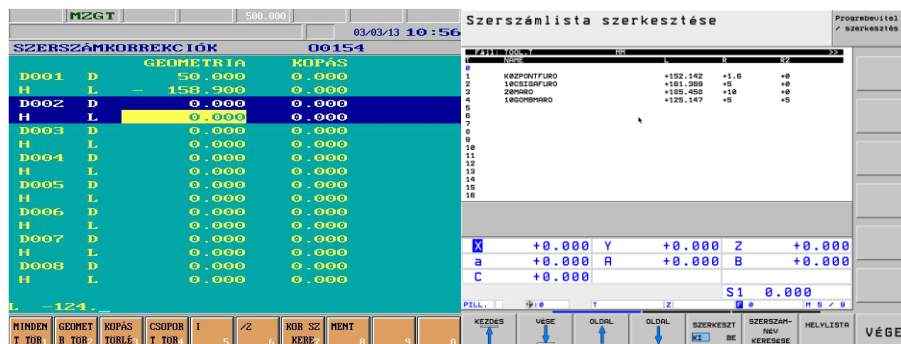
### Szerszámgépen belüli automatikus szerszámbemérés

A szerszámok gépen való bemérése mellékidőket takarít meg, növeli a megmunkálási pontosságot és csökkenti a selejtet és az utánmunkálást. A HEIDENHAIN az érintéssel működő TT tapintókkal és a TL lézeres rendszerekkel két különböző lehetőséget kínál a szerszámok megmérésére. Robusztus kialakításuk és magas, IP 67-es védettségük miatt ezek a szerszámtapintó rendszerek közvetlenül a szerszámgép munkaterébe telepíthetők. A szerszám bemérése bármikor elvégezhető: a megmunkálás előtt, két megmunkálási lépés között vagy a megmunkálás végeztével. Mérőciklusok segítségével meghatározható a szerszám hossza és átmérője, ellenőrizhető a vágóélek alakja és megállapítható a szerszámkopás mértéke vagy a szerszámtörés ténye. A megmért szerszámadatokat a vezérlő beírja a szerszám táblázatokba.

### Korrektúrázás.

A CNC marógépeken bonyolultabb munkadarabok készülnek, mint a CNC esztergagépeken. Az összetett alkatrészek gyártásához sok szerszámra és szerszámtartóra van szükség. A programok hosszabbak, mint az esztergagépeken. A CNC marással készülő alkatrészek ellenőrzése és méreteinek korrigálása nagyobb felkészültséget igényel. A szerszámkorrekciós tárban is több érték módosítható (lásd. 3.8.8. ábra):

- a. L a szerszám hossza.
- b. R (D) a szerszám sugara vagy átmérője.
- c. R a szerszám 2. sugara (pl. gömbmaró).
- d.  $\Delta L$  a szerszámhossz kopása.
- e.  $\Delta R$  a szerszámsugár kopása.
- f.  $\Delta R2$  a szerszám 2. sugarának kopása.




3.8.8. ábra: Szerszámkorrekciós tár két vezérlés képernyőjén. [1]

Általánosan használt szabály, hogy amennyivel növelni szeretnénk a munkadarab mélységi méretét, akkor negatív irányban annyival nagyobb értékre állítjuk be a szerszámhossz hosszkorrekciós értékét, illetve fordítva. Külső zárt kontúr marásakor, ha a méretet növelni szeretnénk, akkor a szerszámsugár korrekciót a növelt méret felével pozitív értékkel módosítjuk. Belső zárt kontúr marásakor fordítva van, ha a méretet növelni szeretnénk, akkor a szerszámsugár korrekciót a növelt méret felével negatív értékkel módosítjuk. Az alábbi példán keresztül mutatjuk be a helyes korrekciózást. T1-es szerszámmal a munkadarabba 70x70 mm-es keretet kell kimarni 5 mm mélységbe, T2-es szerszámmal pedig középre 40 mm átmérőjű és 4 mm mély körzsebet. A gyártására írtunk programot, majd le is gyártottuk. Az elkészült munkadarab mérete a következő: a keret mérete 70,14x70,14 mm, mélysége 5,1 mm; a körsap átmérője  $\varnothing 40,08$  mm, a mélysége 3,96 mm. A T1-es szerszám korrekciói  $\Delta L=+0,1$ ;  $\Delta R=-0,14$ . A T2-es szerszám korrekciói  $\Delta L=-0,04$ ;  $\Delta R=+0,04$ .

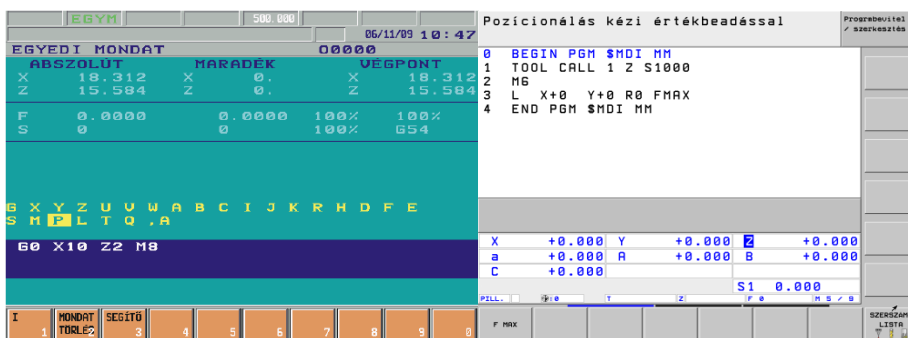
### 3. Kézikerék üzemmód



Az üzemmódot a  nyomógomb megnyomásával kapcsoljuk be. A kézikerék üzemmódban a tengelyek mozgását elektronikus kézikerék segíti. Egyszerre csak egy kiválasztott tengely mentén történhet elmozdulás. A tengelyirányt „+” vagy „-” a kézikerék forgatási iránya határozza meg. A kézi kerék egy körülforogatására a megtett út változtatható, tehát a mozgás sebessége állítható. Így nagyon kis elmozdulások is végrehajthatók vele. Alkalmas a munkadarab nullpont és érintő fogások felvételére, valamint szerszámbeérésre. A kézikerék elhelyezhető a kezelőasztalán vagy vezetékek segítségével a munkatérbe bevihető.

### 4. MDI (Manual Data Input) vagy MDA (Manual Data Automatic) üzemmód

Egyszerű műveletek, szerszámok cseréjére, előpozicionálására és ellenőrzési műveletek (pl. munkadarab nullpont ellenőrzés) elvégzésére alkalmas. Egyszerre csak egy CNC mondat hajtható végre, ezért „egymondatos program üzemmód”-nak is nevezik. Indítása ciklus START nyomógombbal történik. A mozgás sebessége az előtolás szabályzóval módosítható. Két különböző vezérlésű gép képernyőjén az MDI üzemmód látható (3.8.9. ábrán).



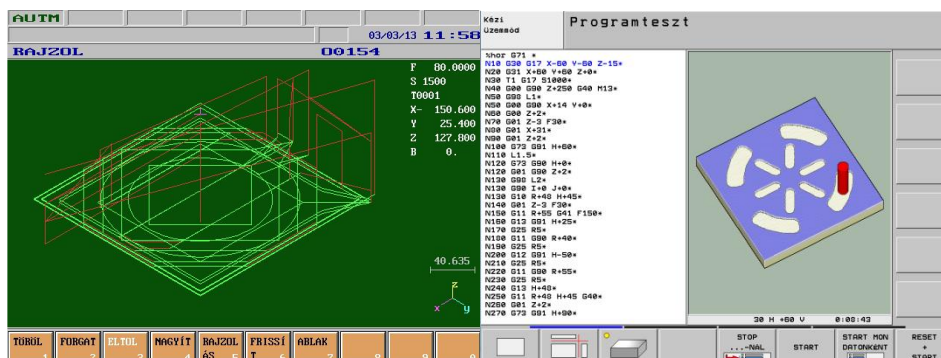
3.8.9. ábra: MDI üzemmód képernyője [1]

### 5. Program bevitel és szerkesztési üzemmód

Az alkatrészprogramok létrehozására, szerkesztésére, módosítására, betöltésére (pl. PC-ről), kimentésére (ún. archiválásra) a programszerkesztés üzemmódot használjuk. A programszerkesztés üzemmód angol nyelvű kezelőelem feliratoknál általában EDIT (editálás=szerkesztés) felirattal van ellátva. A CNC eszterga gépeknél megszokott munkamódszer, hogy a megmunkáló programot maga a dolgozó készíti mivel a CNC eszterga programok általában rövidebbek és egyszerűbbek, mint a CNC marók, ill. megmunkáló központok programjai. A marógépek programozásánál is hasonló a módszer az egyszerű rövid programokat a gépkezelő készíti. A bonyolultabb programokat a programozó számítógépes szoftver (CAD-CAM) segítségével írja. A CNC esztergánál ritkán fordul elő, hogy külön a programozó készíti a megmunkáló programot. Fontos megjegyezni, hogy az automata üzembe futó programok nem módosíthatók.

## 6. Programteszt üzemmód

Teszt üzemmódban a programok vagy programrészek futása szimulálható. A vezérlés ellenőrzi a geometriai hibákat (pl. a kör végpontja nem jó), hiányzó adatokat (pl. nincs előtolás megadva), a munkatér elhagyását, nem végrehajtható utasításokat. A grafikával program esetleges durva geometriai hibáit és a szerszámpályákat jól lehet tanulmányozni, lásd. 3.8.10. ábra. Teszt üzemmódban általában lehetséges a grafika nagyítása/kicsinyítése, a kép vonszolása, forgatása, a színek megválasztása, a megközelítési utak kijelzése vagy elhagyása stb. Grafikai ellenőrzést el lehet végezni mondatonkénti vagy automata üzemmódba. Kezdőknek célszerű a mondatonkénti üzemmódot választani, mert így programsoranként követheti a szerszám mozgását.



3.8.10. ábra: Két különböző vezérlés képernyőjén a programteszt üzemmód [4]

## 7. Mondatonkénti programfuttatás

A programfuttatásához a következő előkészületeket kell megtenni: munkadarab és szerszám rögzítése, munkadarab nullpont és szerszám bemérés, program kiválasztása.

A programtesztelést követően a programot „éles” forgácsolással is be kell löni. A forgácsolás nélküli tesztelés nem világíthat rá a program minden esetleges hibájára (pl. túl nagy fogások, túl nagy előtolások, nagy fordulatszám stb.), ezért még jelentős hibalehetőséggel kell számolni. Abból az általános elvből kiindulva, hogy a gépkezelőnek minden általa végzett beavatkozás következményeit előre fel kell tudni mérnie, a belövésnél lehetetlen a programot folyamatosan futtatni, hiszen csak egy-egy mondat következményeit lehet előre felbecsülni. Egy azonnali folyamatos próbafuttatás jelentős veszélyekkel járhat, ezért van szükség a mondatonkénti futtatásra. Minden mondat végén stop állapot jön létre (főorsó forgás mellett) és miután a következő mondat adatait illetve a forgácsolás paramétereit ellenőriztük, a start gombbal indítható az újabb mondat.

## 8. Folyamatos vagy automata programfuttatás

Az alkatrészprogram beírása vagy betöltése után ajánlott tesztelési lépéseket elvégezni. Komplet alkatrész programot futtatni általában az Automata üzemmódban lehetséges. A program futtatása a ciklus start gomb megnyomásának a hatására történik. Vannak olyan vezérlők, melyeknél a végrehajtandó programot külön ki kell jelölni és ki kell adni a „futtat” parancsot (pl. NCT 104T) és vannak olyanok, melyeknél a szerkesztés alatt álló (monitoron lévő) program bármikor indítható az automata majd a start gomb megnyomásával. A futtatott megmunkáló program megszakítása az alábbi módokon történhet:

a. Súlyos veszélylehetőség észlelése esetén a vészstop nyomógombbal (gomba alakú piros nyomógomb). Ilyenkor minden gépi funkció azonnal leáll, kivéve a géplámpa működése, mely az esetleges hibaelhárítást segíti.

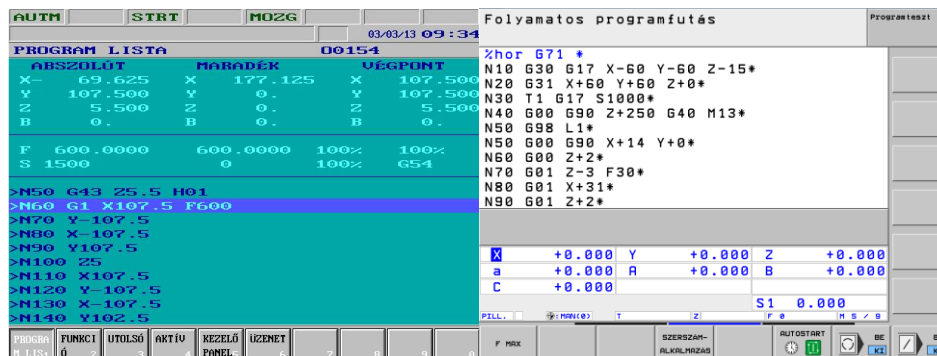
b. A reset gomb hatására lassítást követően a gépi funkciók leállnak, és ha nincs törölhető hibaforrás (pl. hidraulika tápnyomás hiánya) beáll a hibamentes alapállapot, vagyis az álló főorsó, álló szánok melletti gépállapot. Ha a resetelési művelettel nem lehetséges beállítani a hibamentes alapállapotot, a működési funkciók leállnak és a vezérlő kódolt vagy szöveges hibüzenetet küld a monitorra.

c. Tervezett program megszakítások végezhető az M0 vagy M1 parancsok programbeli használatával. M0 programozása esetén feltétel nélküli stop állapot jön létre a programfutás folyamán pl. mérés, ellenőrzés, forgácseltávolítás stb. céljára. Az M1 használata esetén a gépkezelő döntésétől függ a stop állapot létrejötte attól függően, hogy az M1-et tartalmazó mondat beolvasása előtt megnyomja vagy sem a feltételes programstop nyomógombot. Ha a nyomógombot megnyomja, az világító állapotba kerül és jelzi, hogy az M1 parancs aktiválódik.

d. A legrugalmasabban használható stop állapot létrehozási lehetőség a ciklus STOP nyomógomb használatával érhető el. A CNC vezérlőknél a kezelő döntésétől függően bármely pillanatban (kivéve a menetvágási, ill. menetfúrási műveleteket) leállítható a szánok mozgása a STOP gomb megnyomásával. Ezután a forgás stop gombot megnyomva a főorsó forgása is leállítható és pl. elvégezhető a nem kívánt módon felgyülemlett forgács eltávolítása vagy megfigyelhető a szerszám állapota, illetve a munkadarab stb. Végrehajtás alatt lévő program ezt követően a forgás indítása és a START gomb megnyomása útján folytatódik. Simítás alatt lévő profil esetén az ilyen megállítás, ill. újra indítás nem javasolt, mivel számolni kell a felületen maradó nyomokkal. Nagyoláznál a stop és start gombok gyors egymásutánban történő használatával bármely pillanatban forgácsolás végezhető.

e. A végrehajtás alatt lévő mondatok végén stop állapot hozható létre, ha a mondatonkénti üzemmód nyomógombját megnyomjuk. Ezt követően a START nyomógombbal indul a következő mondat végrehajtása.

Folyamatos programfuttatás üzemmódba elkészítünk egy munkadarabot, lásd. 3.8.11. ábrát. Ellenőrizzük a végleges méreteket és szükség szerint további programjavításokat és korrekciózásokat végzünk. Legyártunk még egy munkadarabot úgy, hogy az elötölés és a fordulatszám szabályzót 100%-ra állítjuk. A legyártott alkatrészt a minőségbiztosítási osztállyal beméretjük, ha megfelel a rajzi követelményeknek, akkor a folyamatos gyártása elkezdődhet. A széria végeztével a tökéletesített programot archiváljuk PC-re történő mentéssel.



3.8.11. ábra: Két különböző vezérlés képernyőjén az automata üzemmód. [4]



A program megszakítása esetén (pl. lapkatörés) az automata üzemmódot a STOP nyomógombbal felfüggesztett állapotba hozhatjuk. Ilyenkor a kézi üzemmódok egyikét (pl. a kézikerek vagy a mozgató üzemmódot) használva eltávolodhatunk a szerszámmal a munkadarabtól. Miután megszüntettük a problémát (pl. lapkát cseréltünk) a programnak a megszakítástól történő folytatására két lehetőségünk van: *visszaállunk a megszakítási mondat elejére* vagy magára *a megszakítási pontra* mely lehet az érintett mondat adott pontján. Tipikusan lapkatörés esetén célszerű használni a megszakítási mondat elejére történő visszaállást, mivel ennek használatánál az időközben elvégzett korrekciómódosításokat (pl. az új lapka miatti néhány század nagyságrendű módosítás) a vezérlő a visszaállási pont koordinátájánál figyelembe veszi. A kézi üzemmódba a visszaállítás a mondat elejére nyomógomb megnyomását követően addig mozoghatunk a szánnal –kikerülve az esetleges akadályokat - amíg a megszakítási mondat kezdő pozícióját elérjük, ezután a választott kezelőelem hatástalan és az automata üzemmódba visszatérve indítható a programfutás. Nem szükséges teljesen a mondat kezdőpontjáig mozgatni a szánnak, mivel az automata üzemmódba visszatérve a START nyomógomb hatására a szánnak folytatják a visszatérést. Ha a megszakítás nem egyszerű mozgásparancsnál (pl. G1) történt a megszakítási mondat típusának (beégetett ciklus hívása, vagy pályakövetést tartalmazó mondat stb.) függvényében a visszaállási művelet sajátosságai változnak. Az ide vonatkozó részleteket a vezérlés kézikönyvében részletesebben tanulmányozni kell.

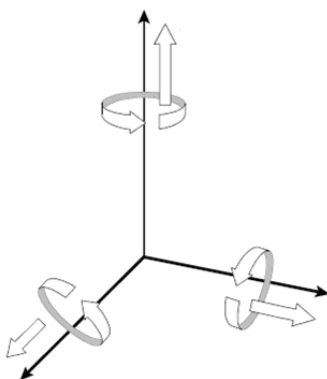
A program megszakítása és a probléma elhárítása esetén visszatérhetünk magára a megszakítási pontra is ugyanazokat a módszereket követve, melyeket a visszaállítás a mondat elejére parancsnál használtunk.

Ha a program megszakítása úgy történik, hogy ki kell lépni az automata üzemmódból (pl. programozási hibát veszünk észre). A programhiba kijavítása után, hogy ne kelljen a programot az elejéről indítani lehetőség van adott mondatra való rákeresésre és onnan történő programindításra. A folytatásnál figyelembe kell venni a vezérlés öröklési sajátosságait.

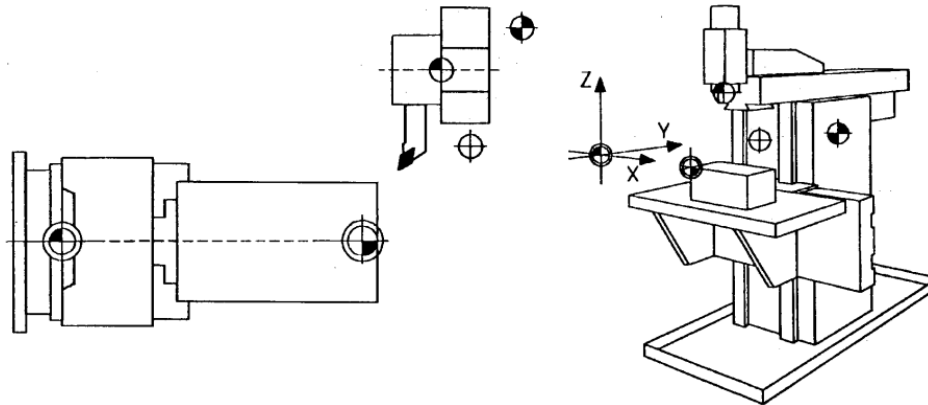
### 3.9. Jellegzetes CNC feladatok készítése

A szerszámgépek koordináta rendszerei

1. Egészítse ki az ábrát az elsődleges, a másodlagos és a forgó tengelyek szabványos jelöléseivel!



2. Az ábrák segítségével határozza meg a vonatkozási pontok nevét és írja a jelképe mellé!



.....



.....



.....



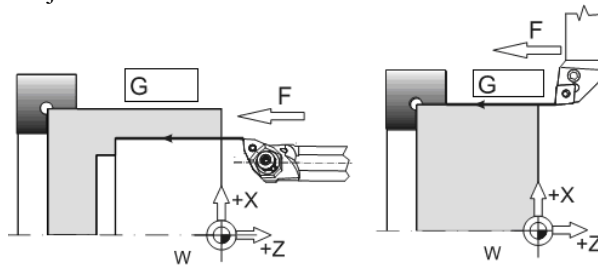
.....



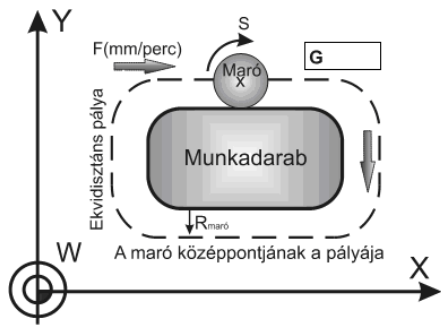
.....

**Kódok jelentése**

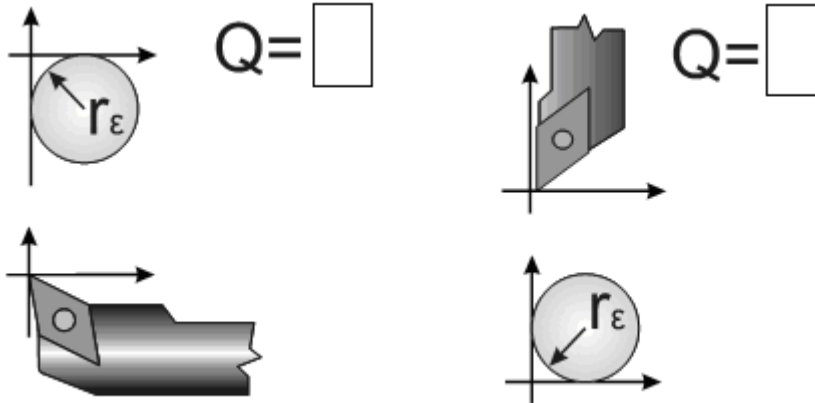
1. Határozza meg az esztergálási, illetve marási műveleteknél a helyes kontúrkövetés kódját!





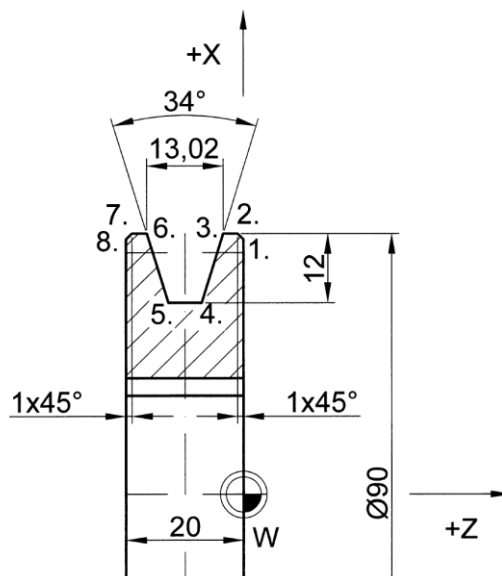


2. Írja a téglalpra a szerszámállás kódját belső és külső felület megmunkálása esetén!

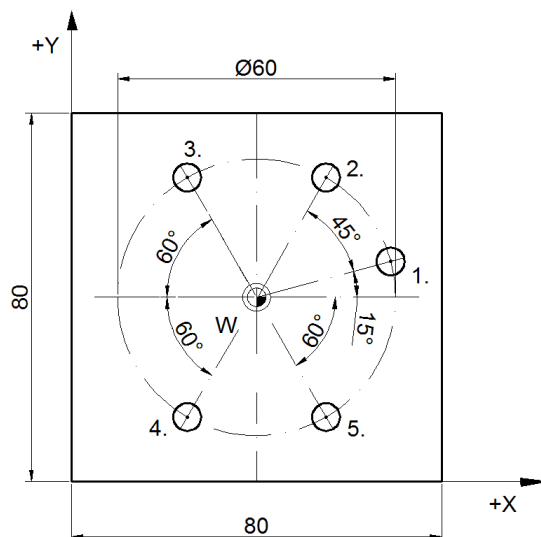


### Koordinátpont megadása

1. Határozza meg a kontúr megjelölt pontjainak (1-8) abszolút és növekményes koordinátáit!

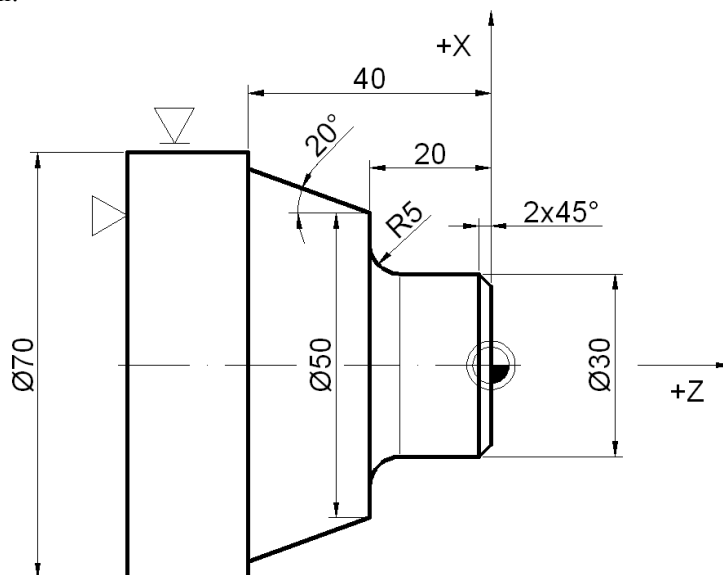


2. Határozza meg a furatközéppontok (1-5) polárkoordinátáit abszolút és növekményes méretmegadással!



### CNC program kiegészítés

1. Egészítse ki az alábbi kontúrsimítási CNC programot a munkadarab felfogási terv alapján!



```

N100 T0606
N110 G90
N120 G92 S2000
N130 G96 G95 S150 F0,1 M04 M08
    
```

N140 G00 G18 G42 X24 Z1  
 N150 G01 X30 ,A.....  
 N160 G01 Z-15  
 N170 G..... X40 Z-20 I..... K.....  
 N180 G01 X50  
 N190 G01 Z-40 ,A-20  
 N200 G01 X71  
 N210 G00 G40 X100 Z50 M.....  
 %

### **Körvonal rekonstrukció**

1. Az alábbi programrészlet alapján készítse el, az Ø40x70 mm-es előgyártmányú munkadarab méretezett kontúrsimítási kézi vázlatát!

%O5000  
 N1 T0101  
 N2 G92 S3000  
 N3 G96 S150 M04 M8  
 N4 G00 G18 G90 G54 X0 Z2  
 N010 G01 G42 X0 Z0 F0,1  
 N015 G03 X16 Z-8 R8  
 N020 G01 Z-25  
 N030 G01 X20  
 N035 G02 X30.8 Z-38,27 R8  
 N065 G01 X36 Z-53  
 N070 G01 Z-58  
 N075 G01 X41  
 N070 G00 G40 X50 Z20  
 N080 M2  
 %

2. Az alábbi programrészlet alapján készítse el a 130x90x10 mm-es előgyártmányú munkadarab méretezett kézi vázlatát! A szerszám Ø6 mm-es hosszlyukmaró.

%O5000  
 N100 T1  
 N110 G90 G17 G71 G54  
 N120 G00 G40 X40 Y70  
 N130 S1500 M13  
 N140 G43 H1 Z50  
 N150 G00 Z2  
 N160 G01 Z-2 F50  
 N170 G01 X20 F150  
 N180 G03 X10 Y60 R10  
 N190 G01 Y30  
 N200 G03 X20 Y20 R10  
 N210 G01 X40  
 N220 G01 Z2  
 N230 G00 X57  
 N240 G01 Z-2 F50

```
N250 G01 Y70
N260 G01 X83 Y20
N270 G01 Y70
N280 G01 Z2
N290 G00 X130
N300 G01 Z-2
N310 G01 X110
N320 G03 X100 Y60 R10
N330 G01 Y30
N340 G02 X110 Y20 R10
N350 G01 X130
N360 G01 Z2
N370 G00 G40 Z150 M30
%
```

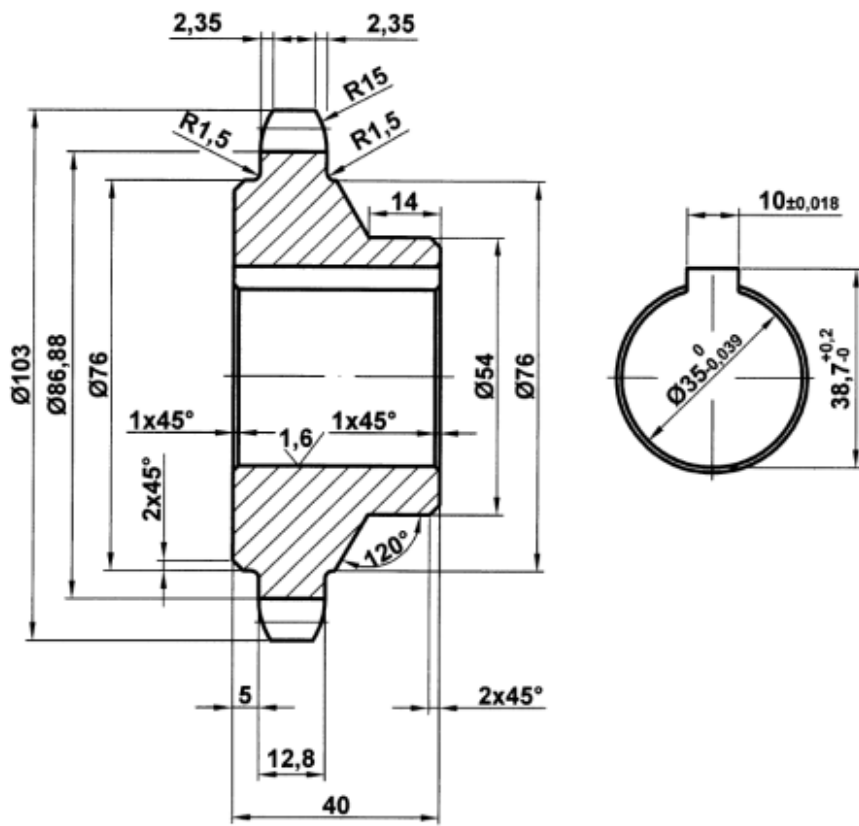
3. Az alábbi programrészlet alapján készítse el a 80x80x15 mm-es előgyártmányú munkadarab méretezett kontúrmarási kézi vázlatát! A nullpont a munkadarab közepére és annak felső síkjára van felvéve. A marószerszám átmérője: 20 mm.

```
%O5000
N10 T1
N20 G90 G17 G71 G54
N30 G00 G40 X-55 Y0
N40 S1000 M13
N50 G43 H1 Z50
N60 G00 Z-4
N70 G01 G41 X-39 Y0 D1 F100
N80 G02 I39
N90 G01 G40 X-55 Y0
N100 G00 Z2
N110 G00 X0 Y0
N120 G01 Z-5 F40
N130 G01 G41 X15 Y0 F100
N140 G01 Y15
N150 G03 X-15 Y15 R15
N160 G01 Y-15
N170 G03 X15 Y-15 R15
N180 G01 Y2
N190 G01 G40 X0 Y0
N200 G00 Z150 M02
%
```

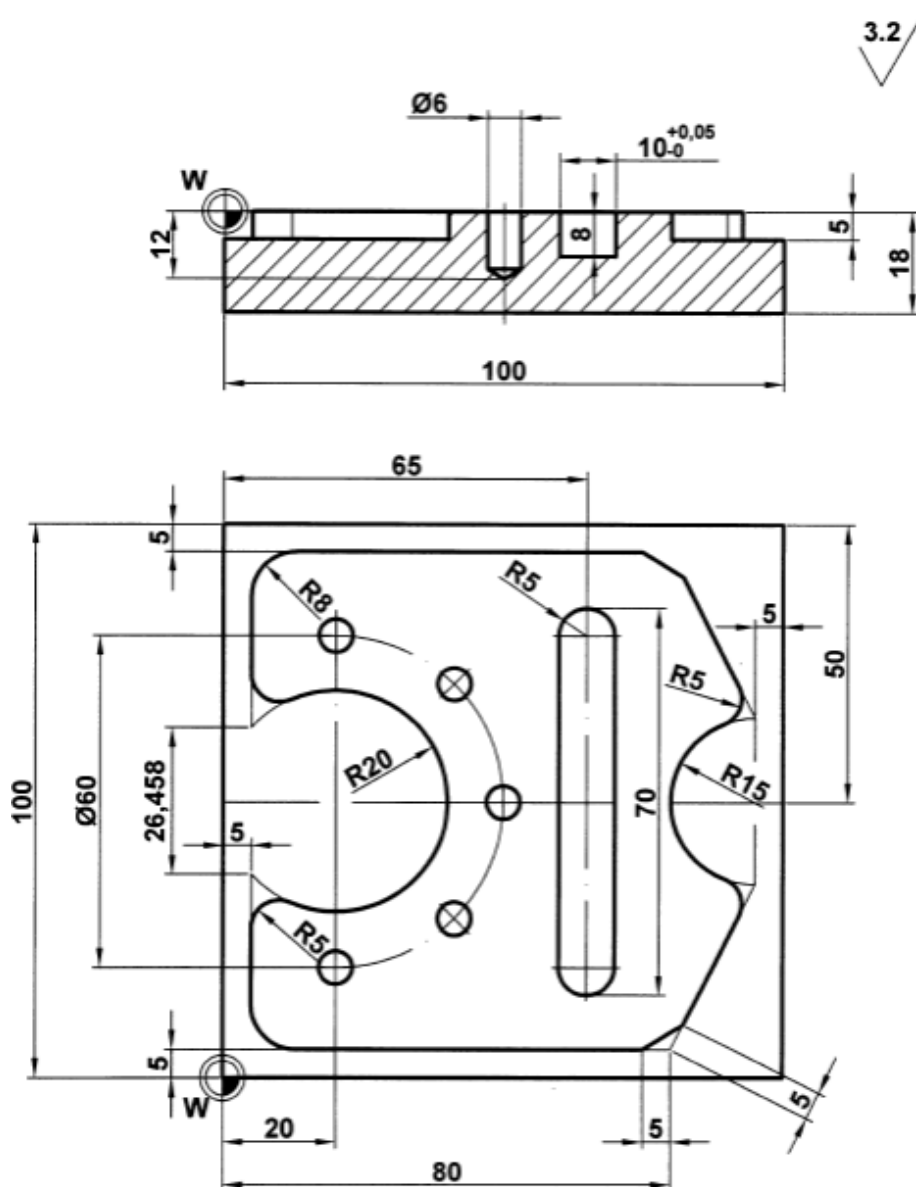
### **Programozási feladat**

1. Készítse el két felfogásba az ábrán látható, E360 anyagú vizsgadarab esztergálásának programját a tanult vezérlésre! Az előgyártmánya Ø105x42 mm köracél. A munkadarab nullpontját a legalkalmasabb helyen vegye fel! A programsorokat egészítse ki a műveletek megnevezésével!

3.2  
√ (√)



2. Készítse el a műhelyrajzon látható, AlMg1 anyagú vizsgadarab marásának CNC programját a tanult vezérlésre! Az előgyártmány mérete 100x100x20mm. Programsorokat egészítse ki a műveletek megnevezésével!



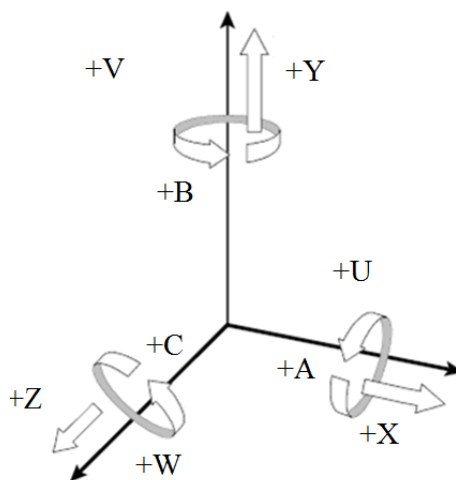
## Gépkezelési feladatok

1. Kapcsolja be, majd vegye fel a referenciapontot az esztergagépen! Helyezze be, az  $\varnothing 40 \times 60$  mm méretű köracélt a tokmányba, hogy a munkadarab 30mm-t lógjon ki! Váltsa be a T01-es szerszámhelyen lévő váltólapkás oldalazó és átmérőző szerszámot! Kapcsolja be a főorsót a forgácsolásnak megfelelő forgásirányba, 1000 1/min-es fordulatszámmal! Írjon CNC mondatot MDI üzemmódba munkadarab oldalazására, az előtolás értékét 0,1 mm/ford.-ra állítsa be! Vegye fel a munkadarab nullpontját a leoldalazott homlokl felület középpontjában! Írjon egyszerű programot a munkadarab oldalazásához és átmérőzéséhez ( $\varnothing 30_{-0,1}^0 \times 25_{+0,1}^0$  mm)! A megmunkálás egy oldalazó és két azonos nagyló és egy simító fogással hajtsa végre, melynek a nagysága 1 mm (átmérőben)! Ellenőrizze a programot grafikusteszt üzemmódba! Mondatonkénti programfutás üzemmódban végezze el a megmunkálást! Korrekciózást úgy hajtsa végre, hogy a munkadarab méretei a tűrésnek felelőek legyenek! Végül tegyen be egy másik előgyártmányt és gyártsa le a munkadarabot automata programfuttatási üzemmódba!

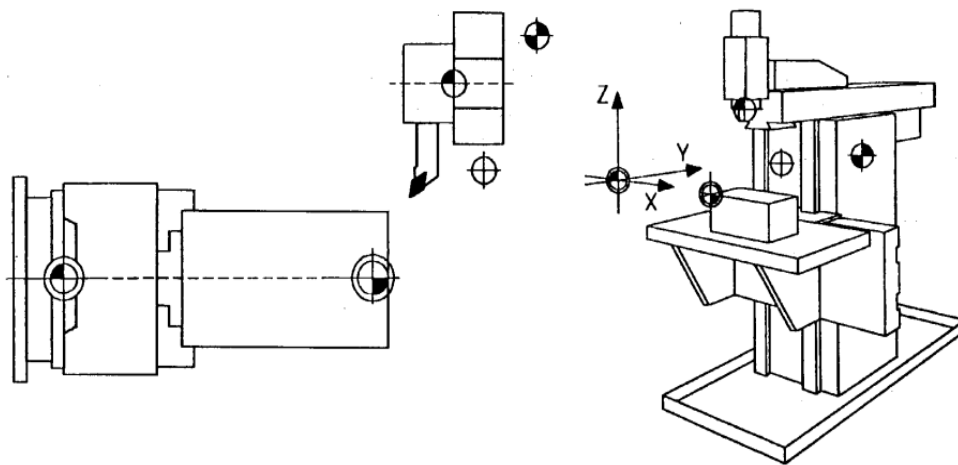
2. Kapcsolja be, majd vegye fel a referenciapontot a marógépen! Helyezze be, az  $80 \times 80 \times 20$  mm méretű alumínium előgyártmányt a gépsatuba, hogy a munkadarab a satupofától 10mm-t lógjon ki! Váltsa be a T01-es szerszámhelyen lévő 20 mm átmérőjű gyorsacél hosszlyukmarót! Kapcsolja be a főorsót a forgácsolásnak megfelelő forgásirányba, 1000 1/min-es fordulatszámmal! Vegye fel a munkadarab nullpontját az előgyártmány felső síkfelületének középpontjában! Írjon egyszerű programot keretmaráshoz, melynek mérete  $70_{-0,1}^0 \times 70_{-0,1}^0 \times 4_{+0,1}^0$ ! A megmunkálást egy fogással hajtsa végre Ellenőrizze a programot grafikusteszt üzemmódba! Mondatonkénti programfutás üzemmódban végezze el a megmunkálást! Korrekciózást úgy hajtsa végre, hogy a munkadarab méretei a tűrésnek felelőek legyenek! Végül tegyen be egy másik előgyártmányt és gyártsa le a munkadarabot automata programfuttatási üzemmódba!






## Jellegetes CNC feladatok megoldásai

1. Egészítse ki az ábrát az elsődleges, a másodlagos és a forgó tengelyek szabványos jelöléseivel!



2. Az ábrák segítségével határozza meg a vonatkozási pontok nevét és írja a jelképe mellé!

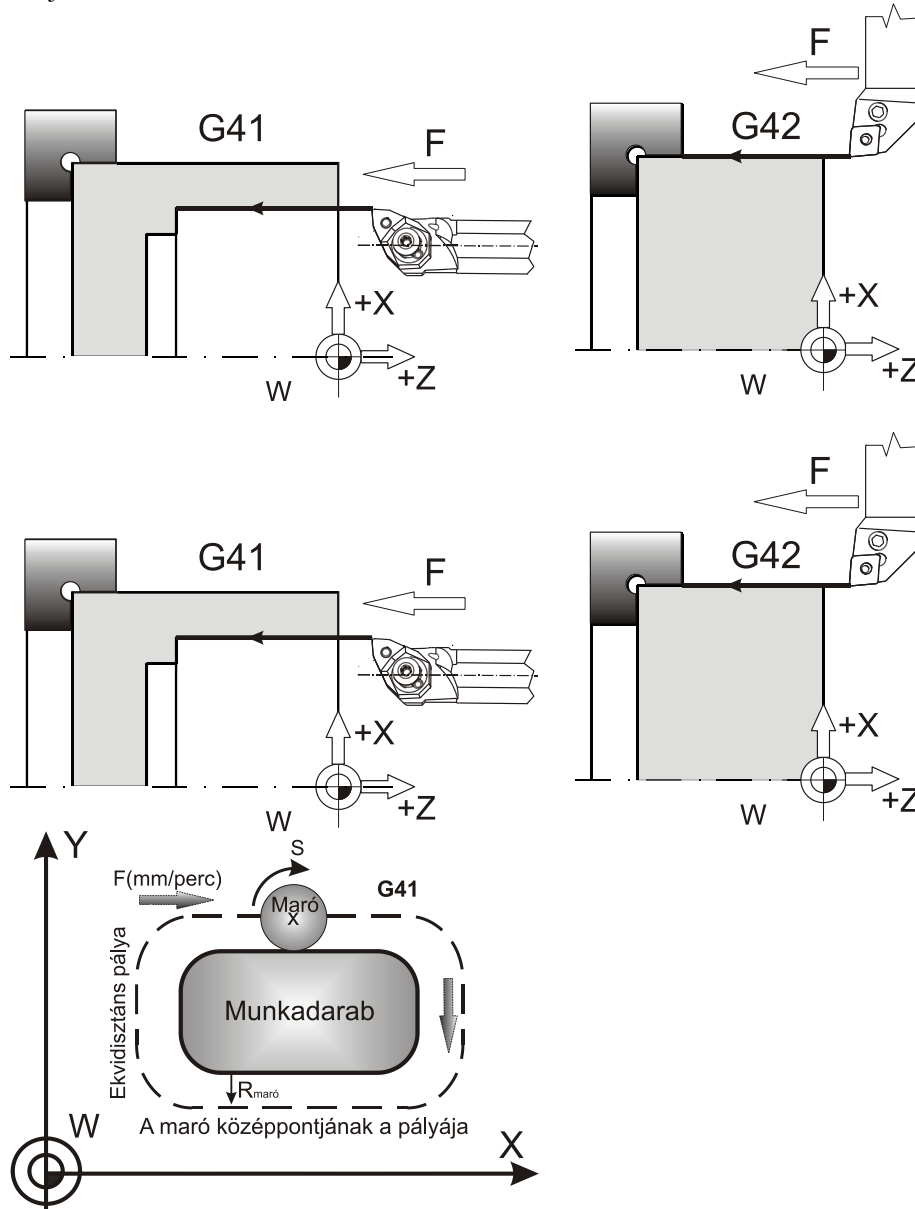


-  Gépi nullpont
-  Referenciapont
-  Szerszámvonatkozási pont
-  Munkadarab nullpont
-  Szerszámcsere pont

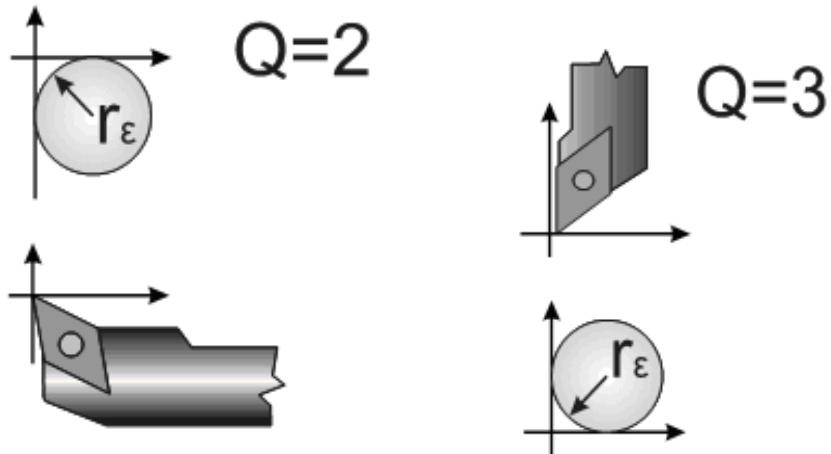


## Kódok jelentése

1. Határozza meg az esztergálási, illetve marási műveleteknél a helyes kontúrkövetés kódját!

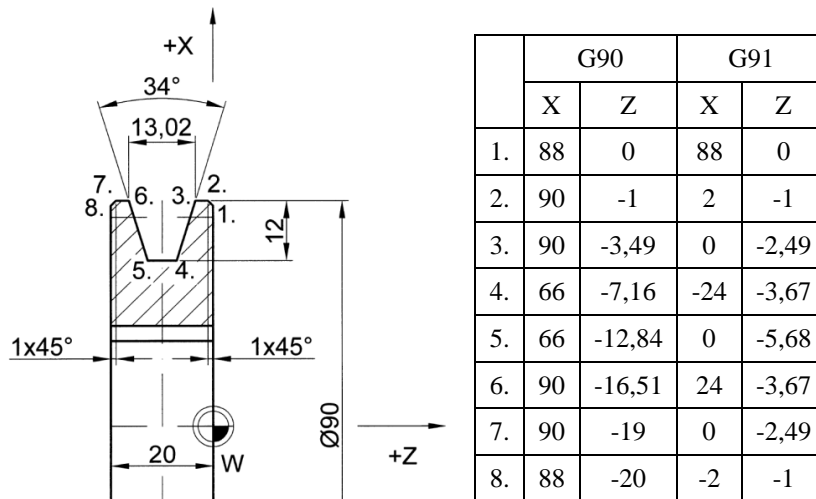


2. Írja a téglalapba a szerszámállás kódját belső és külső felület megmunkálása esetén!

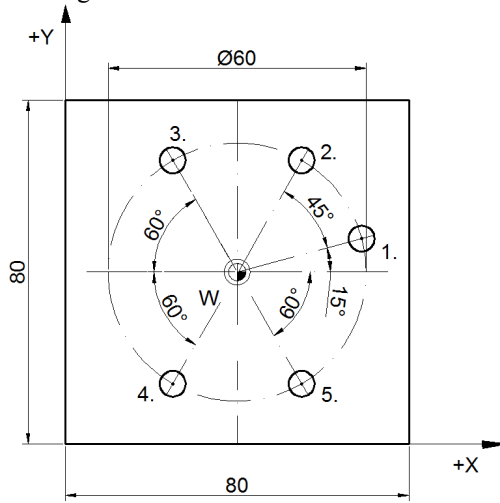


### Koordinátpont megadása

1. Határozza meg a kontúr megjelölt pontjainak (1-8) abszolút és növekményes koordinátáit!



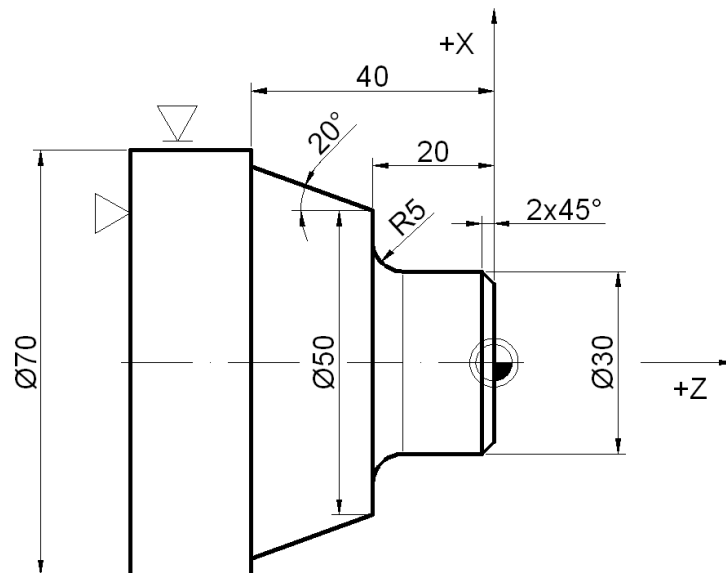
2. Határozza meg a furatközéppontok (1-5) polárkoordinátáit abszolút és növekményes méretmegadással!



	G90		G91	
	X (R)	Y (A)	X (R)	Y (A)
1.	30	15	30	15
2.	30	60	0	45
3.	30	120	0	60
4.	30	240	0	60
5.	30	300	0	60

### CNC program kiegészítés

1. Egészítse ki az alábbi kontúrsimítási CNC programot a munkadarab felfogási terv alapján!



N100 T0606  
 N110 G90  
 N120 G92 S2000

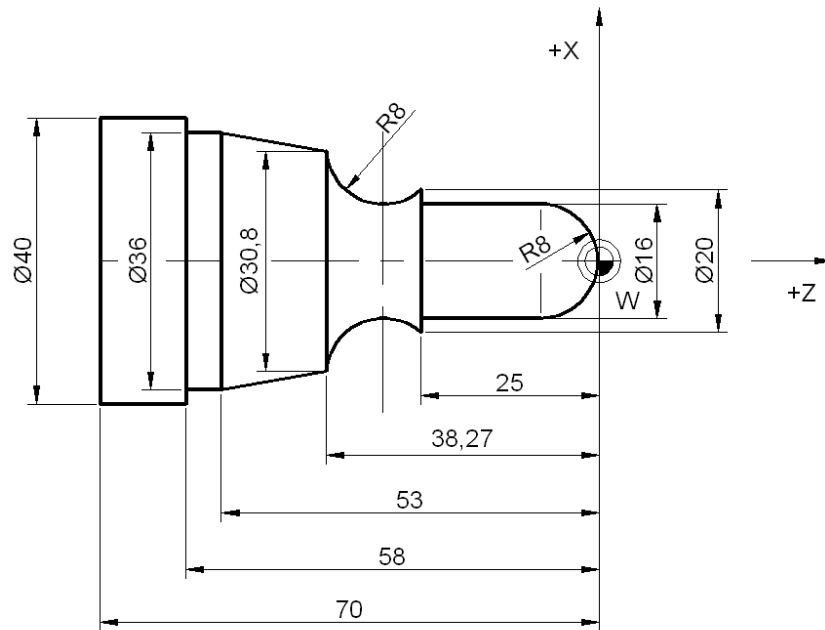
N130 G96 G95 S150 F0,1 M04 M08  
N140 G00 G18 G42 X24 Z1  
N150 G01 X30 ,A-45  
N160 G01 Z-15  
N170 **G02** X40 Z-20 **I5 K0**  
N180 G01 X50  
N190 G01 Z-40 ,A-20  
N200 G01 X71  
N210 G00 G40 X100 Z50 **M30**  
%

### **Körvonal rekonstrukció**

1. Az alábbi programrészlet alapján készítse el, az Ø40x70 mm-es előgyártmányú munkadarab méretezett kontúrsimítási kézi vázlatát!

%O5000  
N1 T0101  
N2 G92 S3000  
N3 G96 S150 M04 M8  
N4 G00 G18 G90 G54 X0 Z2  
N010 G01 G42 X0 Z0 F0,1  
N015 G03 X16 Z-8 R8  
N020 G01 Z-25  
N030 G01 X20  
N035 G02 X30.8 Z-38,27 R8  
N065 G01 X36 Z-53  
N070 G01 Z-58  
N075 G01 X41  
N070 G00 G40 X50 Z20  
N080 M2  
%

**Szabadkézi vázlat:**

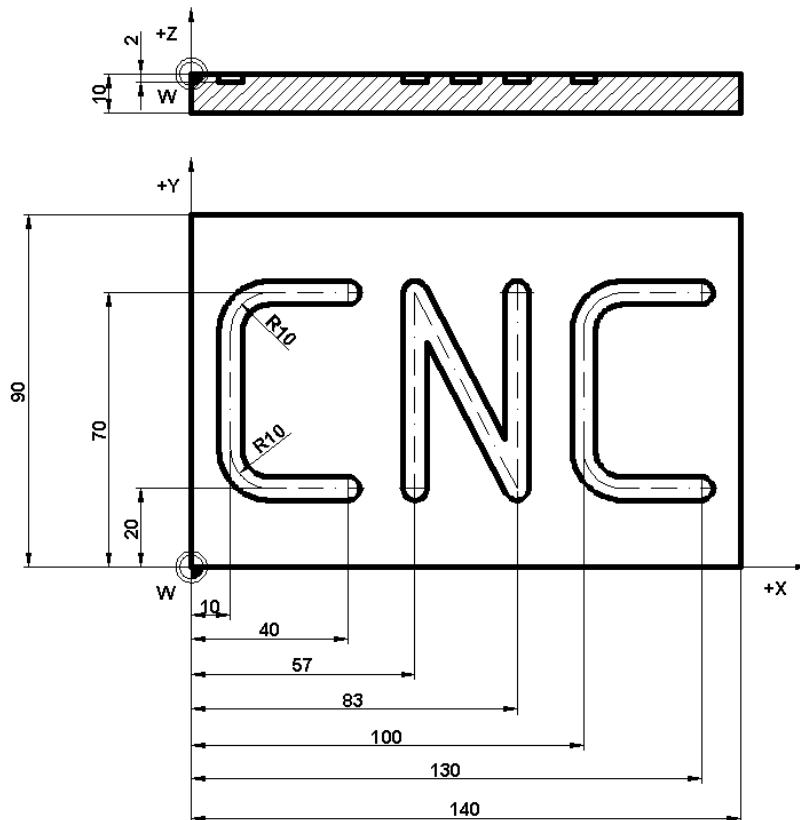


2. Az alábbi programrészlet alapján készítse el a 140x90x10 mm-es előgyártmányú munkadarab méretezett kézi vázlatát! A szerszám Ø6 mm-es hosszlyukmaró.

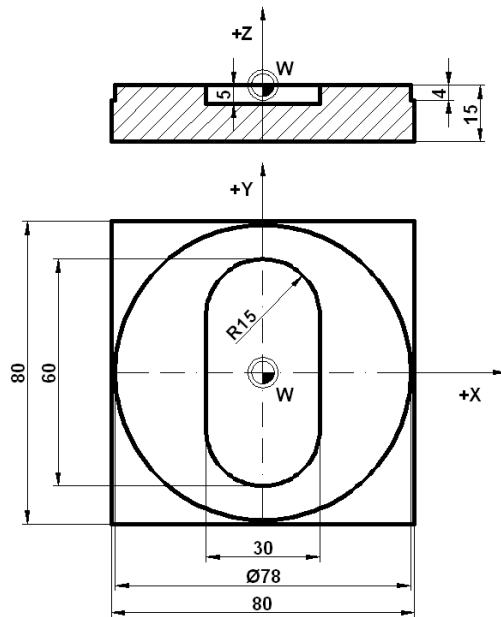
```
%O5000
N100 T1
N110 G90 G17 G71 G54
N120 G00 G40 X40 Y70
N130 S1500 M13
N140 G43 H1 Z50
N150 G00 Z2
N160 G01 Z-2 F50
N170 G01 X20 F150
N180 G03 X10 Y60 R10
N190 G01 Y30
N200 G03 X20 Y20 R10
N210 G01 X40
N220 G01 Z2
N230 G00 X57
N240 G01 Z-2 F50
N250 G01 Y70
N260 G01 X83 Y20
N270 G01 Y70
N280 G01 Z2
N290 G00 X130
N300 G01 Z-2
N310 G01 X110
```

```

N320 G03 X100 Y60 R10
N330 G01 Y30
N340 G02 X110 Y20 R10
N350 G01 X130
N360 G01 Z2
N370 G00 G40 Z150 M30
%
```



3. Az alábbi programrészlet alapján készítse el a 80x80x15 mm-es előgyártmányú munkadarab méretezett kontúrmarási kézi vázlatát! A nullpont a munkadarab közepére és annak felső síkjára van felvéve. A marószerszám átmérője: 20 mm.



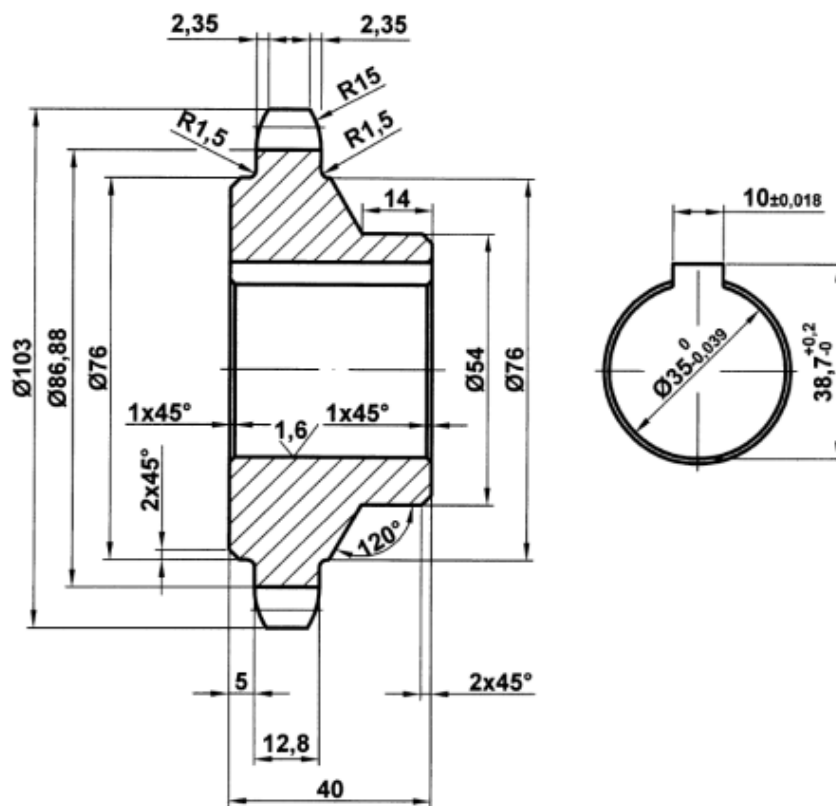
```

%O5000
N10 T1
N20 G90 G17 G71 G54
N30 G00 G40 X-55 Y0
N40 S1000 M13
N50 G43 H1 Z50
N60 G00 Z-4
N70 G01 G41 X-39 Y0 D1 F100
N80 G02 I39
N90 G01 G40 X-55 Y0
N100 G00 Z2
N110 G00 X0 Y0
N120 G01 Z-5 F40
N130 G01 G41 X15 Y0 F100
N140 G01 Y15
N150 G03 X-15 Y15 R15
N160 G01 Y-15
N170 G03 X15 Y-15 R15
N180 G01 Y2
N190 G01 G40 X0 Y0
N200 G00 Z150 M02
%
```

### Programozási feladat

1. Készítse el két felfogásba az ábrán látható, E360 anyagú vizsgadarab esztergálásának programját a tanult vezérlésre! Az előgyártmánya  $\text{Ø}105 \times 42$  mm köracél. A munkadarab nullpontját a legalkalmasabb helyen vegye fel! A programsorokat egészítse ki a műveletek megnevezésével!

3.2 / (✓)



1. Egy lehetséges megoldás Hunor vezérlésű esztergagépre.

**Az első befogás:**

**N05 G50 F0,2 S400 T0101 M3 M8 M12 M40 M96 V120 SMAX 1120 X107 Z0**

**(Kontúrnagyolás)**

N10 G01 X-1

N15 G40 X105 Z1

N20 G60 X1 Z0,1

N25 G72 X51 D2 FROM35

N30 G60 X0 Z0

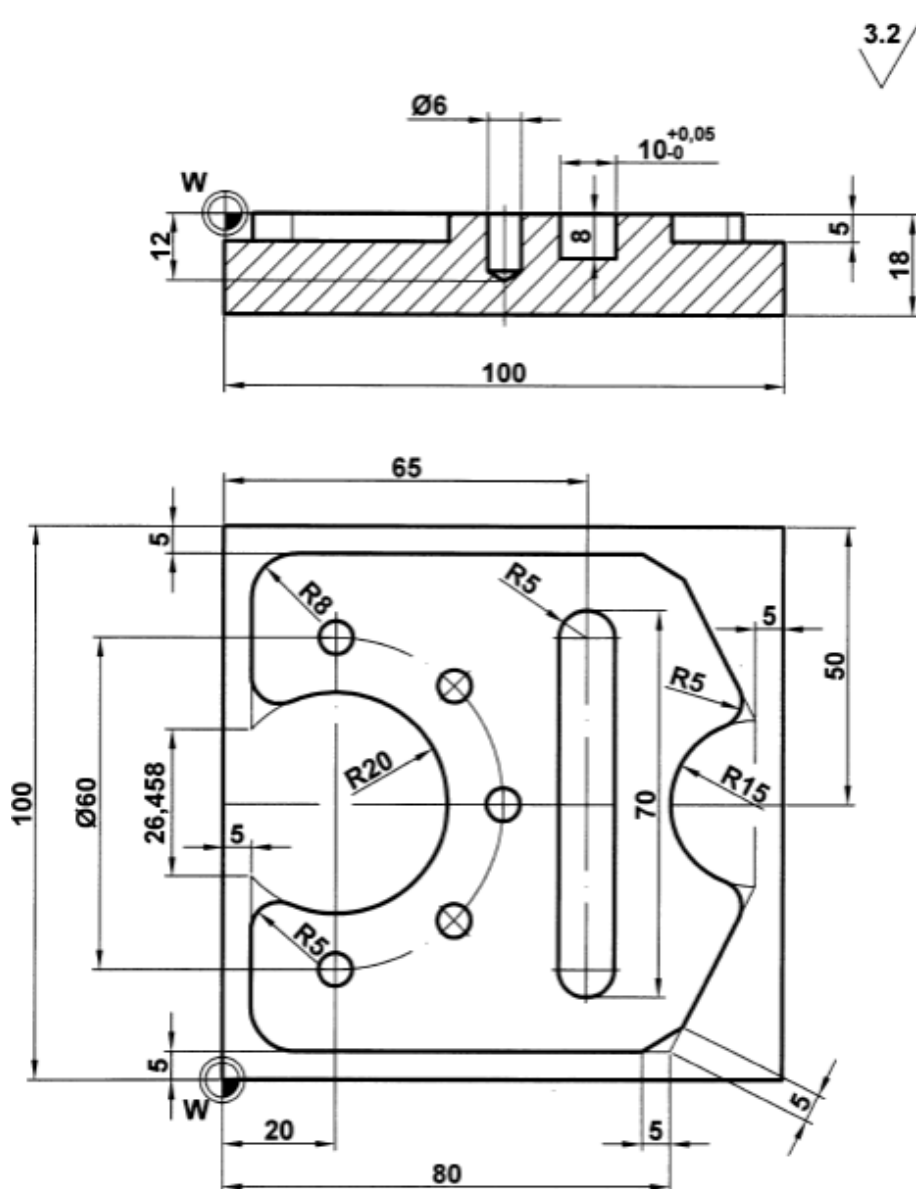


N35 G50 F0,1 S500 M41 V140 X48 Z1 (Kontúrsimítás)  
N40 G01 X54 Z-2  
N45 G01 Z-14  
N50 G01 X76 A-60  
N55 G01 Z-22,2 B1,5  
N60 G01 X86,88  
N65 G03 X103 Z-24,55 R15  
N70 G01 Z-26  
N75 G01 X105  
N80 G40 X120 Z50  
N85 G50 F0,2 S1140 T0202 M3 M8 M13 M40 M95 X0 Z5  
N90 G01 Z-42  
N95 G42 X120 Z50  
N100 G50 F0,1 S1120 T0404 M3 M8 M13 M41 M96 V140 SMAX 3000 X39 Z1  
N105 G01 X35 Z-1  
N110 G01 Z-42  
N115 G41 X33 Z50  
N120 G40 X120 P2

A második befogás:

N05 G50 F0,2 S400 T0101 M3 M8 M12 M40 M96 V120 SMAX 1120 X107 Z0  
(Kontúrnagyolás)  
N10 G01 X-1  
N15 G40 X105 Z1  
N20 G60 X1 Z0,1  
N25 G72 X73 D2 FROM35  
N30 G60 X0 Z0  
N35 G50 F0,1 S600 M41 V160 X70 Z1 (Kontúrsimítás)  
N40 G01 X76 Z-2  
N45 G01 Z-5 B1,5  
N50 G01 X86,88  
N55 G02 X103 Z-7,35 R15  
N60G01 Z-18  
N65 G01 X105  
N70 G40 X120 Z50  
N75 G50 F0,1 S1100 T0505 M41 M96 V140 X39 Z1 (Letörés)  
N80 G01 X33 Z-2  
N85 G42 X100 Z50 P2

2. Készítse el a műhelyrajzon látható, AlMg1 anyagú vizsgadarab marásának CNC programját a tanult vezérlésre! Az előgyártmány mérete 100x100x20mm. Programsorokat egészítse ki a műveletek megnevezésével!



Egy lehetséges megoldás Heidenhain vezérlésű marógépre.

0 BEGIN PGM M-001 MM  
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-18  
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+2  
**3 TOOL CALL 1 Z S1010**  
**4 M6;Ø63 síkmaró (síkmarás)**  
5 L X-65 Y+25 R0 FMAX M13  
6 L Z+0 FMAX  
7 L X+102 F300  
8 L Y+75  
9 L X-65  
10 L Z+150 R0 FMAX  
**11 TOOL CALL 2 Z S764**  
**12 M6;Ø25 maró (kontúrmarás)**  
13 L X+50 Y-35 R0 FMAX M13  
14 L Z-5 FMAX  
15 APPR LCT X+50 Y+5 R5 RL F76  
16 L X+5 Y+5  
17 RND R8  
18 L X+5 Y+36.771  
19 RND R5  
20 CR X+5 Y+63.229 R-20 DR+  
21 RND R5  
22 L X+5 Y+95  
23 RND R8  
24 L X+80 Y+95  
25 CHF 5  
26 L X+95 Y+65  
27 RND R5  
28 CR X+95 Y+35 R+15 DR+  
29 RND R5  
30 L X+80 Y+5  
31 CHF 5  
32 L X+45  
33 DEP LCT X+50 Y-35 R5  
34 L Z+150 FMAX  
**35 TOOL CALL 3 Z S3183**  
**36 M6;központfúró (központfúrás)**  
37 CC X+20 Y+50  
38 LP PR+30 PA-90 R0 FMAX M13  
39 L Z+2 FMAX  
40 L Z-3 F318  
41 L Z+2 FMAX  
42 LBL 1  
43 LP IPA+45 FMAX  
44 L Z-3  
45 L Z+2 FMAX  
46 CALL LBL 1 REP347 L Z+150 FMAX  
**48 TOOL CALL 4 Z S3183**  
**49 M6;Ø6 csigafúró (fúrás)**

50 LP PR+30 PA-90 R0 FMAX M13  
51 L Z+2 FMAX  
52 L Z-12 F318  
53 L Z+2 FMAX  
54 LBL 2  
55 LP IPA+45 FMAX  
56 L Z-12  
57 L Z+2 FMAX  
58 CALL LBL 2 REP3  
59 L Z+150 FMAX  
**60 TOOL CALL 5 Z S2387**  
**61 M6;Ø8 hosszlyukmaró (horonymarás)**  
62 L X+65 Y+50 R0 FMAX M13  
63 L Z+2 FMAX  
64 L Z+0 F80  
65 LBL 3  
66 L IZ-4 F80  
67 L X+60 Y+50 RL F238  
68 L IY-30  
69 CR IX+10 R+5 DR+  
70 L IY+60  
71 CR IX-10 R+5 DR+  
72 L Y+45  
73 L X+65 Y+50 R0  
74 CALL LBL 3 REP1  
75 L Z+150 FMAX M30  
76 END PGM M-001 MM

## Képforrások megjelölése

Horváth József: Munka és környezetvédelem, Nemzeti tankönyvkiadó  
Dr. Pap Zoltán Elsősegélynyújtás, Medicina 1988  
TRINTI kft honlapja  
Dr. Kisfaludi Antal – Borossai Béla: Az acélok hőkezelésének alapjai. (2004)  
Dr. Smóling Kálmán: Hőkezelési példatár, Műszaki könyvkiadó (1981)  
Dr. Reé András, Műegyetem Anyagtudományi és technológiai tanszék. Anyagismeret jegyzet 2008/09  
Hoffmann Group-Nóniusz kereskedőház szerszámkatalógusa 2008  
Horváth M. – Markos S. Gépgyártástechnológia 45018 Műszaki Kiadó  
Borsos T.- Czéh M. –Dr. Nagy P. S.: Szerszám- és készülékgyártás technológiája 59341 Skandi Wald Könyvkiadó  
Fenyvessy T. – Seres F.: Gépi forgácsoló szakrajz 59091 Műszaki K.  
Dr.Boza Pál-Burunyi Pál: CNC forgácsolás 1. CNC programszerkesztés,Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest, 2007  
Czéh Mihály-Cselle Tibor: Szerszámgépek számjegyes programozása  
Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1982  
Mátyási Gyula-Sági György: Számítógéppel támogatott technológiák CNC, CAD/CAM Műszaki kiadó, Budapest, 2009  
NCT Ipari Elektronikai kft.: NCT 101M, 104M, 115M Marógép és megmunkáló központ vezérlő programozási leírás  
NCT Ipari Elektronikai kft.: NCT101T,104T, 115T Eszterga vezérlő programozási leírás  
Ducsai János Forgácsolási eljárások TM-21016  
Dr. Szabó András, Kozma István: Gyártóeszközök tervezése és gyártása (2011) www. Tankönyvtár.hu  
Frischherz-Piegler: Fémtechnológia 2. Szakismeretek 36001/II.  
Szabó István: Gépelemek TM-21007  
Dudás L. - Valázsik Á.: Forgácsolási technológia I. 36103/1. M. K.  
Ducsai János Forgácsolási eljárások TM-21016  
Czéh M. – Hervay P. – Dr. Nagy P. S.:59 230 Megmunkológépek Műszaki Könyvkiadó  
Horváth M. – Markos S. Gépgyártástechnológia 45018 Műszaki Kiadó  
Ambrusné – Dr. Árva – Dr. Nagy P. S. : 59 229 Forgácsoló eljárások, Műszaki Könyvkiadó  
NCT Ipari Elektronikai kft.: NCT101T,104T, 115T Eszterga vezérlők kezelési és működési leírás  
Horváth M. – Markos S. Gépgyártástechnológia 45018 Műszaki Kiadó

### Internetes oldalak:

Bogner Magyarország Kft, 1.2343 és WNR 3.4365 anyag adatlap,  
Terraglobus Kft, Terramid termékklap  
Sandvik Coromant Hungary, CoroKey 2010 katalógus  
Seco Tools Kft. honlapja  
Miskolci Egyetem honlapja: [www.uni-miskolc.hu](http://www.uni-miskolc.hu)  
Heidenhain: Kezelési leírás TNC 410  
[www.tankonyvtar.hu/hu](http://www.tankonyvtar.hu/hu) -Forgácsolás és szerszámai  
[www.tankonyvtar.hu](http://www.tankonyvtar.hu) - Szerszámgépek és gyártórendszerek  
[www.sandvik.coromant.com](http://www.sandvik.coromant.com)  
[www.szerszamok.hu/lex/kefem.htm](http://www.szerszamok.hu/lex/kefem.htm)  
[www.pariszk.hu/.../A\\_gepi\\_forgacsolas\\_alapfogalmai](http://www.pariszk.hu/.../A_gepi_forgacsolas_alapfogalmai)  
[www.protocolkft.hu/mircona/index.html](http://www.protocolkft.hu/mircona/index.html)  
[www.maskinisten.net](http://www.maskinisten.net)  
[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)  
<http://mesterszerszam.hu/webaruhaz/befogoszerszam/marotuske>

## Felhasznált és ajánlott irodalom

- Munkavédelmi Törvény (internet)  
Dr. Kisfaludi Antal – Borossai Béla: Az acélok hőkezelésének alapjai. 2004. (oktatási segédlet, internet)  
Dr. Smóling Kálmán: Hőkezelési példatár, Műszaki könyvkiadó (1981)  
Dr. Bagyinszki Gyula- Dr. Kovács Mihály: Gépipari alapanyagok és félkészgyártmányok Anyagismeret  
Csizmazia Ferencné dr.: Szerszámanyagok és kezelésük, Kézirat, Győr (2004)  
Horváth M. – Markos S.: Gépgyártástechnológia 45018 Műszaki Kiadó  
Ducsay János: Forgácsolási eljárások TM-21016  
Szabó István: Gépelemek TM-21007  
Fenyvessy T. – Seres F.: Gépi forgácsoló szakrajz 59091 Műszaki Kiadó  
Fenyvessy T. – Fuchs R. – Plósz A.: Műszaki táblázatok NS 108 027606 001-3  
Dr. Zsidai-Kakuk- Kári- Horváth- Szakál: Forgácsoló eljárások tervezése; NS 108 027606 003-7  
Dr. Zsidai-Kakuk- Kári- Horváth- Szakál: Gyártástervezés NS 108 027606 005-1  
Ambrusné Dr. Alda Márta- Dr. Árva János- Dr. Nagy P. Sándor: Forgácsoló eljárások 59229, Műszaki Könyvkiadó  
Borsos T.- Czéh M. –Dr. Nagy P. S.: Szerszám- és készülékgyártás technológiája 59341, Skandi Wald Könyvkiadó  
Dudás István -Valázsik Árpád: Szakmai ismeret az esztergályos szakma számára 59287, Műszaki Könyvkiadó  
Frischherz - Piegler: Fémtechnológia 2. Szakismeretek 36001/II.  
Dudás L. - Valázsik Á.: Forgácsolási technológia I. 36103/1.; Műszaki Könyvkiadó, (1984)  
Czéh M. – Hervay P. – Dr. Nagy P. S.: Megmunkálógépek 59230, Műszaki Könyvkiadó  
Dr. Bakondi Károly: Forgácsoláselmélet és forgácsolástechnika; Műszaki Kk, Budapest, (1984)  
Nemzeti Tankönyvkiadó- Tankönyvmester Kiadó, Budapest (2001)  
Dr. Boza Pál - Burunyi Pál: CNC forgácsolás 1. CNC programszerkeszté; Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest (2007)  
Czéh Mihály-Cselle Tibor: Szerszámgépek számjegyes programozása; Műszaki könyvkiadó, Budapest (1982)  
Mátyási Gyula-Sági György: Számítógéppel támogatott technológiák CNC, CAD/CAM; Műszaki kiadó, Budapest (2009)  
NCT Ipari Elektronikai kft.: NCT 101M, 104M, 115M Marógép és megmunkáló központ vezérlő programozási leírás  
NCT Ipari Elektronikai kft.: NCT101T,104T, 115T Eszterga vezérlő programozási leírás  
Sandvik Coromant Hungary: <http://www.sandvik.coromant.com/hu/CoroKey> 2010 katalógus  
Seco Tools Kft. honlapja: [www.secotools.com/hu](http://www.secotools.com/hu)  
Dr. Boza Pál - Burunyi Pál: CNC forgácsolás 2. CNC gépkezelés; Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest (2007)  
Heidenhain: Kezelési leírás TNC 410  
NCT Ipari Elektronikai Kft.: NCT101T,104T, 115T Eszterga vezérlők kezelési és működési leírás  
NCT Ipari Elektronikai Kft.: NCT101M NCT104M Marógép és megmunkáló központ vezérlők kezelési és működési leírás